

ESTAT ACTUAL DE SOBRE EL BOSC

per Jaume Terradas

14 (574/Volum 2/octubre 1982

ciència 20)

Dins les jornades organitzades per la Diputació de Barcelona, va ser presentat el programa de treball dels departaments d'Ecologia de les Universitats Central i Autònoma de Barcelona i els de Biologia i Geologia d'Alacant. Es trata d'un projecte que fa quatre anys que és en marxa, els resultats del qual constitueixen aquest article.

Jaume Terradas (Barcelona, 1943) és doctor en ciències biològiques i catedràtic d'ecologia de la Universitat Autònoma de Barcelona. És autor de nombrosos treballs d'ecologia i s'ha ocupat darrerament del funcionalisme dels ecosistemes forestals. Ha publicat llibres de divulgació científica, com ara *Ecologia, avui* (Barcelona, Teide, 1978) i *L'educació ambiental* (Barcelona, Omega, 1978).



Voldria centrar aquest article el coneixement funcional del bosc mediterrani molt més que en els aspectes descriptius, ja més tradicionals i dels quals altres persones que han intervingut en aquest cicle podrien haver parlat amb molt més coneixement de causa. Amb això no vull dir, és clar, que la descripció dels ecosistemes forestals mediterranis estigui molt feta, que tinguem catàlegs ben complets de plantes i animals. Al contrari, en grups tan importants com els artròpodes o els fongs tenim grans llacunes i això fa ben difícil la comprensió de molts mecanismes essencials. Però miraré de centrar-me sobretot en la consideració dels aspectes funcionals perquè entenc que aquesta setmana, tal com expressen els programes de mà que ens han repartit, està orientada a problemes que tenen a veure amb la gestió, i que aquesta no pot trobar una base científica sense una comprensió dels mecanismes que regeixen el funcionament dels ecosistemes.

Què sabem doncs del funcionament dels boscos mediterranis? Plantejada així, aquesta podria ser una conferència ben curta, però, és clar, no quedaria bé. El cert és que en sabem ben poca cosa. Els

països mediterranis europeus no figuren entre els més interessats per la recerca, sigui per allò de la sensualitat a què ens convida el clima o per raons socioeconòmiques més serioses, lligades al tòpic diàleg nord-sud (que tampoc no sé què vol dir).

Els europeus del nord que vénen de pas han fet contribucions als estudis descriptius, però els de caire funcional demanen unes instal·lacions i uns equipaments que normalment la gent no s'emporta per anar de vacances a la platja. El cas és, doncs, que fins fa pocs anys només podíem disposar d'uns primers elements de coneixement ecofisiològic nascuts de l'esforç dels grups creats a Montpeller; en particular, alguns deixebles de Braun havien mirat d'estendre la descripció fitosociològica de les comunitats cap a la mesura de diversos paràmetres.

ELS PROGRAMES DE RECERCA

Molt més recentment, amb la creació del CEPE a Montpeller, comença a funcionar un equip ben dotat amb programes sobre vegetació, ecofisiologia i sòls de la garriga de *Quercus coccifera* i el bosc de *Quercus ilex* sobretot; els principals resultats comencen a aparèixer cap a finals dels anys 60 i han seguit arribant-ne fins avui mateix, sobretot en aspectes relatius a estructura del bosc, biomassa i producció, ecofisiologia de les espècies dominants (fotosíntesi, respiració, transpiració, etc.), processos de reciclatge i subsistema edàfic, amb els treballs d'Eckardt, Lossaint, Rapp i altres. A Itàlia, també a

finals dels seixanta, el grup de Susmel va començar a treure treballs sobre els alzinars de Sardenya. Els anys setanta no han vist gaires equips nous incorporar-se a aquest camp. A Grècia, Margaritis s'ha mostrat força actiu en treballs sobre comunitats de degradació. Catarino, a Portugal, ha encapçalat alguns intents.

Specht, un australià, a més de treballar sobre ecosistemes de tipus mediterrani al seu país, va fer alguna aportació al coneixement de la garriga provençal. Els ecosistemes mediterranis més ben estudiats són, sens dubte, diverses variants del "chaparral" californià. Primer Motney, i després Miller, a San Diego, han fet estudis força amplis encaminats a determinar de quina forma els vegetals mediterranis s'adapten a les condicions específiques del seu medi i quines respostes funcionals donen a les variacions ambientals. Els treballs del grup de San Diego s'han estès també al "matorral" xilè, i han conduït a formular un model que ells anomenen *Medecs* (Mediterranean Ecosystem Simulator), que han aplicat a diverses espècies arbustives del "matorral" i el "chaparral" i que permet determinar a partir d'un conjunt de dades considerables les pautes d'utilització de recursos, siguin diaris, estacionals o anuals, i entenen per recursos l'energia lluminosa, l'aigua i el nitrogen essencialment. Aquest és, de bon tros, l'estudi funcional més important que existeix sobre ecosistemes mediterranis, però ni es tracta de boscos ni la composició de les comunitats s'assembla a les nostres. També a Califòrnia hi ha força treballs sobre cicles biogeoquímics, sobretot associats al problema dels incendis del "chaparral".

LES INVESTIGACIONS MEDITERRANES

ciència 20

octubre 1982/Volum 2/575 15

LA RECERCA SOBRE ELS BOSCOS A CATALUNYA

Ara parlarem de casa. Si la situació general no és gaire bona, la nostra, és clar, tampoc no és excel·lent. El primer intent fet a casa nostra en ecologia forestal mediterrània, amb una òptica funcional, va iniciar-se fa escassament quatre anys, gràcies a un projecte conjunt dels departaments d'Ecologia de les Universitats Central i Autònoma i el de Biologia i Geologia de la Universitat d'Alacant. L'èmfasi d'aquest projecte es posa en els cicles de nutrients dins l'ecosistema de l'alzinar muntanyenc, però es consideren també altres aspectes relacionats amb els recursos energètics i d'aigua, i es procura d'establir una comparació amb altres menes de bosc, sobretot fageda i avetosa. L'antic ICONA per l'alzinar i el Servei de Parcs Naturals per la fageda i l'avetosa ens van oferir l'espai físic on establir les nostres estacions d'observació i en el primer cas fins i tot disposem ara ja d'un laboratori de camp al Vilar de la Castanya.

En una primera etapa, el nostre treball es va centrar en la descripció estructural del bosc, com a descripció prèvia indispensable, i va caler fer una anàlisi força detallada de com es distribueix la biomassa en troncs, branques, fulles i altres components (vegeu (ciència) n.º 9).

Un cop feta aquesta descripció, podríem passar a plantejar-nos altres qüestions. Aquestes dades per exemple són essencials per poder prendre mostres i avaluar la quantitat de nutrients presents en els vegetals. El nostre estudi fins ara s'ha centrat en sis elements principals, sodi, potassi, calci, magnesi, nitrogen i fòsfor, als quals podem afegir els clorurs i tres oligoelements, Fe, Mn i Zn. La concentració de cada nutrient a cada part dels vegetals varia estacionalment i amb l'edat, i hem procurat de seguir aquestes variacions.

La direcció última cap a la qual apunta la

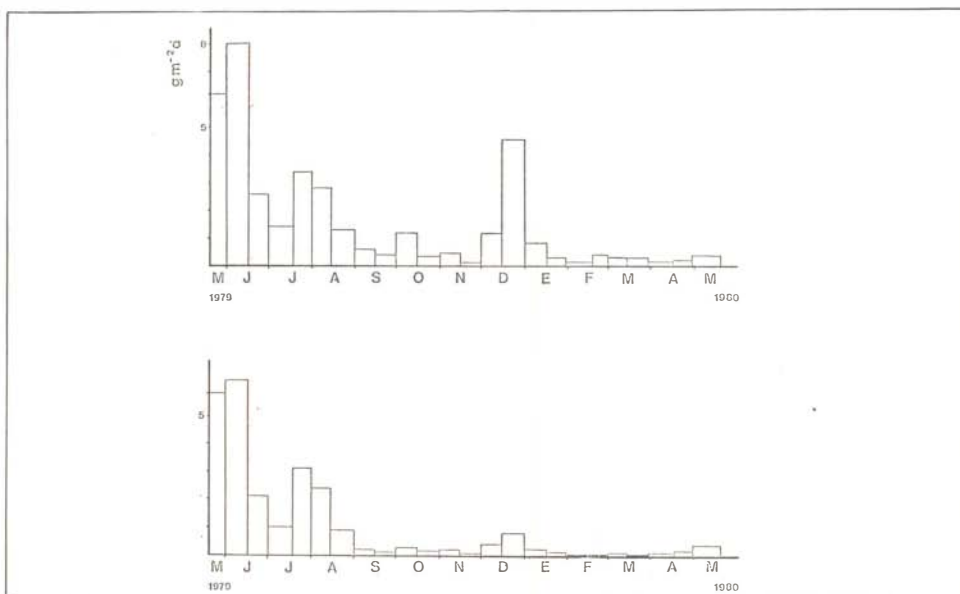
nostra intenció és conèixer les pautes de circulació d'aquests i si és possible altres elements, per veure si una anàlisi de les aigües de sortida d'una conca ocupada essencialment per un determinat ecosistema pot ajudar-nos a interpretar respostes globals d'aquest sistema a diverses situacions. Margalef i jo mateix hem emprat sovint un símil: les aigües d'escorriement superficial donen una informació integrada sobre el metabolisme general del sistema que drenen, una mica com l'anàlisi d'orina permet detectar respostes metabòliques del cos humà. En ecologia és molt important trobar paràmetres i claus d'interpretació sintètiques de les respostes metabòliques del sistema. En ecosistemes tan complicats com els boscos, d'estructures molt permanents, en els quals els canvis de paràmetres com la diversitat o la relació producció/biomassa en un mateix lloc són normalment lents i en què la història juga un paper tan fort, aquesta aproximació per la via dels balanços de nutrients i la connexió amb els sistemes operatius és una de les que més semblen permetre progressos útils, tant per a la comprensió dels mecanismes com per a la possibilitat de fonamentar una gestió enraonada.

Per arribar al coneixement necessari dels cicles biogeoquímics ens calia cobrir successivament un seguit de fases. En primer lloc cal saber quines són les entrades materials al sistema. Una pot ser mesurada: és l'aigua de pluja, amb els nutrients que arrossega de diferents parts de l'atmosfera. L'altra només pot mesurar-se indirectament, si coneixem les altres entrades i sortides, per diferència: és la meteorització de la roca mare. Per tant, s'ha estudiat l'aigua de pluja fora del bosc i la seva composició. Diguem de passada que el ph de l'aigua de pluja al Montseny s'ha mostrat àcid, amb una mitjana de 4,6 i amb extrems inferiors a 4, el que és una prova de la presència de contaminants atmosfèrics d'origen industrial i urbà, situació molt general a Europa, on sovint els valors observats són encara força inferiors i és sabut que això pot produir perturbacions considerables en el

quimisme del sòl. També assenyalaré que la composició química de la pluja és molt variable, i que en part depèn de la procedència de les masses d'aire. Per tant, un seguiment prolongat amb períodes curts de recollida és indispensable.

L'aigua incident, però, no arriba tota al sòl, una part s'intercepta a la vegetació i d'allà s'evapora, i la que hi arriba veu modificada la seva composició; segons la ruta que segueixi, rentarà les fulles dels arbres, lliscarà pels troncs, seguirà camins de degotament importants, etc. Hem mirat d'estudiar també aquests processos. L'aigua que traspua de les capçades pot veure augmentada per exemple la seva concentració de potassi vint vegades respecte a la pluja incident. Per tant, l'aigua de pluja contribueix al transport de materials de les capçades cap al sòl d'una forma prou important. D'aquesta manera hem pogut determinar els aports externs de nutrients i les transferències de les capçades al sòl originats pel moviment de l'aigua de pluja, i tenim una idea de la pauta d'arribada al sòl.

Un altre procés essencial en el retorn de materials de la vegetació al sòl és la caiguda de fullaraca, fruits, branques i altres materials. De tot plegat en diem virosta. També des del començament, vam mirar d'establir les quantitats indicades en aquest procés. Per donar-vos una idea diré que al nostre alzinar la caiguda de materials en pes sec representa entre 4 i 5 t/ha l'any, de les quals 3 són de fulles. La fulla de l'alzina no és tan perenne, al cap i la fi, perquè té una vida mitjana de només dos anys: les fulles presents a l'alzinar i vives són de l'ordre de 6 t/ha, un valor que és el doble del que hem trobat a la fageda. La caiguda de fulles es produeix concentrada, sobretot entre maig i agost, a mesura que surten i es desenrotllen les fulles noves. Els retorns de nutrients al sòl amb la virosta caiguda són equiparables als que representa el rentat per la pluja i gairebé iguals pel que fa al potassi, superiors pel calci i el magnesi i inferiors pel sodi per exemple. Pel potassi, en un i altre cas els aports totals són de l'ordre dels 20 g/ha.



Un cop l'aigua o la virosta han arribat a terra, els nutrients tenen una història ben diferenciada. La virosta es descompon a un ritme força lent i molt discontinu (la major part del procés es dona en períodes força curts de condicions favorables). És difícil donar estimacions realistes de la velocitat de la descomposició, perquè tots els mètodes disponibles exclouen l'acció dels animalons una mica grossos, com els cucs de terra, que poden ajudar a accelerar-lo molt. En bosses de malla, caps i per altres procediments hem trobat taxes de pèrdua de pes d'entre el 25 i el 50% anuals.

L'abundància de fullaraca al sòl varia molt. Sobre els sòls plans hem observat, tant a l'alzinar com a la fageda, encara que el volum fos molt diferent, xifres de l'ordre d'11 t/ha de virosta. En certs llocs aquests acúmuls constitueixen uns excedents importants, i al cas de la fageda és sabut que poden tenir efectes inhibidors del sotabosc, com si es tractés d'una forma natural de contaminació per residus sòlids.

Els nutrients alliberats per descomposició poden tornar a les plantes, o bé ser retinguts al sòl, o rentats per l'aigua en la seva percolació. Estem iniciant ara el seguiment de l'aigua que es pot extraure del sòl a diversos nivells de profunditat per veure els nous canvis que es produeixen en la seva composició, però encara és aviat per donar-ne resultats.

Finalment, l'aigua, per un camí o altre, la retrobem a la sortida de la conca en el torrent o riera. Hem fet una colla d'observacions i anàlisis de les aigües d'escorriment superficial i de les de fonts al Montseny en diverses campanyes, i en seguiment més continuat a les fonts més properes a la nostra estació. També s'estan estudiant les aigües superficials de la Calma amb l'objectiu de determinar els efectes de certes pràctiques de crema controlada per afavorir les pastures. En aquest cas, i en els estudis que realitza a Prades el grup d'Alacant, s'ha establert un sistema de control de les sortides amb estacions d'aforament que disposen de registradors del cabal i aparells automà-

tics de presa de mostres a intensitats regulars. Aquest tipus d'instal·lacions són l'únic mitjà per tenir un control suficient de les sortides de nutrients del sistema. S'estableixen en conques de petites dimensions (poques hectàrees) i vegetació homogènia i substrat impermeable. Amb aquestes dades de sortides i les d'entrada per la pluja es poden establir balanços globals. Si descomptem el creixement de la vegetació, la diferència entre sortides i entrades per la pluja ens dona el valor de la meteorització i també el balanç hídric del sistema. El concepte d'ecosistema-conca és un progrés important en l'ecologia terrestre, introduït fa vint anys per Bormann i Likens a l'estació experimental de Hubbard Brook. L'estació de Prades ja fa uns quants mesos que funciona i la de la Calma molt menys. En poc temps esperem tenir-ne una altra a la Castanya. També aquí és aviat encara per avançar resultats. Però en canvi sí que tenim observacions regulars a les aigües de la Castanya, que posen de manifest alguns fets importants. Voldria destacar el paper regulador de l'ecosistema que podem veure si comparem les entrades de potassi per l'aigua de pluja o la virosta amb les sortides. La concentració de sortida és pràcticament constant (vegeu (ciència) n.º 9).

Encara que el nostre estudi està sobretot orientat a la biogeoquímica dels ecosistemes forestals, hem procurat no oblidar altres qüestions bàsiques. El nostre projecte conté un programa sobre la radiació i els pigments fotosintètics, que porta el departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona, que ha donat resultats de gran interès, en particular sobre la variació del clima radioactiu al llarg del perfil vertical del bosc, les considerables diferències existents entre les proporcions relatives de carotens i xantofil·les d'una banda i clorofil·la de l'altra, i sobretot la constatació que sobretot a l'estiu la quantitat de clorofil·la per unitat de superfície presenta un màxim subsuperficial entre 2 i 4 metres per sota de la superfície externa de les capçades, mentre a la part superficial, en canvi, els fotosistemes es-

tan saturats i la quantitat de clorofil·la és independent de la radiació fotosintèticament activa.

Un altre dels programes que estem desenvolupant fa referència a l'economia de l'aigua. Les nostres observacions es basen a determinar la transpiració i la resistència a la difusió de les fulles, al mateix temps que l'estat hídric mesurat, sigui pel potencial hídric o pel dèficit hídric de saturació. També en aquest cas s'han pogut detectar diferències de comportament substancials entre les fulles de sol i les d'ombra. El caràcter xerofític de les fulles de sol, palès ja des d'un punt de vista morfològic (dimensions més petites, més gruix, major nombre d'estomes per unitat de superfície) es confirma en el funcionament. Les fulles de sol en condicions de dessecació al laboratori mantenen potencials no tan baixos i al camp la regulació estomàtica es mostra molt efectiva. Continuem treballant en aquest terreny.

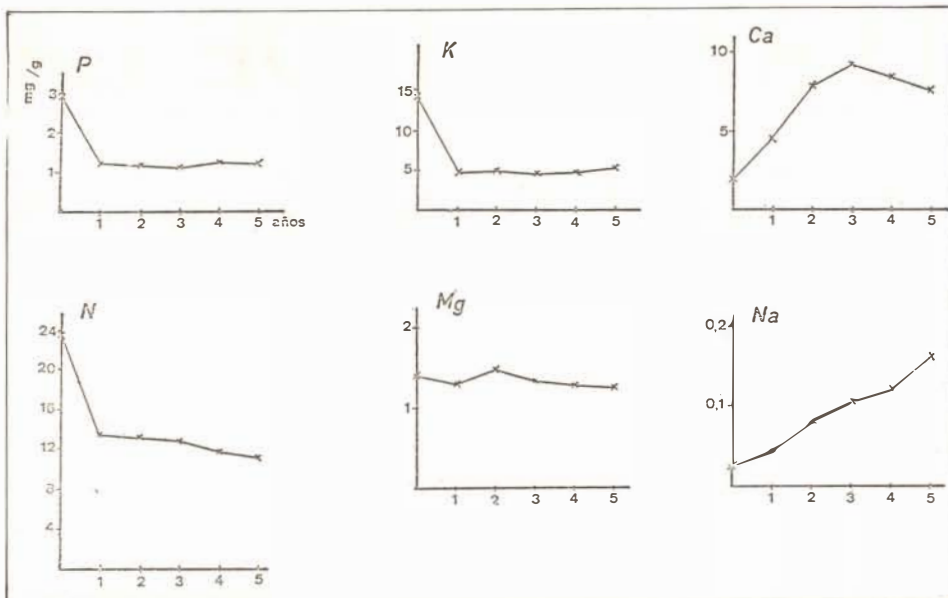
CONCLUSIONS

Crec que ja va essent hora d'acabar. He parlat, doncs, d'un estudi de quatre anys que, en diferent grau i durant períodes diversos, s'ha ocupat de cicles biogeoquímics, radiació i pigments, aigua i economia hídrica. Això vol dir uns equipaments i un grup d'investigadors que s'ha estat formant. Però no puc pas mostrar-me triumfalista.

En primer lloc, aquest és un balanç molt pobre per al panorama general de l'ecologia terrestre al nostre país i en particular per al creixement del bosc mediterrani. Pocs anys, poc material, poques persones i poc preparades encara.

En segon lloc, el projecte mateix ha patit no poques dificultats i alguns errors de plantejament, atribuïbles espero que en bona part a manca d'experiència en un programa tan ampli, i també al caràcter poc diversificat de la formació dels investigadors. Hauria calgut comptar per exemple amb hidròlegs, químics, edafòlegs i no només amb ecològics.

En tercer lloc, aquesta mena d'estudis no poden fer-se amb la tradicional llibreta i



Variació de les concentracions de nutrients a les fulles d'alzina en funció de l'edat
Caiguda de virosta (A) i de fulles (B) a l'alzinar en $g\ m^{-2}\ dia^{-1}$

el llapis no menys tradicional. Això vol dir que, acabat el finançament del projecte, no serà fàcil mantenir en funcionament les estacions d'observació, i és lamentable perquè convindria acumular força dades encara, sobretot per als aspectes de balanç global, dels quals encara tenim poca informació.

Finalment, aquesta mena d'estudis poden ser útils per tractar problemes de gestió. El bosc mediterrani s'enfronta amb almenys aquests grans grups de problemes que demanen un aprofundiment dels nostres coneixements:

- a) Els incendis forestals, la seva prevenció i els seus efectes sobre el sòl i la regeneració.
- b) Els tractaments silviculturals, en particular els efectes de certes intervencions mecàniques.
- c) La introducció d'espècies exòtiques.
- d) L'ús de biomassa per produir energia, *last but not least*, pot ser el perill més gran per al bosc mediterrani en concret si l'explotació es dispara i seguim sense saber aplicar una gestió correcta.

Recordem que la utilització energètica representada pel carboneig ja va ser la principal causa de degradació del bosc mediterrani, i en desaparèixer va permetre la seva recuperació espectacular, malgrat els incendis i les urbanitzacions. Una explotació d'aquesta mena, industrialitzada i amb semblant ignorància del funcionalisme del bosc, podria ser catastròfica.

Sobre aquestes grans qüestions i algunes altres es discuteix molt però ningú no estudia res. Cal posar des d'ara en peu experiments i estacions de seguiment, perquè els resultats no seran immediats. L'estratègia a seguir en el progrés científic sobre aquests camps a casa nostra no és senzilla. L'estat en què ens trobem demana inversions en equips. No hi ha cap institut de recerca forestal. No sé si el camí és aquest, però almenys caldria buscar la confluència d'esforços entre els pocs nuclis avui existents, al voltant de projectes amplis, i, és clar, no deixar-los morir d'inanició.

(J. Terradas)

Ve de la pàgina 11

i que les collites, en aquestes terres pobres, disminueixen ràpidament d'un any per l'altre: desforestació, doncs, poc útil. El descarnament consegüent dels vessants massa rostos i la deterioració progressiva del medi poden érrer raons suficients, des d'un punt de vista àdhuc purament tècnic, per no canviar la vocació forestal natural de molts terrenys.

L'expansió de la vinya va comportar el creixement d'una indústria de botada molt important. El castanyer, fusta preferida dels boters, va ser l'objecte d'una silvicultura intensiva alhora que original. En certs indrets com és ara el Montseny les artigues, després de tres o quatre anys d'utilització com a camps de conreu, es repoblaven de castanyers. La demanda de botes per a l'aiguardent destinat a l'exportació cap als mercats americans va fer, però, insuficients les existències en fusta de castanyer. La importació d'aquesta fusta de botada, de Sardenya i fins i tot de Romania, esdevingué molt important; tots els petits ports de la costa, exportadors de vins i aiguardents, foren alhora importadors de fusta de castanyer.

El procés d'expansió de la superfície ocupada pels ceps continuà durant la segona meitat del segle XVIII i tot el XIX. No va ser, però, un procés continu, sinó que va tenir alts i baixos notables; així, entre el 1780 i el 1789 es produí una primera crisi i hom plantà oliveres en lloc de ceps. Aquests dos cultius varen continuar la seva expansió després dels anys de crisi. A tall d'exemple, podem dir que a Montserrat (a les propietats que depenien del monestir) la producció de vi quasi es va doblar entre 1819 i 1832 i la d'oli va augmentar una quarta part: aquest increment fou més extensiu que no pas intensiu, és a dir, es fa ver a costa del bosc principalment. Durant el període de la guerra del Francès, el procés d'expansió s'aturà. Els anys següents, i fins al 1828, hi va haver un nou relleu, alhora que els propietaris, per rescabalar-se de les pèrdues sofertes els anys de guerra, varen tallar un nombre important de boscos.

La segona meitat del segle XIX, sobretot a partir de la crisi fil·loxèrica a França, on la vinya va gairebé desaparèixer cap al 1868, el desenvolupament de la producció vitícola va assolir el màxim. La vinya s'enfilà per les voreres del Segre i de les dues Nogueres i ocupà noves àrees. Per augmentar aquesta producció hom sacrificà els boscos i certs conreus tradicionals com els dels cereals; el preu del vi pujava mentre el del blat descendia (la represa del comerç amb l'Amèrica independent va ser un altre factor bàsic que incidí en aquest sentit).

La fil·loxera, però, no va romandre tan sols a França, sinó que penetrà també a Catalunya, on va ser causa de la greu crisi dels dos darrers decennis del segle XIX. La majoria de les feixes fetes els

anys d'expansió anteriors varen ser abandonades: tornaren al bosc en certs casos i restaren ermes en altres; al Moianès, per exemple, el bosc poc dens i capriciosament estes ha repoblat zones anteriorment vitícoles.

El segle XIX també va veure una important expansió demogràfica; molt ràpida durant la seva primera meitat i alentida a la segona. Alhora, es produeix un transvasament de població molt important: la gent de la muntanya descendi cap a les terres baixes. El nombre de masos s'incrementà i les pràctiques d'artigatge tingueren un nou impuls en mans d'aquests colonitzadors. Un nou cultiu, la patata, s'anava introduint a les terres planes i fredes de la depressió central.

Una part important d'aquests pagesos restaren com a masovers en masies ja existents. Els contractes de masoveria, que tenen origen al segle XVII i que existeixen encara avui dia, han anat canviant molt en el curs del temps. Originalment podien ésser orals o escrits, i la part dels guanys percebuda del propietari ha estat influida per les circumstàncies que el desenvolupament de la indústria duia encoblades. Pel que fa al bosc, l'amo es reservava el dret a explotar-lo; el masover, però, en podia aprofitar la llenya per al seu consum.

El progrés de la producció agrària durant el segle XX ha estat degut més aviat a una intensificació i racionalització dels mètodes de cultiu que no pas a una extensió de les terres conreades: l'agricultura no ha estat, aquest segle, un factor important en el procés de desboscament. Tanmateix, després de la guerra civil del 36, es feren alguns artigatges, encara que la destrucció de boscos per aquesta raó va ser poc important.

Per últim, cal dir que la mecanització de l'agricultura ha estat el motiu més important de la desaparició arreu de l'anomenat "bosc buit". Aquest bosc, format per pastures amb alzines o roures aïllats que protegeixen de la pluja i del sol, era part important del paisatge tradicional de moltes comarques catalanes.

1. L'artigatge és una forma tradicional de rompuda mitjançant la utilització del foc. El colonitzador hi procedia tallant els arbres, arrencant les arrels i tallant la malesta. A continuació llaurava la terra i utilitzava la cendra provinent de la cremada com a adob. Aquest procediment pot ser la base d'una agricultura minera que els autors anglesos i nord-americans anomenen *shif cultivation*; en aquest cas el camp s'abandona al cap de pocs anys quan ha perdut la fertilitat natural, o bé es fa servir per aconseguir guanyar terres noves al bosc de manera permanent. En el primer cas el bosc torna a envair les terres abandonades.

2. Els formiguers o boigues s'utilitzaven com una tècnica per adobar els terrenys. Hom cremava les fulles i la terra damunt pilons de llenya i n'escampava la cendra pel terreny. Al Montsec i la Segarra era una pràctica utilitzada fins fa poc. Sovint es feia servir, com al Vallès, la llenya esporgada dels pins.

3. El cultiu de l'olivera s'va estendre molt durant aquests dos segles, i de fet és el que va assolir l'expansió més important després de la vinya, no dependent tant com aquesta del mercat exterior.