

SOCIETAT CATALANA
DE GEOGRAFIA
RESPOSTA DELS SÒLS
A L'ABANDONAMENT
DE LA MUNTANYA:
EL PIRINEU CATALÀ,
A CÀRREC DE
JOAN MANUEL SORIANO
I DAVID MOLINA,
DE LA UNIVERSITAT AUTÒNOMA
DE BARCELONA

L'actual model econòmic de desenvolupament, vigent des de fa algunes dècades, és, sens dubte, un dels principals responsables de la dinàmica demogràfica que es dona en tots els estats del món occidental. Aquesta dinàmica es concreta, a grans trets, en una migració generalitzada del camp a la ciutat, de l'àmbit agrari i ramader als espais metropolitanans. És el que s'ha convingut anomenar *èxode rural*.

La situació en el nostre país no és diferent, ans al contrari: la major part de municipis rurals (és a dir, tots aquells que no es troben inclosos en els conjunts metropolitanans, ni formen part del litoral turístic ni els corresponents a les majors capitals comarcals) han perdut, en major o menor grau, una bona quantitat de població. Aquest procés s'inicià a mitjan segle XIX i ha implicat de manera progressiva la transferència de població des dels petits nuclis rurals fins als centres comarcals i a les grans àrees urbanes. La impossibilitat d'adequar un gran nombre d'explotacions agrícoles tradicionals a l'economia de mercat ha redefinit el concepte d'*espai marginal*, tot eixamplant de manera creixent els seus límits. Gran nombre del que actualment anomenem *espais naturals*, antany formaven part dels espais marginals de la frontera agrícola del segle XIX, utilitzats amb menys intensitat com a recurs alimentari, energètic, ramader o agrícola circumstancial (artigues). L'extensió de la marginalitat vers terrenys agrícoles ha provocat una «naturalització» d'aquest espai amb un seguit de conseqüències en els vessants natural i social d'aquests àmbits rurals.

Si centrem l'atenció en els territoris de muntanya, podem comprovar que la magnitud o la intensitat del fenomen que hem descrit suara adquireix dimensions molt superiors: l'anàlisi de la situació de les sis comarques pertanyents a l'Alt Pirineu (Alt Urgell, Alta Ribagorça, Cerdanya, Pallars

Jussà, Pallars Sobirà i Val d'Aran) confirma que més de cent nuclis de població estan totalment deshabitats i una xifra lleugerament similar són habitats per tres famílies o menys (sempre menys de deu persones). Efectivament, el conjunt d'aquestes sis comarques, que ocupen una superfície corresponent al 18% del territori català, acull actualment l'1% de la població de Catalunya, és a dir 66.067 habitants, segons dades del cens de 2001.

L'efecte immediat d'aquest procés de despoblament de les comarques de muntanya és l'abandonament del territori en sentit ampli, és a dir, la major part dels espais muntans antigament o recentment conreats, pasturats, explotats forestalment, etc. ara han deixat de ser utilitzats, de ser gestionats.

L'ABANDONAMENT DE LA MUNTANYA

A partir de la consulta de diverses fonts, treballs i recerques —publicades o inèdites— i per mitjà de diverses tècniques i metodologies (palinologia, antracologia, reconstitució fotogràfica, buidatge d'arxius, treball de camp, etc.) s'ha pogut constatar que, de manera generalitzada, els territoris de muntanya han experimentat una profunda transformació del paisatge. El sentit d'aquesta transformació és la progressió generalitzada de l'espai forestal, l'extensió sobre el terreny dels boscos i dels matolls, en detriment de la superfície conreada i pasturada. A tall d'exemple, podem comparar les figures 1 i 2, corresponents al sector occidental del vessant septentrional de la serra del Cadí (indret proper a Cava, municipi de l'Alt Urgell): la primera representa com podia ser el paisatge d'aquest espai pels toms de l'any 1900, amb el bosc confinat a les parts més altes i abruptes, mentre que els conreus i els prats de pastura ocupaven tot l'espai potencialment apte (entesa l'expressió en sentit molt ampli) per a tal ús.

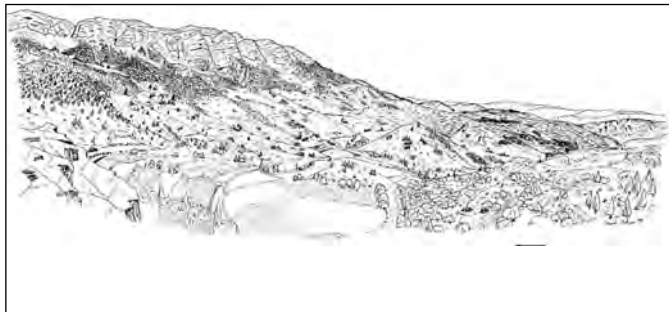


FIGURA 1. *Representació del vessant nord de la serra del Cadí a principis del segle XX (dibuix de David Molina, 2000).*

La segona figura correspon al paisatge actual: el bosc ha recuperat pràcticament tot l'espai que li havia estat arrabassat i ara ocupa els indrets més costeruts i obacs, però també els més plans i assolellats; les parts més altes, prop de les carenes —on recupera a poc a poc, tímidament, el seu límit altitudinal— i les més properes al fons de la vall. No és poc negar que l'augment de la superfície forestal és espectacular, s'hi ha produït un tancament i una homogeneïtzació quasi totals.

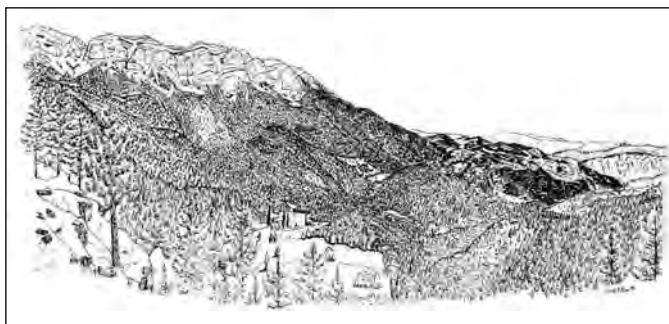


FIGURA 2. *Representació del vessant nord de la serra del Cadí l'any 1998 (dibuix de David Molina, 2000).*

Una altra manera de constatar aquest fenomen és comparant com ha variat al llarg del temps la superfície ocupada per conreus: les figures 3 i 4 corresponen a l'antic terme municipal de Tuixén, i s'hi ha representat, respectivament, la màxima extensió dels conreus (possiblement corresponent a mitjan segle XIX) i l'àrea ocupada pels camps de conreu l'any 1994 (molt similar a l'actual, l'any 2002). Des d'un punt de vista quantitatiu, s'ha passat de 940 ha (el 25 % de la superfície del terme) a 132 ha (el 3,5 %). Des del punt de vista qualitatiu, han desaparegut tots els conreus de cereals, tubercles, vinya..., i actualment tot es dedica a farratge i a la producció de pinso per al bestiar.

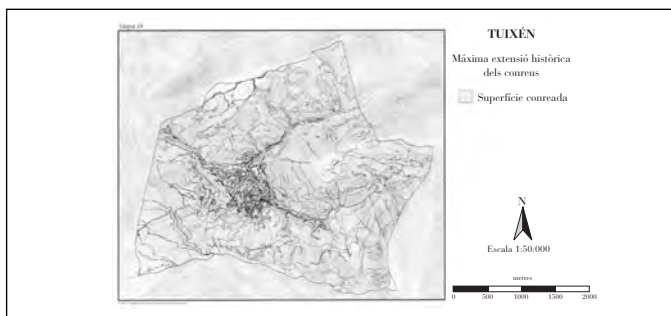


FIGURA 3. *Superfície ocupada pels camps de conreu a mitjan segle XIX.*



FIGURA 4. *Superfície ocupada pels camps de conreu l'any 1994.*

Hi ha infinitat d'exemples com aquest per tot el Pirineu, si més no en l'àmbit de les sis comarques en què hem situat l'estudi: Alt Urgell, Alta Ribagorça, Cerdanya, Pallars Jussà, Pallars Sobirà i Val d'Aran (vegeu la figura 5).



FIGURA 5. Àmbit de les comarques de l'Alt Pirineu occidental.

EL DESPOBLAMENT

Evidentment, l'explicació d'aquests canvis es troba en l'abandonament generalitzat de la gestió dels territoris de muntanya per part de la població. I aquest abandonament té la seva causa immediata —si més no al llarg de quasi tot el segle XX— en el procés de despoblament que han experimentat aquestes co-

marques de muntanya: efectivament, per al conjunt d'aquestes sis comarques, la població ha passat de més de 100.000 persones l'any 1857 (on es troba el màxim de població per al conjunt de les comarques de muntanya) a poc més de 65.000 en el darrer cens, el corresponent a l'any 2001. Això representa una davallada de més d'un terç (vegeu la figura 6). El descens de la població no es manté, sinó que s'alternen fases de davallada més acusada amb períodes d'una certa estabilització i fins una lleugera remuntada. Però la diferència esmentada entre el principi i el final és aclaparadora. Comentari a part mereix la reactivació final, que veurem més endavant.

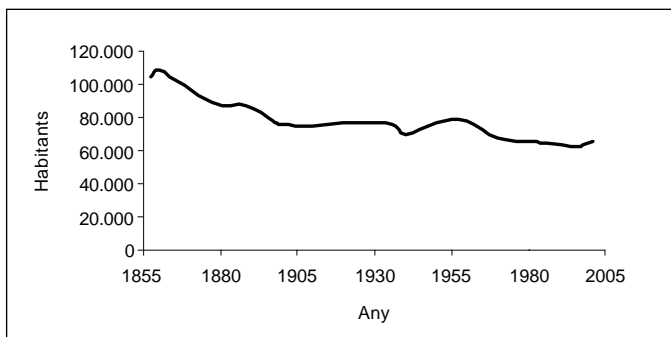


FIGURA 6. Evolució de la població de l'Alt Pirineu occidental entre 1857 i 2001.

Però si canviem l'escala d'anàlisi i observem la tendència comarca a comarca, veurem que hi ha diferències significatives (vegeu la taula 1): mentre que el Pallars Sobirà i el Pallars Jussà perden prop de dos terços de la seva població, l'Alt Urgell, la Val d'Aran i l'Alta Ribagorça *només* han perdut entre un terç i un quart dels habitants; mentre que la Cerdanya es manté pràcticament estable, ja que en aquests quasi cent cinquanta anys la diferència de població només és de noranta-quatre persones menys.

TAULA 1. *Comparació de la població de les comarques del Pirineu entre 1857 i 2001*

	<i>cens 1857</i>	<i>cens 2001</i>	<i>diferència</i>	<i>%</i>
Pallars Sobirà	18.762	6.140	12.622	67,27
Pallars Jussà	28.844	12.390	16.454	57,04
Alt Urgell	26.048	19.466	6.582	25,27
Alta Ribagorça	4.600	3.617	983	21,37
Val d'Aran	9.908	7.938	1.970	19,88
Cerdanya	14.609	14.515	94	0,64
Total Alt Pirineu	104.628	66.067	38.561	36,86

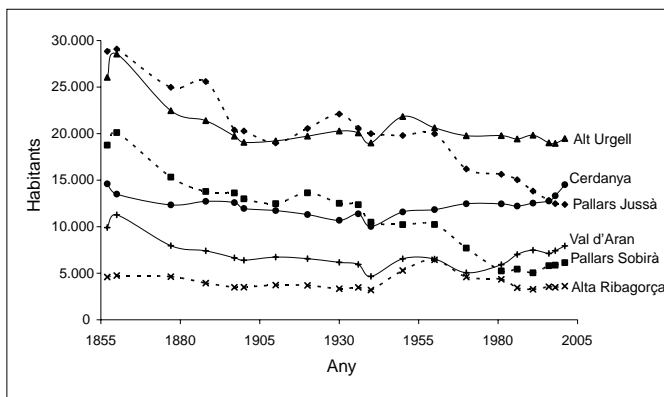
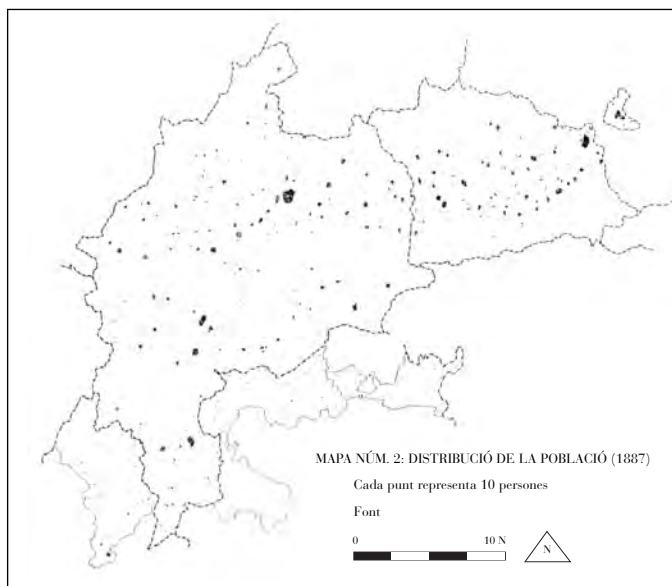


FIGURA 7. *Evolució de la població de les comarques de l'Alt Pirineu occidental entre 1857 i 2001.*

Si augmentem l'escala i passem de l'àmbit comarcal al municipal, i prenem l'exemple més exagerat, el del Pallars Sobirà, podem veure que efectivament tots i cadascun dels seus municipis —inclosa la capital, Sort— perden població. En el cas de l'Alt Urgell, que perd prop d'un terç dels habitants, hi ha un parell de municipis que no sols no en perden, sinó que en guanyen, i força —sobretot la Seu d'Urgell. Això significa que la resta de municipis perden encara més població que la que deixa entendre la xifra global de la comarca.

Però encara podem afinar més: per als efectes que ens interessa, ens cal mirar aquest territori gairebé amb lupa. Les figures 8 i 9 corresponen a les comarques de la Cerdanya i l'Alt Urgell i presenten la distribució real de la població en el territori —inclou tots els nuclis de població, tant la capital municipal com els altres, els veïnats, les masies i la població dispersa en general— respectivament per als anys 1887 i 1981.¹



147

FIGURA 8. *Distribució de la població a la Cerdanya i l'Alt Urgell l'any 1887.*

1. El cens de l'any 1887 és el primer que millor presenta la població amb el nivell de detall que s'ha esmentat. Pel que fa a 1981, es tracta d'un estudi realitzat anteriorment pels mateixos autors i que es troba en procés d'actualització.

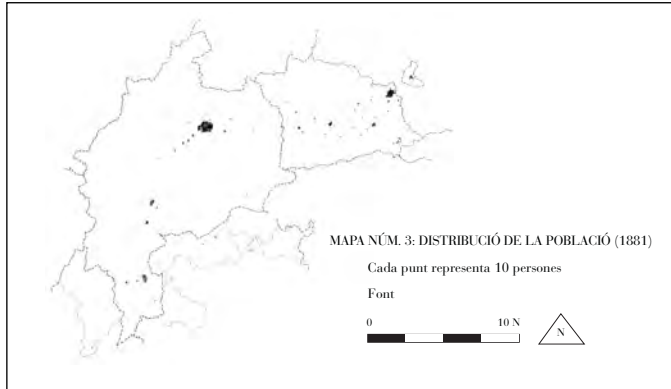


FIGURA 9. *Distribució de la població a la Cerdanya i l'Alt Urgell l'any 1831.*

148

No cal fer una observació gaire atenta per a adonar-se que en els quasi cent anys transcorreguts només hi ha uns quants nuclis que guanyen població: la Seu d'Urgell, Oliana i Puigcerdà. Tots els altres nuclis s'encongeixen de manera dràstica o bé simplement desapareixen. Efectivament, el resultat és un buidament exagerat de la major part del territori, fins i tot a la Cerdanya, on la xifra global (recordem que tan sols ha perdut noranta-quatre habitants) pot emmascarar la veritable dimensió del despoblament i, per tant, de l'abandonament real de la immensa majoria del territori.

CANVIS EN EL PAISATGE

Però el que ens interessa més de tot això és la incidència que té aquest procés de despoblament sobre el territori, sobre el paisatge: hem d'acabar explicant i interpretant les imatges diacròniques comentades anteriorment (vegeu les figures 1 a 4). Un dels llocs on hem treballat és l'àmbit del Parc Natural del

Cadí-Moixeró, on s'ha quantificat l'extensió de cadascun dels quatre grans usos (agricultura, ramaderia, boscos i superfície improductiva). A la llum de les dades de la taula 2 i de la figura 10 podem veure, en primer lloc, com els camps de conreu, que partien d'una situació discreta, acaben desapareixent. En segon lloc, els prats i les pastures segueixen una tendència paral·lela, però com que la superfície inicial és més gran, encara mantenen una presència important. En tercer lloc podem constatar que tot l'espai que ha deixat de ser conreat o pasturat ha estat recuperat pel bosc, que actualment ocupa més de la meitat del parc. Per fi, el lleuger augment de la superfície improductiva és degut a les superfícies de sòl erosionat per l'abandonament de les pràctiques conservacionistes.

TAULA 2. Variació de la superfície dels diferents usos al llarg del segle XX al Parc Natural del Cadí-Moixeró

Ús	1900		1957		1999		Var. 1900-1999	
	ha	%	ha	%	ha	%		%
Agrícola	4.885,9	11,3	1.314,6	3,0	47,7	0,0	-11,2	
Ramader	22.986,4	53,5	19.613,0	45,5	15.560,6	36,1	-17,2	
Forestal	11.879,5	27,5	19.102,1	44,3	23.812,3	55,2	27,7	
Improductiu	3.394,6	7,9	3.116,7	7,2	3.725,7	8,6	0,7	
Total	43.146,4	100,0	43.146,4	100,0	43.146,4	100,0	-	

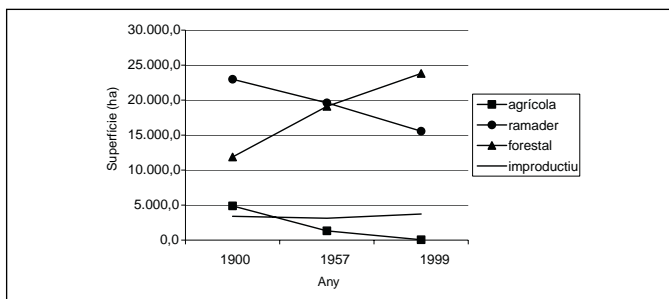


FIGURA 10. Variació de la superfície dels diferents usos al llarg del segle XX al Parc Natural del Cadí-Moixeró.

Aquests canvis en el paisatge, com es tradueixen en la fertilitat dels sòls, del seu mantell edàfic? Aquesta pregunta és la que s'intentarà respondre en els propers apartats d'aquest article.

LA GESTIÓ DE L'ESPai TRADICIONAL I ELS CANVIS
EN ELS USOS DEL SÒL EN EL SEGLE XX

L'aspecte cultural és cabdal en la comprensió de la fertilitat edàfica de l'espai agrari. Els tipus de conreus i la manera de gestionar-los, la quantitat d'aportaments orgànics i la cura en la conservació dels sòls de les pastures, o la maduresa dels boscos i el contingut de la fracció orgànica en horitzons forestals, són variables que s'han tingut en compte en l'elecció de les parcel·les de mostreig de les àrees homogènies.

L'estudi de l'abandonament dels sòls fins ara s'ha dut a terme en el Pirineu calcari, prenent com a àmbit representatiu el Parc Natural del Cadí-Moixeró i municipis adjacents. Un cop establerts els grans grups de sòls que es pretén estudiar, sòls recents de vessants damunt materials carbonatats de l'ordre dels entisòls i inceptisòls (*orthents* i *ochrepts* amb alguns *fluvents*), i identificada la seva distribució, es porten a terme un seguit d'entrevistes amb les persones de més edat dels pobles per tal de caracteritzar més bé l'espai actual i el del passat més recent. Aquesta metodologia s'ha mostrat més eficaç que l'anàlisi de cartografia cadastral històrica per a definir els trets més importants del tipus d'usos del sòl i la seva gestió en el període anterior a l'abandonament, pel fet que aquest mètode permet assolir més precisió a escala de parcel·la.

En general es pot assegurar que l'explotació del medi ha estat més extensiva que intensiva, amb les activitats agràries centrades en l'abastament de la població autòctona, i les

explotacions ramaderes i forestals dirigides als intercanvis amb la resta del territori. La transhumància, el transport de fustes en raïcs, el carboneig, i d'altres activitats són els exemples clars de fluxos de matèria i energia entre la muntanya i la plana, entre la font de matèries primeres i les àrees de consum i transformació.

Al Cadí-Moixeró, com a d'altres llocs del Pirineu, es poden definir tres grans conjunts d'espais productius en l'economia tradicional: per un banda, els pobles, masos i el mosaic de camps, camins i boscos al seu entorn; per una altra, les masses forestals. I, per fi, les pastures supraforestals.

Tots tres defineixen el clàssic espai agro-silvo-ramader, denominador comú de la majoria dels municipis de muntanya abans de la penetració del model capitalista, que es pot situar cap a 1950-1960 a les comarques de muntanya (Tulla, 1993). El pes d'aquestes activitats a cada comarca, però sobretot a cada municipi o entitat de població, varia d'acord amb una certa especialització en relació amb la disponibilitat de recursos; així, els municipis amb una àmplia superfície comunal de pastures supraforestals han estat tradicionalment ramaders, i agrícoles els que posseeixen els millors sòls en els fons de vall.

Els usos del sòl descrits, juntament amb les variables del medi físic: substrat carbonatat, radiació solar, tipus de pastures i tipus forestals, són els criteris per a definir les unitats de paisatge de les quals s'han extret les mostres de sòl. En tots els usos s'ha estudiat amb especial detall la intensitat d'explotació del medi segons l'existència de fenòmens erosius o any d'abandonament en les pastures, la càrrega ramadera i l'erosió de les pastures o la freqüència i intensitat de l'explotació forestal. El resultat és un mapa amb la llegenda següent:

Ús agrícola

conreus actius		solana		(1)
		obaga		(2)
conreus abandonats	entre 1999 i 1957		amb erosió	(3)
		solana	sense erosió	(4)
	abans de 1957	obaga	amb erosió	(5)
			sense erosió	(6)
		solana	amb erosió	(7)
			sense erosió	(8)
	obaga	amb erosió	(9)	
		sense erosió	(10)	

Ús ramader

pastures montano-subalpines	solana	elevada càrrega ramadera ($> 1,5 \text{ UR}\cdot\text{ha}^{-1}$)	(11)
		baixa càrrega ramadera ($< 1,5 \text{ UR}\cdot\text{ha}^{-1}$)	(12)
	obaga	elevada càrrega ramadera ($> 1,5 \text{ UR}\cdot\text{ha}^{-1}$)	(13)
		baixa càrrega ramadera ($< 1,5 \text{ UR}\cdot\text{ha}^{-1}$)	(14)
pastures supraforestals	solana	elevada càrrega ramadera ($> 1,5 \text{ UR}\cdot\text{ha}^{-1}$)	(15)
		baixa càrrega ramadera ($< 1,5 \text{ UR}\cdot\text{ha}^{-1}$)	(16)
	obaga	elevada càrrega ramadera ($> 1,5 \text{ UR}\cdot\text{ha}^{-1}$)	(17)
		baixa càrrega ramadera ($< 1,5 \text{ UR}\cdot\text{ha}^{-1}$)	(18)

Ús forestal

bosc poc intervingut (exemplars > 150 anys)	<i>Quercus pubescens</i> (solana)	(19)
	<i>Pinus sylvestris</i> (obaga a 1.700 m)	(20)
	<i>Pinus uncinata</i> (solana a 2.000 m)	(21)
bosc molt intervingut (exemplars < 50 anys)	<i>Quercus pubescens</i> (solana)	(22)
	<i>Pinus sylvestris</i> (obaga a 1.700 m)	(23)
	<i>Pinus uncinata</i> (solana a 2.000 m)	(24)

Per a entendre millor el paisatge actual (sintetitzat en aquesta llegenda), cal analitzar quina ha estat l'evolució recent d'aquest espai; novament la taula 2 mostra l'evolució dels principals usos del sòl en tres períodes clau: el paisatge de

1900 (hereu de la màxima extensió agrícola cap a 1860), l'any de la primera fotointerpretació i acceleració del declivi demogràfic (1957), i l'actualitat, amb l'abandonament total de l'agricultura i altres usos tradicionals (1999).

En una anàlisi detallada de les dades (que no incloem per a evitar allargar-nos excessivament) cal destacar la gran importància dels boscos de coníferes (*Pinus sylvestris* i *Pinus uncinata*) a obaga, mentre que les solanes estan dominades per un mosaic de pastures montanes-subalpines de baixa càrrega ramadera, rouredes i pinedes molt intervingudes. L'espai ramader supraforestal es manté per damunt del límit altitudinal superior del bosc (*timberline*), però les pastures montano-subalpines veïnes es redueixen significativament a causa del descens de la transhumància, sobretot a obaga. L'agricultura ha desaparegut a l'interior del parc i tan sols queden petites parcel·les; en canvi, són encara importants les pastures en camps abandonats al fons de les valls, als vessants sud o prop dels pobles.

En els darrers cent anys el Parc Natural del Cadí-Moixeró ha passat de ser un espai molt humanitzat a ser una reserva quasi exclusivament de caire natural. Els canvis més importants s'han produït en l'increment de la massa forestal per sota els 2.200-2.300 m, en detriment de les pastures i dels camps de conreu. En aquest període s'han invertit les ràtios entre usos, ha desaparegut l'agricultura i s'ha marcat una tendència clarament homogeneïtzadora del paisatge, amb totes les conseqüències de caire edàfic i ambiental que això implica.

153

LA FERTILITAT DELS SÒLS I LA GESTIÓ DELS USOS

El concepte de *fertilitat edàfica* plantejat en aquest estudi pren l'accepció més àmplia del terme (Porta *et al.*, 1994; Saña *et al.*, 1996) i atribueix molta importància a les propie-

tats físiques del sòl com a variables que determinen la seva conservació a partir de l'abandonament de l'agricultura i la disminució de l'alteració dels horitzons superficials per activitat ramadera o silvícola. El fet que ens trobem en una àrea de muntanya on la variabilitat espacial de la quantitat de sòl és molt gran condiona la profunditat, però també tots els aspectes relatius a l'estructura i textura. Aquests paràmetres són fonamentals per a entendre les característiques i la dinàmica de la vegetació que pot acceptar cadascun dels substrats i, tant o més important en el clima submediterrani de muntanya, la quantitat d'aigua que pot emmagatzemar.

La textura

Els sòls estudiats són franc-argilosos, francs i franc-argilo-sorrenecs segons els criteris de l'USDA (MAPA, 1986). La textura dels sòls poc evolucionats o degradats, com els entisòls de l'àrea d'estudi, es troba molt relacionada amb el tipus de substrat litològic. Per aquest motiu l'espai agrari concentra la major part de mostres en textures franc-argiloses, pel fet que es troba en substrats margocalcaris, mentre que les mostres més sorrenques corresponen a camps damunt de paquets col·luvials o al·luvials. La granulometria dels sòls en prats i boscos tendeix a contenir un percentatge més elevat de sorres també per causes en part litològiques. Cinc de les mostres es troben damunt de substrats calcopelítics amb regolites que aporten un bona quantitat de fracció superior a les quaranta mil·limicres, i sis damunt sòls descarbonatats damunt calcàries amb un procés de rentatge molt intens.

En àrees de muntanya amb sòls pobres és molt important conèixer la relació existent entre la fracció fina, la que és útil per a les plantes, i la grollera. Aquesta relació és fonamental per a conèixer la quantitat total de terra fina per

hectàrea (TF/ha), un paràmetre bàsic per a les explotacions agrícoles però que també pot ser útil en altres usos.

Els resultats posen de manifest uns sòls molt pedregosos amb una mitjana del 42,4 % d'elements superiors als 2 mm entre totes les mostres. Tot i amb això, la desviació estàndard també és molt elevada, sobretot entre l'espai ramader i el forestal. Sorpren l'elevada proporció de rudites en l'espai agrari, tant en l'abandonat com en l'actiu, entre el 25 % i el 60 % de la massa de sòl, que perfectament podria invalidar aquestes terres per als cultius.²

El sòl disponible per a les plantes

Les dades de la fondària dels sòls en els camps mostren una marcada irregularitat, amb un valor mitjà de 102,9 cm i una desviació estàndard de 42,4 cm. Aquest valor se situa entre la mitjana de les potències màximes (156,1 cm) i les mínimes (49,7 cm), amb coeficients de variació del 50,5 % i el 56,6 % respectivament. En canvi, els camps que encara resten actius contenen valors mitjans de 170 cm i potències mínimes superiors a la majoria dels camps abandonats, a causa de les exigències de la mecanització. Les potències dels sòls naturals són més baixes que les de l'espai agrícola, sobretot entre els prats i les pastures, amb una mitjana de 32,1 cm i un coeficient de variació del 19,4 % per a l'àmbit supraforestal, i de 43,9 cm de fondària mitjana en les pastures montano-subalpines però extremament variable (82 %). Els sòls forestals no són gaire profunds, i entre les mostres el valor mitjà és de

2. Les entrevistes als agricultors posen de manifest que a l'hora de llaurar la terra amb tir, han estat més mal considerats determinats sòls argilosos amb tendència a la compactació que no pas aquells amb gran quantitat d'elements grollers, que han estat sistemàticament extrets del sòl.

36,7 cm, però amb una desviació estàndard baixa (4,1 cm), que dóna lloc a un coeficient de variació de l'11,1%.

El càlcul de la TF/ha³ per a cadascuna de les àrees homogènies ens permet agrupar les àrees a partir de l'afinitat d'ús. D'aquesta manera es constata un augment apreciable de sòl útil en les mostres agrícoles, amb 1.230 Tm de TF/ha i una desviació estàndard de 688,5. Entre aquestes també cal destacar la reducció dels valors entre els camps abandonats amb erosió (993,2 Tm de TF/ha), lleugerament per sota del nivell de suficiència,⁴ en canvi l'augment és progressiu entre els estables, els quals, amb 1.142,9 Tm de TF/ha, també tenen el coeficient de variació més baix (37%), fins a assolir els nivells més alts en els dos camps actius: 2.257,3 Tm de TF/ha.

Els coeficients de variació més elevats corresponen a les mostres de l'espai ramader i al forestal, a diferència del que succeïa amb les potències. La fondària dels sòls en els camps amb terrassa varia per les modificacions del perfil edàfic dels terrenys en pendent; en canvi, a la resta d'àmbits els perfils, tot i ser molt variables, experimenten canvis importants pel que fa a la macroforma i són més regulars en parcel·les reduïdes. Ara bé, la quantitat d'elements grollers sí que és un bon indicador per a diferenciar els sòls agrícoles de la resta en àrees de muntanya: mentre el més degradat dels camps difícilment baixa de les 500 Tm de TF/ha, molts prats no assoleixen les 200 Tm de TF/ha. Cal diferenciar entre les pastures montanes més riques (540,2 Tm de TF/ha) però

$$3. \quad \text{Tm de TF/ha} = \frac{\text{kg} \cdot \text{TF}}{10^6} \times 16 \times 10^4 \times \frac{\text{cm potència mitjana}}{25} c$$

4. La massa de sòl que es considera idònia per a espais agraris productius normalment se situa entre les 2.300 i les 5.600 Tm/ha (Boiffin *et al.*, 1986), tot i que es consideren suficients aquells sòls per damunt les 1.000 Tm/ha (Cobertera, 1993).

molt irregulars (desviació estàndard de 558,2) de les supraforestals més homogènies però amb un valor mitjà de 185,2 Tm de TF/ha. En el cas dels boscos, la divisió es produeix entre els que han estat intensament explotats: 585,1 Tm de TF/ha (coeficient de variació —CV— de 8,2%) i els reductes forestals amb exemplars més antics: 322,6 Tm de TF/ha (CV de 102,6%).

L'estat dels agregats del sòl

Els sòls de les àrees homogènies tenen una estructura ben construïda, si s'exceptuen les zones erosionades dels camps abandonats, així com els dos actius. El tipus d'estructura és majoritàriament granular fina, i únicament en els camps amb terrassa es poden observar formes poligonals subangulars fines o mitjanes (McRae, 1988).

La constatació qualitativa coincideix plenament amb la quantitat d'energia necessària per a trencar els agregats (vegeu la figura 11). D'aquesta manera calen més de 153 impactes (1.800 kerg) de mitjana per a provocar el col·lapse dels agregats en camps abandonats estables mitjançant el mètode del Count Number Drop Test (CNDT), mentre que en els inestables en calen 94. Entre els darrers s'ha de diferenciar entre les mostres dels camps amb processos erosius, que corresponen a la mitjana de la parcel·la, i les que han estat recollides en zones erosionades; en aquest cas els valors davallen fins als 40 impactes tan sols (400 kerg). En els camps actius els agregats es dispersen amb una quantitat d'energia cinètica menor (397 kerg) que la mitjana dels abandonats estables (1.724 kerg), però similar a la dels sectors erosionats (450 kerg).

Els camps abandonats sense erosió i l'actiu a obaga, ric en matèria orgànica, superen valors de 1.260 kerg, tot

mostrant una relació molt estreta amb els sòls amb continguts de matèria orgànica superiors al 5,3%. La majoria de pastures es troben a partir d'aquests valors, sobretot les montano-subalpines, i generalment estan associats a una elevada càrrega ramadera que garanteixi aportaments suficients de matèria orgànica sense que apareguin formes d'erosió. Molt diferent del que succeeix en estatges superiors, on la vulnerabilitat dels sòls queda demostrada en les diferències entre aquells sotmesos a un intens trepig amb una mitjana de 549 kerg, o en els que rarament es pasturen (2.023 kerg).

En darrer terme, els sòls forestals són poc vulnerables a la destrucció de l'estructura per impactes de gotes, fins i tot en les forests amb explotacions més intenses i recents. Els boscos madurs contenen els agregats més ben cohesionats i resistents (2.254 kerg), situats en un entorn que dificulta l'agressivitat de precipitacions d'intensitat elevada a causa del dens recobriment dels estrats vegetals existents, però sobretot per l'efecte de l'abundant mantell de virosta i matèria orgànica. Fins i tot en el cas més allunyat d'aquestes condicions, la roureda seca, els agregats són tan resistents com a les pineles de pi roig o les de pi negre.

L'estabilitat estructural estableix un elevat grau de correlació amb el percentatge de matèria orgànica dels sòls, sobretot a l'espai agrari, on trobem un elevat nombre de camps immersos en una dinàmica natural de revegetació. Si comparem l'estabilitat estructural i l'edat d'abandonament dels antics camps de conreu, s'observa com després de vint anys sense llaurar s'assoleixen estructures ben construïdes en la majoria d'exposicions, a excepció dels camps erosionats, que veuen com es mantenen o deterioren els seus agregats.

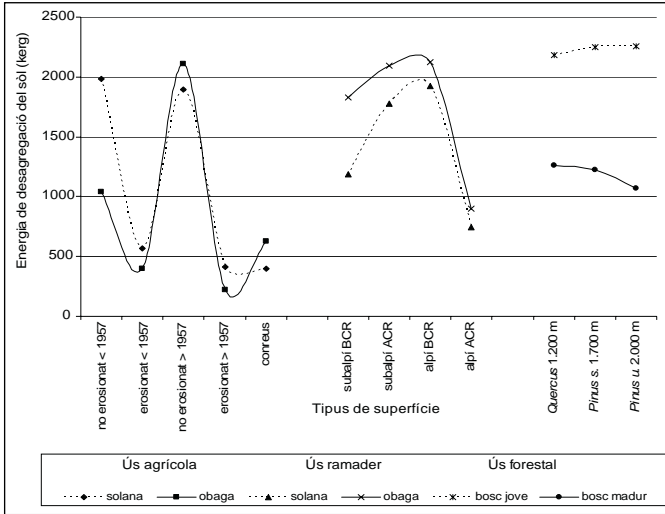


FIGURA 11. Relació entre l'energia necessària per a trencar els agregats del sòl i els diferents tipus i intensitats d'ús al Parc Natural del Cadí-Moixeró (BCR*: baixa càrrega ramadera; ACR*: alta càrrega ramadera).

La densitat aparent

La densitat aparent és un bon indicador del grau de compactació del sòl, que mitjançant el càlcul de la porositat ens aporta informació sobre la capacitat de retenció d'aigua del sòl i de l'aireig.

Els resultats posen de manifest que el valor mitjà de la densitat aparent a l'espai agrari és d'1 gr/cm³, sense diferències significatives entre l'activitat o l'edat d'abandonament dels cultius. En canvi, sí que cal destacar els valors entorn d'1,4 gr/cm³ dels camps inestables amb presència de processos erosius. A la resta d'usos també es perceben diferències entre la intensitat d'aprofitament; així, les zones amb una eleva-

da càrrega ramadera assoleixen els 1,52 gr/cm³, mentre que la resta es mantenen en 1 gr/cm³. A l'estatge supraforestal les diferències encara són més evidents entre els prats poc pasturats (de 0,3 a 1,2 gr/cm³) i els que estan sotmesos a un intens trepig o processos erosius 1,72 gr/cm³. A l'últim, les diferències en el règim d'explotació forestal es posen de manifest en els boscos de coníferes, amb densitats aparents de 0,55 gr/cm³ en els sòls madurs i molt orgànics i 1,56 gr/cm³ en els intensament explotats. En les rouredes seques la baixa quantitat de matèria orgànica fa que la densitat aparent superficial sigui similar entre ambdós tipus d'explotació.

Una densitat aparent baixa facilitarà la incorporació d'aigua en el sòl i per tant millorarà les condicions per a la viabilitat de la vegetació.

Algunes propietats químiques i la matèria orgànica

L'índex de fertilitat utilitzat (Cobertera, 1983) té en compte tres dels paràmetres més usuals en les analítiques de sòls: K assimilable, P assimilable i percentatge de matèria orgànica. Tanmateix, la resta de determinacions efectuades també aporten una informació interessant als resultats finals.

La matèria orgànica, el nitrogen total i la relació C/N

Els valors de matèria orgànica per als diversos usos a solana i obaga indiquen en general un augment de la fracció orgànica amb la disminució de la intensitat de l'ús del sòl (vegeu la figura 12).

Les terres de conreu són les més pobres en matèria orgànica, amb valors mitjans del 4%; a partir d'aquí els camps abandonats amb posterioritat a 1957 presenten va-

lors mitjans de 6,1% per als estables, i de 4% per als inestables. Si incrementem trenta anys l'edat d'abandonament, però mantenim constant la vegetació de tipus herbaci, la matèria orgànica no canvia substancialment: 5,6% i 4%. Cal matisar els valors generals de cada àrea homogènia en les parcel·les agrícoles en funció de les variacions internes degudes a la posició a l'interior de la terrassa i a les diferències de cobertura vegetal. Així, la matèria orgànica s'incrementa fins a un 30% en les zones baixes dels camps respecte a les elevades i de més pendent, i pot assolir fins a un 1% de més en els sectors recentment colonitzats per pinedes (trenta anys). Per contra, les concentracions de matèria orgànica en les submostres d'espais erosionats oscil·len entre l'1,9% i el 3,7%.

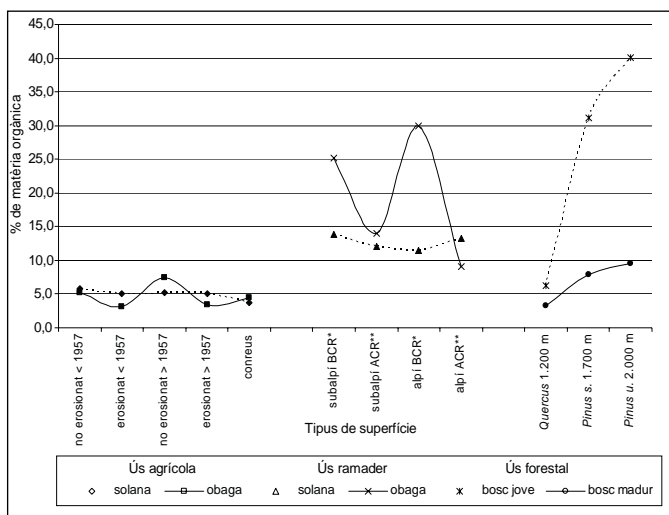


FIGURA 12. Relació entre la matèria orgànica del sòl i els diferents tipus i intensitats d'ús al Parc Natural del Cadí-Moixeró (BCR*: baixa càrrega ramadera; ACR**: alta càrrega ramadera).

La matèria orgànica a les pastures té comportaments molt diferents en funció de l'ús i de l'exposició. Les concentracions més elevades es troben a les pastures de baixa càrrega ramadera a l'obaga, amb el 27,5%, que contrasten amb els valors d'entre el 10-15% de la resta de pastures. L'existència de processos erosius deguts a l'excés de pastura és la causa del descens de valors fins a l'1,7%.

Els sòls dels boscos de coníferes poc intervinguts a solana i obaga són els més rics en matèria orgànica de tots els usos, amb valors per damunt del 30%. En canvi, quan les condicions d'humitat edàfica són deficientes (rouredes a solana) o hi ha hagut una intensa explotació, les concentracions de matèria orgànica no superen en cap cas el 10%, i s'assemblen força a les de l'espai pasturat.

Els resultats de les analítiques referits al N es correlacionen perfectament amb les concentracions de matèria orgànica, i s'han utilitzat per a estimar la taxa de mineralització a partir de la relació C/N.⁵ El nitrogen total que s'extreu del sòl no es pot considerar com un paràmetre de fertilitat (Saña *et al.*, 1996), ja que les plantes no absorbeixen el nitrogen orgànic, que representa el 90% del total (Cobertera, 1983). Per tant, en l'anàlisi dels resultats el nitrogen total tan sols s'ha utilitzat per a l'elaboració de les relacions C/N.

Els valors més elevats de la relació C/N es donen en l'àmbit forestal, sobretot a obaga. La relació C/N augmenta clarament amb el temps d'abandonament de l'espai agrari i, tot i que de manera no gaire clara, els aportaments dels ramats incrementen la relació, exceptuant aquells llocs amb una elevada concentració de fems.

5. Calculada aritmèticament aplicant el factor de van Bemmelen per a les mostres amb una matèria orgànica inferior al 10%; per a la resta s'ha aplicat un factor 2.

Les concentracions d'aquest macroelement estan molt relacionades amb la quantitat de matèria orgànica, i això explica en part les diferències entre els usos (vegeu la figura 13). Els valors mitjans de P en els camps actius són de 15,1 ppm, i es van reduint progressivament a mesura que passen els anys d'abandonament: 7,8 ppm per a la fase recent i 6,6 ppm per a la fase antiga. Els continguts de P en les *catenes* de les parcel·les agrícoles també repeteixen el patró que es donava amb la matèria orgànica, amb increments a les zones baixes del camp. D'altra banda, l'increment de biomassa no es correspon amb un increment significatiu de P, almenys en els primers estadis de colonització vegetal, tant per a espècies arbustives com la *Genista scorpius* o arbòries, com per al *Pinus sylvestris*. En canvi, sí que són importants les pèrdues per erosió; així, a les submostres extretes de les àrees degradades, els valors de P oscil·len entre 3,5 i 4 ppm.

Tanmateix, cal destacar l'abundància de P en aquelles àrees on hi ha hagut un aportament especial de fems; en aquest sentit, les pastures montano-subalpines d'elevada càrrega ramadera són les que tenen els continguts més elevats, amb 30 ppm, que contrasten amb les 11,5 ppm de zones amb baixa densitat. En canvi, a l'estatge supraforestal s'inverteixen els termes, i són les zones menys freqüentades les que assoleixen valors més alts (22,7 ppm), mentre que els espais amb més pressió de ramats transhumants tenen valors mitjans entorn de les 12,5 ppm. Però un lent i sostingut aportament de matèria orgànica que prové de la biomassa forestal també dóna lloc a concentracions elevades, com ho demostren les 24 ppm dels boscos de coníferes poc explotats, en contrast amb les 9,4 ppm dels boscos menys madurs i tallats cada trenta o quaranta anys. A les solanes amb dèficits hídrics acusats (domini del *Quercetum pubescentis*), els valors són molt més baixos, amb 9 i 4,8 ppm respectivament per a cada ús.

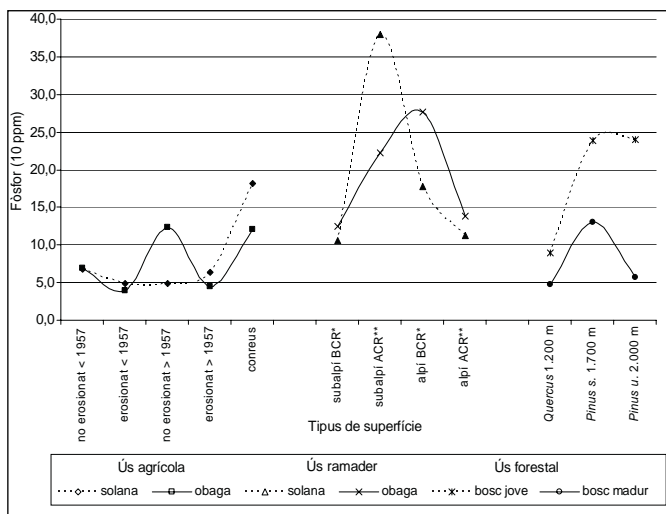


FIGURA 13. Relació entre el contingut de fòstor del sòl i els diferents tipus i intensitats d'ús al Parc Natural del Cadí-Moixeró (BCR*: baixa càrrega ramadera; ACR**: alta càrrega ramadera).

Potassi assimilable

De la mateixa manera que succeeix amb el P, les concentracions de K disminueixen amb els anys d'abandonament des de les 500 ppm en els cultius, fins a les 205 ppm en els camps abandonats més antigament (vegeu la figura 14). La font de K en aquests sòls prové fonamentalment dels fems, i les dues àrees més riques en aquest macroelement són els cultius i la pastura on es concentren els ramats (621 ppm). Les zones més deficitàries es troben a la part alta de la *catena* en els camps (66 % menys de K) i en els espais erosionats dels camps inestables.

Si el K disminueix quan s'atura l'activitat agrícola, no succeeix el mateix amb la resta d'usos, on les concentracions tendeixen a disminuir com més gran és la intensitat d'explo-

tació. A les pastures succeeix sobretot a obaga, però en canvi quan hi ha un excés d'aportaments de detritus s'inverteixen els termes, tal com es pot constatar entre les pastures de BCR montano-subalpines a solana (340 ppm) i les d'ECR (621 ppm). Tant en els boscos madurs de caducifolis com en els de coníferes les concentracions de K són elevades (283 i 287 ppm), i són molt més baixes en la categoria oposada (111 i 115 ppm).

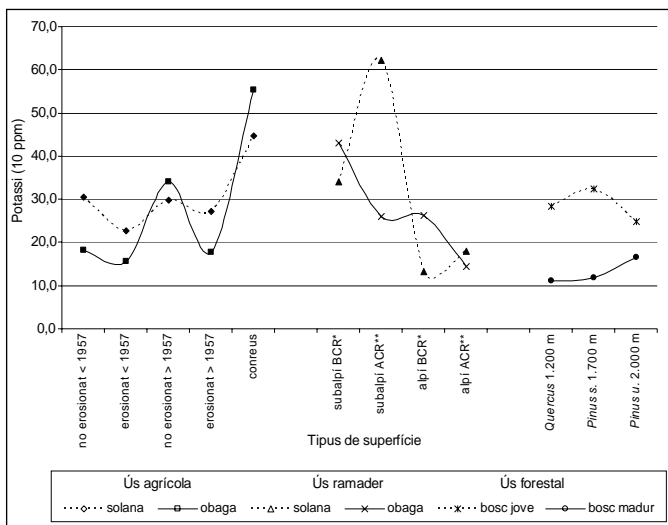


FIGURA 14. Relació entre el contingut de potassi del sòl i els diferents tipus i intensitats d'ús al Parc Natural del Cadí-Moixeró (BCR*: baixa càrrega ramadera; ACR**: alta càrrega ramadera).

Mg i Ca assimilable i pH del sòl

La resta de cations que completen la CIC no intervenen en l'índex de fertilitat i avaluació del sòl efectuat en aquest estudi, però indiquen tendències similars a altres macroelements

per als diversos usos. L'anàlisi dels carbonats totals i el pH ha permès definir les característiques calcícoles dominants de l'àrea d'estudi i comparar-les amb alguns sòls de terrenys silícis.

El Mg experimenta variacions similars al K, però en aquest cas l'origen d'aquest macroelement en el sòl està molt relacionat amb la quantitat de $MgCO_3$ en litologies dolomítiques. Els camps actius són els que tenen les concentracions més elevades a causa de l'aportament de fems, i només són àmpliament superats pels camps situats damunt de les dolomies juràssiques o en terrenys al·luvials propers (AH: 200, 300, 620, 700 i 800). Si descartem els camps amb aquest excés de Mg, els camps actius superen en un 33 % les concentracions dels abandonats, i entre aquests, les zones erosionades són un 26 % i 42 % més pobres per als recentment i antigament abandonats respectivament. El Mg present en sòls molt rics en matèria orgànica forestal o amb un aportament abundant de fems supera àmpliament els altres usos. Cal destacar que les concentracions més baixes, tot i que suficients (> 40 ppm), es donen a les pastures supraforestals, justament en un element tan important per a la nutrició animal.

De la lectura dels carbonats totals es dedueix que les unitats de paisatge damunt de litologies calcàries poden tenir sòls amb una naturalesa química ben diferent. Els sòls de l'espai agrícola carbonatat (margues i margocalcàries) presenten continguts de $CaCO_3$ que oscil·len entre el 20 % i el 40 %. En canvi, els sòls de l'espai ramader i forestal es troben en un avançat procés de descarbonatació, a causa de l'increment de la pluvimetria (estan a més altitud) i la carstificació del substrat calcari, donant lloc a pH neutres i la pràctica absència de carbonats totals.

Valoració integrada dels resultats: índex de fertilitat de Cobertera i índex d'avaluació del sòl

L'índex de Cobertera fa referència a paràmetres agronòmics, i en aquest sentit dóna molta importància a la quantitat de sòl disponible per a les plantes. Tot i que aquestes parcel·les no són mecanitzables, actualment tenen un bon gruix de sòl i una fertilitat elevada per a l'entorn dels sòls mediterranis, per al qual està pensat aquest índex. Només alguns camps molt erosionats en fan baixar la valoració. D'altra banda, les pastures d'elevada càrrega ramadera tenen una elevada fertilitat química per l'abundant aportament de fems, i una quantitat important de terra fina per la situació topogràfica favorable (pendents suaus, zones còncaues o planes). Per contra, els sòls prims o l'elevada pedregositat penalitzen la resta d'usos.

L'índex d'avaluació del sòl integra tres paràmetres que són importants tant per a l'agricultura com per a la vegetació de tipus natural o espontani. A més de la fertilitat química, el grau d'estructuració d'un sòl i l'aigua edàfica són dos paràmetres de marcada importància per a entendre millor l'evolució del paisatge, o la productivitat de les pastures, boscos o camps. I des d'aquesta perspectiva, els resultats indiquen un estat òptim per als boscos de coníferes poc intervinguts i les pastures d'elevada càrrega ramadera montano-subalpines, que en aquest cas es concentren en els llocs menys degradats d'aquest estatge. Els camps abandonats amb estabilitat edàfica se situarien en un immediat segon nivell juntament amb les pastures supraforestals d'elevada càrrega ramadera. A la franja mitjana de valors trobarem l'espai agrari abandonat en terrenys silicis i els camps de conreu. En darrer terme, els camps inestables, les pastures montano-subalpines de baixa càrrega ramadera i les rouredes en solanes de forts pendents són els que obtenen la valoració més baixa.

En definitiva, aquests resultats ens mostren com les diferències en la gestió del territori, amb perspectiva històrica, també es manifesten en l'estat actual dels sòls. Un increment de la pressió en activitats que necessiten el sòl com a suport (ramaderia i silvicultura) pot malmetre el recurs edàfic i, fins i tot, el fet de superar el llinar d'equilibri del sistema pot provocar la pèrdua irreversible del sòl. A l'agricultura també ha passat un efecte similar: quan hom té cura de les parcel·les, aquestes perduren de generació en generació, però quan la necessitat d'ampliar l'espai agrícola empeny la població a fer terrasses en els llocs menys adequats, l'erosió pot malmetre els vessants amb sòls més primers i més desprotegits per la vegetació. Tanmateix, una vegada s'abandona el territori, les dinàmiques del paisatge vegetal en la majoria dels espais de la muntanya pirinenca tendeixen a reforestar de manera espontània els sòls. La fertilitat romanent dels diversos usos abandonats s'incrementa progressivament amb els aportaments de la matèria orgànica dels herbassars, matollars i boscos de nova implantació, però aquesta també pot estabilitzar-se o degradar-se si les condicions bioclimàtiques no són les adients (manca d'humitat edàfica, sòls primers, vegetació poc densa, etc.), o els usos inadequats (pastures damunt les feixes, explotacions forestals tipus «tallades arreu», etc.).

A TALL DE CONCLUSIÓ: CAP ON S'ENCAMINEN
ELS TERRITORIS DE MUNTANYA?

*S'han invertit els processos de despoblament
i d'abandonament del territori?*

La tendència dels darrers anys apunta —com s'ha dit abans— cap a una remuntada de la població, tant per al conjunt de les comarques estudiades com per a cadascuna d'elles. Igual-

ment, molts dels municipis que han perdut població de manera ininterrompuda durant els darrers cent cinquanta anys, ara presenten una certa recuperació. I fins hi ha nuclis de població que havien estat abandonats —o quasi— que ara consten en el cens com a habitats. Cal tenir en compte dos aspectes per a poder interpretar aquesta tendència en el seu context.

Per una banda, no hem d'oblidar que el cens ens dóna una xifra *oficial*, ens informa de quantes persones hi ha empadronades, indiferentment que hi visquin de manera permanent, estacional o, simplement, no hi visquin mai (és el cas de persones que hi han nascut i que hi mantenen l'empadronament per qüestions sentimentals). El cens de 2001 reflecteix un efecte que podríem anomenar *pervers* de l'*Informe Roca*: la proposta d'annexionar o reagrupar tots els municipis de menys d'una certa quantitat de població va empènyer molts habitants de segones residències a fer-les constar com a primeres —és a dir, a empadronar-s'hi—, amb l'objectiu de superar aquella xifra fatídica, per sota de la qual el municipi corria el risc de ser agregat a un o més municipis veïns. Per aquestes i altres raons, s'ha pogut constatar que la població real de molts dels nuclis de població petits és molt inferior a la que consta en el cens.

Per una altra banda, s'han de tenir en compte les noves orientacions econòmiques de les àrees de muntanya. Si fa mig segle pràcticament totes les activitats tenien una relació directa amb el territori, actualment moltes de les activitats, particularment aquelles que reporten més beneficis —i a canvi d'un esforç inferior— es troben absolutament deslligades de la gestió directa del territori: sector de serveis en general, adreçats sobretot al turisme, i també la percepció de tota mena de subsidis, indemnitzacions, subvencions, compensacions, etc. Aquests dos sectors econòmics, a més, són els que en el fons actuen com a reclam per a mantenir i fins augmentar la població.

Però la cosa encara és més pregona: fins i tot en aquells indrets on es manté un bon nivell d'activitat relacionada amb el sector primari —particularment la ramaderia— succeeix sovint que aquesta activitat tampoc no repercuteix en una gestió directa del territori. Cada cop hi ha més explotacions que basen exclusivament l'alimentació del bestiar en pinsos adquirits a voltes en altres continents, i els prats ni són pasturats pels animals ni són dallats per a donar-los l'herba dins de l'estable. Possiblement des d'una òptica d'economia immediata —les despeses—, aquesta opció, l'actual, serà més barata, però els problemes que es deriven d'aquest tipus de funcionament no són gaire quantificables (per exemple, com que els prats no es fan servir de pastura, tampoc no es poden adobar, i l'acumulació de fems —que abans s'utilitzaven per a millorar la fertilitat dels prats— acaba per convertir-se en un problema greu... i potser car de resoldre, al capdavant). De manera que, fins i tot en indrets on no es produeix des poblament ni disminució d'activitat econòmica lligada al sector primari, es continua produint un abandonament del territori.

En definitiva, la resposta a la pregunta aparentment retòrica que encapçala aquests paràgrafs és de totes totes negativa: en general, el territori de muntanya ni s'ha deixat de despoblar, ni s'ha deixat d'abandonar.

Quin paisatge pirinenc ens prepara el futur?

A partir de l'anàlisi dels canvis produïts en els territoris de muntanya els darrers cent anys i tenint en compte diversos factors catalitzadors —alentidors o inhibidors de l'aforestació natural (clima, fertilitat del sòl, massa vegetal, erosió, etc.)— s'ha pogut constatar un clar procés d'homogeneïtzació forestal de la major part del territori pirinenc. Aquesta

uniformització de l'espai té un origen antic, s'ha produït de l'abandonament del sistema econòmic tradicional ençà, però ha experimentat un impuls addicional des de la dècada dels seixanta. Si es mantenen les condicions ambientals i socioeconòmiques actuals, és previsible que d'aquí a trenta anys el tancament del bosc haurà augmentat substancialment i s'haurà generalitzat. Aquest escenari no preveu canvis inesperats en la política agrària que potenciïn la cabanya ramadera (que, per altra banda ben bé que es poden produir) o situacions excepcionals com grans incendis forestals (que possiblement són un esdeveniment anunciat). La conclusió més important que en podem extreure és la pèrdua de diversitat paisatgística que es produirà en les àrees de muntanya si es manté l'actual política de gestió (de *no gestió*, tal volta?) del territori. També es fa palesa la necessitat de delimitar quins espais són més idonis per a la pastura, on es poden desenvolupar els millors boscos i on es troben els sòls més vulnerables.

El paisatge actual del Pirineu és el resultat d'una complexa interacció entre factors abiòtics i biòtics, entre els quals es troba l'ésser humà. La incidència humana en la configuració d'algunes parts d'aquest paisatge ha estat mínima, però en canvi ha estat fonamental en d'altres. Obviar aquest efecte i considerar que el procés actual d'abandonament del territori és una via per a la *naturalització* d'aquest espai pot ser perfectament aplicable a determinades àrees; però en d'altres pot fins esdevenir contraproductiu a la pròpia política de conservació. En un espai que històricament ha estat tutelat per la societat i del qual s'ha extret un profit econòmic, també cal dirigir (o si escau invertir) el procés d'abandonament per a detectar i corregir situacions problemàtiques, que en definitiva aniran en detriment dels objectius que la societat fixi per a la utilització del territori.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- BERTRAND, G. (2000). «Le paysage et la Géographie: un nouveau rendez-vous». *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, núm. 50, p. 57-68.
- BONET, A. (1997). *La dinàmica de la vegetació després de l'abandonament dels conreus a la Conca de l'Alt Llobregat*. Barcelona: Universitat de Barcelona. [Tesi doctoral]
- COBERTERA, E. (1983). *Edafología aplicada*. Madrid: Cátedra.
- LASANTA, T. (1989). *Evolución reciente de la agricultura de montaña: El Pirineo aragonés*. Logronyo: Geoforma. 220 p.
- LASANTA, T.; VICENTE, S.; CUADRAT, J. M. (2000). «Margina-
ción productiva y recuperación de la cubierta vegetal en el Pirineo: un caso de estudio en el valle de Borau». *Boletín de la A.G.E.*, núm. 29, p. 5-28.
- MAPA (1986). *Métodos oficiales de análisis*. Vol. III. Madrid.
- MCRÆ, S. G. (1988). *Practical pedology. Studying soils in the field*. Nova York: E. Horwood.
- MOLINA, D. (1996). *Processos erosius als camps abandonats del Parc Natural del Cadí-Moixeró*. Bellaterra: p. 155. [Memòria d'investigació]
- (2000). *Conservació i degradació de sòls a les àrees de muntanya en procés d'abandonament. La fertilitat del sòl al Parc Natural del Cadí-Moixeró*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. 330 p. [Tesi doctoral inèdita]
- PORTA, J.; LÓPEZ-ACEVEDO, M.; ROQUERO, C. (1994). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Madrid: Mundi-Prensa.
- SAÑA, J.; MORÉ, J. C.; COHÍ, A. (1996). *La gestión de la fertilidad de los suelos*. Madrid: MAPA.
- SORIANO, J. M. (1994). *Efectes del despoblament sobre el medi físic d'un territori de muntanya (Tuixén. Parc Natu-*

ral del Cadí-Moixeró): estudi de la variació de la fertilitat del sòl en camps de conreu abandonats. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. [Tesi doctoral]

TULLA, A. F. (1993). *Procés de transformació agrària en àrees de muntanya*. Barcelona: ICC.

