

6 LA FERTILITAT DELS SÒLS.

6.1 LES PROPIETATS BIOLÒGIQUES: LA MATÈRIA ORGÀNICA.

La matèria orgànica té procedències diverses segons quina sigui la utilització que es faci del sòl, serà diferent si ens trobem en un sòl agrícola, en unes pastures o en un sòl forestal i la seva abundància està també condicionada per les característiques climàtiques de l'espai en qüestió (SAÑA *et al.*, 1996). En l'agricultura es considera que els residus orgànics dels cultius, les transformacions metabòliques d'aquests i els adobs orgànics són la font principal de matèria orgànica, i els canvis fonamentals que es produeixin vindran donats pels tipus i cultures dels conreus així com per la quantitat d'aportaments dels citats adobs. En la resta d'espais agropecuaris els *inputs* variaran sobretot en el mode d'incorporació al sòl, ja que si parlem d'espais pasturats la matèria orgànica dependrà fonamentalment de la capacitat de reposició de cadascun dels tipus de pastures i de la pressió ramadera. En darrer lloc, els aportaments de matèria orgànica a l'espai forestal dependrà quasi exclusivament de la producció vegetal, la qual incorporarà un volum més o menys important de detritus al sòl que en funció de la seva joventut o maduresa i la quantitat de biomassa existent.

A la mitjanana i alta muntanya mediterrània, els continguts de matèria orgànica dels sòls són sensiblement superiors a ambients de característiques similars en estatges inferiors que no tenen dos catalitzadors climàtics d'acumulació de compostos orgànics en el sòl com són una major abundància de precipitacions i la disminució de les temperatures. En termes generals, una variació de la pluviositat i de les temperatures són directament i inversament proporcionals a l'increment de l'altitud, tal com s'analitzava més detingudament en els punts 8.4. i 8.5.; així succeeix a l'àrea d'estudi, tot i que hi ha una disminució de les precipitacions a l'oest per l'efecte de la continentalitat del clima. Els valors normals de matèria orgànica per a sòls agrícoles a Catalunya segons PORTA *et al.*, 1987, varien entre el 0,3% a zones àrides i el 21% a l'àrea pirinenca. En una col·lecció de 22 localitats agrícoles representatives de la majoria de comarques catalanes (PAVON, 1982; SORIANO, 1983; ROS, 1984; MARÍN, 1989 a SAÑA *et al.* 1996), els continguts presenten una mitjanana de 2,8% amb un màxim de 8,66% i un mínim de 0,72%. En la majoria de taules es considera el valor de 2% a 2,5% de matèria orgànica com a normal en un sòl agrícola, tot i que sovint no es tenen en compte altres paràmetres que van íntimament lligats a aquest, com el percentatge d'argila o de carbonats.

En el conjunt de camps mostrejats les diferències esperades s'han complert, degut a les dinàmiques en les que estan immersos alguns d'ells. Mentre que en el parc natural

trobem camps actius amb les típiques tasques de conreu que impliquen la roturació del sòl i la sembra, aquests junt els prats de dall tan sols representen el 1% del total de la superfície històricament agrícola. La resta són camps amb divers grau d'abandonament que inclou un ventall entre la reconversió a altres usos fins al predomini de processos lligats a la naturalització de la vegetació. Tot i així, entre les 17 àrees referents a camps s'obté un valor mitjà de 4,9% amb un màxim de 7,4% i un mínim de 3,1%. Pel que respecta a les zones de pastura cal diferenciar entre les d'estatges montà-subalpí, que presenten un 16,3% de valor mitjà en matèria orgànica, i les supraforestals i alpines, que es troben entorn al 14,6%. Per últim les zones forestals tenen una gran variabilitat en funció de si ens trobem en boscos pinedes caducifòlis amb importants dèficits hídrics a solana a l'estatge montà, com el cas de les rouredes seques que presenten valors entorn al 6,4% i el 3,2%, les extenses i explotades de *Pinus sylvestris* en estatges montà i subalpí entorn al 8% i aquells boscos més madurs de *Pinus sylvestris* o *Pinus uncinata* amb el 20,8% o 31,1% de matèria orgànica (figures 6.16. i 6.17.).

6.1.1 La matèria orgànica en els camps actius i abandonats.

Els camps de conreu actius que s'han seleccionat responen al perfil de camps roturats i sembrats, activitat que d'altra banda és minoritària a l'entorn del parc natural respecte els prats de dall. Tanmateix, aquestes parcel·les suposen un tipus de maneig del sòl molt similar als treballs que s'efectuaven en els camps avui abandonats, tot i que els cultius actuals certament difereixen del conreu cerealícola d'abans dels anys seixanta. L'altre aspecte que ha estat determinant per aproximar els valors de la matèria orgànica dels camps que es treballen als del passat, ha estat la nul·la aportació d'adobs sintetitzats que podien reduir substancialment els aportaments de fems. En el cas del camp de Josa (1100) fonamentalment es fema amb detritus d'ovelles i el de Cava (1200) amb fems de vaques.

Els valors de matèria orgànica per aquests camps són del 3,7% i 4,4% respectivament, tot i que la variabilitat en el segon és més acusada degut a la irregular morfologia del camp, que presenta zones convexes i còncaves. En la parcel·la 1100 els valors de la matèria orgànica de les diverses submostres agrupades pel criteri d'afinitat topogràfica són molt similars degut a la regularitat i el baix pendent del camp (3,5°), el valor màxim es del 4,1% i el mínim del 3,2%. En canvi la peculiar forma del camp 1200 fa que el valor mig de 4,4% \pm 1,4% variï en funció de la posició topogràfica: mentre que a les parts altes, més erosionades (freqüents incisions després de pluges intenses), les submostres contenen un 2,4% de matèria orgànica, a les zones baixes, pràcticament planes i una mica convexes apareixen valors de fins al 6%. Cal remarcar que la majoria de la superfície del camp no presenta valors per sota de la mitjanana i que a les zones inferiors el tipus de

conreus són rotacionals d'horta i sembrats farratgers (civada el 1995, melca el 1997, blat de moro farratger el 1999), fet que normalment implica un major aport de fems.

Tot i que la matèria orgànica no es considera un nutrient propiament dit, sí que constitueix la font principal de nitrogen, així com d'anions d'hidrogen; d'altra banda, és un agent cimentant de l'estructura del sòl, juntament amb les partícules d'argila i afavoreix l'adhesió de les mol·lècules d'aigua i de la resta d'ions necessaris per al creixement vegetal. Les diverses escales d'interpretació de la fracció orgànica del sòl tenen en compte des del simple valor percentual fins a la combinació amb d'altres paràmetres, normalment el percentatge d'argila, de carbonats o el pH. Si considerem la matèria orgànica dels camps actius dins les escales habituals, els valors sobrepassen clarament el 2%, que és el llindar que es considera normal (COBERTERA, 1993; EA MANRESA, 1998), tanmateix cal tenir en compte les condicions climàtiques de la zona d'estudi per ajustar millor el valor normal de matèria orgànica a la temperatura mitjanana i la pluviometria. Pel Parc Natural del Cadí-Moixeró, no es pot extrapolar un valor estàndard per a totes les zones mostrejades, degut a les variacions climàtiques que provoca el gradient altitudinal, però sí que és possible ajustar aquest valor a les parcel·les referides als camps de conreu, ja que es concentren entre els 1.200 m i 1.400 m, fet que dona unes temperatures mitjananes lleugerament inferiors als 10°C i precipitacions de 900 mm anuals. Amb aquests valors i segons el descrit per JENNY (a COBERTERA, 1993) el valor normal de matèria orgànica s'hauria d'estimar per damunt del 3,5%.

Però la forma més correcta de valorar la matèria orgànica dels sòls és a partir de contextualitzar-la respecte els valors d'argiles o carbonats. En aquest cas, si tenim en compte que el 70% dels camps mostrejats tenen valors d'argila superiors al 30%, el valor mitjà del 4,7% de matèria orgànica es troba entre la consideració de bo a excessiu (QUÉMÉNER, 1985). En el cas dels dos camps actius netament argilosos, la mitjanana del 4% es situaria en la franja d'un contingut bo, segons el citat àbac.

El segon grup de parcel·les, segons l'ordre cronològic, correspon a les que restaven actives el 1957. Si observem la taula 6.1 veurem com els valors més alts de matèria orgànica els presenten els camps estables a obaga i el de fons de vall, tot i que sobresurt també el valor d'un camp a solana (620) degut a la peculiaritat d'ésser un hort de secà que s'utilitzava com a planter per avançar alguns cultius d'horta. Seguits d'aquests, però per sota del valor mitjà de la sèrie de camps estables (5,6%), trobem els camps a solana amb un valor "excessiu" (segons l'àbac de valoració abans citat) per al camp de Josa (600) i "bo" per al de Cava (610), que baixa substancialment fins al 3,9% tot i que té un 23,4% d'argila. Per últim, els camps inestables tant a obaga com a solana es troben per sota dels valors més baixos de matèria orgànica dels camps actius, l'única excepció la presenta la parcel·la 900 que tan sols es situa un 0,5% per sota la mitjanana del grup de camps estables.

		% p/p M0
Camps abandonats abans de 1957	estables solana (100)	5,8
	estables obaga (200)	5,3
	estables solana (210)	4,7
	fons de vall (300)	4,6
	inestables solana (400)	5,0
	inestables obaga (500)	3,1
Camps actius el 1957	estables a solana (600)	5,3
	estables a solana (610)	3,9
	estables a solana (620)	6,8
	estables a obaga (700)	7,4
	estables a obaga (710)	5,4
	fons de vall (800)	5,6
	inestables a solana (900)	5,1
	inestables a solana (910)	3,4
	inestables a obaga (1000)	3,5
	Camps actius el 1997	solana (1100)
solana (1200)		4,4

Taula 6.1 Valors de la matèria orgànica en camps abandonats i actius.

Els camps que fa més temps que resten abandonats presenten valors mitjanans del 5,1% de matèria orgànica en el cas dels estables i del 4,1% pels inestables. De tota manera, aquests valors mitjanans cal interpretar-los amb prudència degut al baix nombre de parcel·les de cada sèrie i, en alguns casos, (dins el sector de Cava) amb pH clarament àcid que fa difícilment comparable el resultat amb les parcel·les calcícoles. Tal com veurem a continuació, l'anàlisi dels resultats s'interpreta molt millor a la llum dels valors mitjanans de les subparcel·les que presenten algunes propietats específiques dins cadascuna de les àrees homogènies, fet que ajuda a entendre millor el valor global del camp en qüestió.

6.1.1.1 Variacions de la matèria orgànica a l'interior dels camps, en funció de la posició i forma topogràfica, nivell de forestació i processos erosius.

La matèria orgànica, així com d'altres paràmetres edàfics, presenten algunes diferències dins les àrees homogènies, en funció de la posició que ocupen dins els camps. Tot i que les variacions de matèria orgànica degudes a aquests fets no superen el 20% del valor mitjà de totes les submostres (BALLAND, 1984), les pautes presents en tots els camps indiquen una correlació molt elevada entre uns valors més elevats de matèria orgànica i una situació topogràfica baixa, un increment lògic degut a aportaments suplementaris afavorits per taques de vegetació més densa dins la parcel·la i unes

reduccions dràstiques allà on apareixen els processos erosius. En les parcel·les de la catena que durant el seu conreu podien mostrar un major grau d'homogeneïtat, a mesura que s'abandonen i s'endeguen dinàmiques d'aforestació o degradació del sòl, apareixen diferències en funció de paràmetres que tenen a veure amb el perfil dels camps afeixats, el procés de revegetació dels camps abandonats i de la diversa actuació dels processos erosius en la superfície dels camps.

Variacions de la matèria orgànica en una catena dins els camps afeixats.

Entre tots els camps abandonats es produeix un augment de la matèria orgànica des de les parts altes, que presenten un valor mitjà del 4,6% fins a les zones mitjanes-baixes amb un 5,2-5,3%. Però és també la forma del perfil del camp la que determina una dispersió més gran: en el cas de les feixes amb més acumulació de sòl darrera del marge o mur de pedra seca (100, 200, 300, 600, 800 i 900) la matèria orgànica assoleix valors fins un 30% més elevats que a les zones altes o a peu de mur (figura 6.1) Diferències que, per norma general, s'incrementen a mesura que també ho fan els pendents de les terrasses.

En els camps abandonats el 1957 les diferències són majors (2%) respecte els que encara restaven actius el mateix any i no presenten processos erosius, però en el cas contrari es donen valors més alts de matèria orgànica a les parts mitjanes i altes de les feixes. Aquest fet, present en les parcel·les inestables 400 i 500, s'explica per les elevades pèrdues de sòl que es produeixen a partir de l'esllavissament dels murets de pedra seca. A diferència dels patrons que es repeteixen en la resta de camps (acumulació de sòl en les zones baixes per l'acció de la gravetat i de la forma secular de llaurar, accelerats per l'escolament superficial), en aquests casos les relativament baixes quantitats de matèria orgànica al peu dels camps no s'expliquen per causes topogràfiques o morfològiques sinó per la incidència dels processos erosius. En els camps que eren actius el 1957 i s'han anat abandonant vers l'actualitat les diferències entre les parts altes de les parcel·les aterassades i les baixes són menors respecte els anteriors (1,1%). Un cas excepcional el presenta la parcel·la 700, estable i situada a obaga, amb una forma atípica en aquest tipus de camps: una part elevada còncava, la central convexa i una estreta banda plana a la part baixa abans del mur; els valors mitjanans de matèria orgànica corresponents a cada àrea són: 7,9%, 6,9% i 7,2%, tanmateix, cadascun dels valors d'aquest paràmetre de fertilitat s'ajusten prou bé a les zones exportadores o receptores de matèria/nutrients (figura A.7 annex 1). A l'espai agrícola actiu del parc, representat per sengles parcel·les 1100 i 1200, també es pot detectar l'efecte de concentració de sòl i nutrients a les parts inferiors dels camps, tanmateix les tasques mecanitzades de conreu i les taxes més baixes de matèria orgànica difuminen les diferències. Tan sols en el camp de Cava hi ha una gran diferència (del 3,6%) entre les zones elevades i la part baixa (de forma còncava).

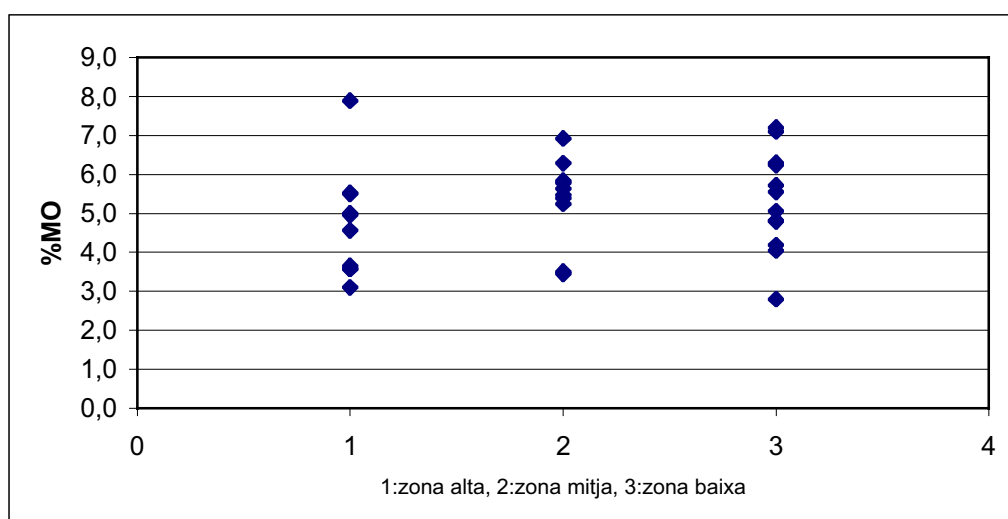


Figura 6.1. Distribució de la matèria orgànica en les submostres dels camps afeixats, agrupades en funció de la posició que ocupen.

Variacions de la matèria orgànica per la presència de vegetació arbòria.

Algunes de les parcel·les dels camps abandonats es troben recobertes parcialment o totalment per vegetació arbòria (5 de 13), en un entorn més forestal que la majoria d'erms o pastures en els que es troben els camps abandonats del transecte. Aquest fet implica una variació important dels aportaments de restes vegetals que en definitiva repercuteixen en l'increment de continguts de matèria orgànica en determinades submostres.

En dues àrees absolutament reforestades per una pineda de pi roig (feixa superior del camp 200 i el 710), el valor mitjà de la matèria orgànica és del 5,9%, un 1,2% més elevat que la mitjanana de tots els camps. És, però, la parcel·la 200 la que presenta la diferència més gran respecte als valors dels altres camps i els de les submostres de la pròpia parcel·la en herbassar (1,1%) degut que la zona forestal d'aquest camp conté un sotabosc ben desenvolupat de boixeda. Per a la resta de parcel·les amb presència fonamentalment de petits grups o individus aïllats de *Pinus sylvestris*, els valors de les submostres recollides en aquests punts respecte a la mitjanana de la parcel·la oscil·len entre -0,5% i 1,4%. L'anàlisi d'aquests resultats ens indica que a mesura que s'incrementa la maduresa del bosc instal·lat en un camp, el valor de matèria orgànica augmenta sensiblement respecte a zones que tenen altres tipus de recobriment vegetal (parcel·les 200 i 500) tot i que a vegades es mantenen

¹ La parcel·la 710, absolutament recoberta de *Pinus sylvestris*, sembla més una arbrada que un bosc ben constituït, degut a l'absència total de sotabosc i a la uniformitat en l'edat dels peus. Aquest fet es pot deure a que aquest camp tan sols porta 40 anys abandonat, a diferència del camp 200 (abandonat a la dècada dels anys quaranta), i encara no ha pogut desenvolupar un bon estrat arbustiu. Per contra, el sector on es troba la parcel·la 200 a Josa, ha estat

valors similars en parcel·les a obaga recobertes de bosc (la 710 amb un 6,6% en la zona més favorable) i les que encara resten com herbassars (la 700 amb un 7,4%). També podem trobar casos on el recent avanç del bosc no ha compensat pèrdues seculars (a la 1000 hi ha un 3,7% de matèria orgànica a la zona forestal situada a la part elevada de la feixa i un 4,2% en al zona baixa).

Les dinàmiques de revegetació en els camps abandonats del Parc Natural del Cadí-Moixeró assoleixen més ràpidament nivells de recobriment arbori elevat en zones d'obaga. Les parcel·les mostrejades que estan situades en zones de baixa radiació solar són les úniques que contenen vegetació arbòria, però aquest fet no garanteix uns valors elevats de matèria orgànica a totes elles pel sol fet d'incorporar un volum més gran de virosta en els horitzonts superficials del sòl. En el cas de les parcel·les estables (200 i 710), els valors mitjà de matèria orgànica a l'espai forestal en la primera i el global per a la segona són de 6,3% i 5,4% respectivament, però per a les inestables que presenten processos erosius i un nombre de peus de pi roig similars amb edats també similars², la matèria orgànica es redueix al 4,5% per a la 500 i el 3,7% per a la 1000. En ambdós casos també es constata una davallada dels segons valors que són els més recentment abandonats i en els que el recobriment arbori també és més recent.

Entre les parcel·les de camps abandonats que presenten valors de matèria orgànica més propers a sòls forestals de similars característiques (*Primulo-Pinetum sylvestris typicum*), es troben el sector forestal de la 200 amb el 6,4% i la part baixa de la 710 amb el 6,6% tot i que encara són lluny del 7,9% de les pinedes ben constituïdes a obaga. La diferència fonamental rau en que les pinedes de les parcel·les 200 i 710 no tenen més de 40 anys, en canvi la parcel·la forestal de pi roig a obaga (2510) va passar de ser una arbreda pasturada a un bosc dens fa més de 90 anys.

Variacions de la matèria orgànica degudes a l'erosió.

Els valors de matèria orgànica en les parcel·les inestables també cal analitzar-los a partir de les submostres ja que, tot i que s'han cercat camps amb presència de processos erosius hi ha una gran heterogeneïtat en l'extensió de les diverses morfologies dins el perímetre de cada camp. Aquest fet provoca l'alternança de submostres amb baixos valors de matèria orgànica quan es troben en zones erosionades i d'altres amb valors més alts quan la incidència de l'erosió es més baixa o fins i tot nul·la. Tot i que en alguns sectors l'erosió difosa és present en la major part de la superfície del terreny, aquesta sol ser més important en les zones superiors i els extrems de cada terrassa, normalment acompanyades d'incisions

pasturat amb freqüència per ramats d'oví des del seu abandó, i el camp de la Cabanota (710) pràcticament no hi ha entrat cap ramat a partir de l'any 1949.

² Les edats mitjananes dels pins en cada parcel·la són: 200 (25 anys), 710 (33 anys), 500 (20 anys) i 1000 (22 anys) i els recobriments: 60%, 85%, 40% i 20% respectivament.

sobretot en les xarxes de drenatge: finals i inicis dels murs, prop d'esllavissades, canvis de pendent i zones còncaues...

Els processos erosius en camps afeixats més característics del Parc Natural del Cadí-Moixeró són els lligats a dinàmiques gravitacionals en els murs o talussos de contenció, però aquests no tenen gaire incidència en la fertilitat global del camp pel seu caràcter puntual. A partir dels esfondraments poden endegar-se dinàmiques d'escolament concentrat que provoquen el retrocès de les capçaleres dels xaragalls nascuts en el reequilibri de la xarxa de drenatge entorn a aquests petits moviments de massa.

En les zones més xèriques del parc: el sector sudoccidental i les exposicions que reben una forta insolació damunt de superfícies estructurals calcàries o margocalcàries, la coexistència dels processos difòsos i concentrats ha provocat la pèrdua de sòl en les parts altes de les feixes i a l'actualitat, en els casos més greus tan sols es conserva material fi en una estreta franja arran dels murs de pedra seca. Aquesta tendència és general en vessants que superen els 30° de pendent, en exposicions sud des d'Adraén fins a Gisclareny i en menys mesura a mesura que seguim les unitats eocèniques cap a l'est.

Entre els camps inestables apareixen dos grups clarament diferenciats per valors de matèria orgànica més elevats o inferiors a la mitjanana de tots els camps. En el cas de les àrees homogènies 400 i 900 superen lleugerament el 5% de matèria orgànica, tot i ser uns camps amb evidents símptomes de pèrdua de sòl: esllavissades del mur, erosió difusa i concentrada, aparició dels horitzonts lítics..., els valors de la matèria orgànica són més elevats del que en principi es podria pensar. El camp de Josa que porta més temps abandonat i és situat a solana té el valor més alt de matèria orgànica d'entre els camps inestables, tot i ser un camp amb una potència de sòl més aviat feble que varia entre els 40 cm en els punts més ben conservats arran del mur de pedra seca i 0 cm a les parts més altes o en determinades zones on hi ha hagut esllavissades, el substrat que encara es conserva sota una elevada pedregositat superficial i mates aïllades de *Genista scorpius* conté valors entre un 4,1% i un 5,8%. Fets similars també s'han observat en treballs realitzats en àrees properes (SORIANO, 1994), on feixes aparentment pobres edàficament i on la quantitat de sòl i terra fina per hectàrea es molt baixa, en canvi contenen una fertilitat química molt elevada. Aquesta constatació també s'observa *in situ* amb un sòl ben estructurat i de tons més foscos que altres sòls sobre idèntics substrats margosos però més recentment abandonats, l'alta proporció de matèria orgànica pot respondre que l'aport d'elements orgànics d'una vegetació escassa i xeròfila s'ha dut a terme durant el llarg període d'abandonament, que per altra banda ha compensat les possibles pèrdues del sòl a la parcel·la. Això també fa pensar que els sòls prims i la disminució de potències cap a la part superior de les feixes, responen a la baixa capacitat d'edafogènesis de la zona en concret i a les pèrdues de sòl en el moment de la construcció de la terrassa i durant els anys d'activitat.

Les parcel·les que presenten valors clarament per sota del 4,7% mitjà de la sèrie, són les inestables situades a obaga (500 i 1000) i la 910 a solana. En aquesta casos també cal analitzar amb detall cadascuna de les submostres de cada àrea, ja que algunes es troben situades damunt de formes d'erosió, generalment xaragalls, que són el resultat del drenatge desorganitzat en la perifèria de la parcel·la vers profunds torrents laterals excavats en *badlands*. Això succeeix en els camps erosionats de Josa amb baixos nivells de radiació solar, on les submostres dels espais degradats arriben a tenir fins un 60% menys de matèria orgànica que les submostres més riques en aquest element. Aquestes diferències no serien admissibles des del punt de vista agronòmic per considerar una única àrea homogènia la parcel·la, però aquests resultats posen de manifest que els processos actuant en un camp abandonat poden afavorir les pèrdues de nutrients i l'augment d'aquests simultàniament, en un espai que ha estat concebut com una única unitat. En el camp 500 i ha un bon nombre d'espais amb el sòl nu i incisions i a la vegada les zones centrals més elevades s'estan reforestant, en el pitjor dels casos la matèria orgànica assoleix l'1,8% del pes i sota els peus de *Pinus sylvestris* el 5,2%. Un fet similar succeeix a la 1000 tot i que el seu abandonament és més recent, els valors de matèria orgànica en les submostres erosionades no superen el 2,7%. Entre ambdues parcel·les es detecta que l'expansió dels xaragalls es més evident en la parcel·la inactiva el 1957 (500) i això es reflecteix en una disminució del 0,8% de matèria orgànica respecte a la més recentment abandonada (1000), que conserva millor el seu perímetre. Els valors mitjanans d'aquestes parcel·les reproduïxen aquestes diferències (0,4%), tot i que lleugerament mitigades per l'increment de la matèria orgànica en el sector forestal de la 500 amb un 4,5%, que resulta lògic degut que ha restat més temps inactiva i el bosc s'hi ha desenvolupat millor que a la 1000, on el recobriment forestal encara és baix igual que la matèria orgànica (3,7%).

El camp 910, situat a Cava (en un sector de solana), mostra valors de matèria orgànica més baixos que les parcel·les homòlogues situades a Josa. Tanmateix, el 3,4% de fracció orgànica s'aproxima molt al 3,75% de les zones erosionades de la 900 amb un període d'inactivitat similar. La causa de les diferències pot ésser el pendent de la parcel·la, ja que la 910 té 18° d'inclinació respecte al pendent global de la 900 que és de 4°, cal analitzar detingudament el perfil d'aquesta darrera per comprovar que en les zones erosionades el pendent ascendeix fins a 16° molt similar a l'anterior. De tota manera l'àrea inestable que estava abandonada el 1957 (400) també té un pendent fort (20°) i en canvi els valors de la matèria orgànica de les diverses submostres tenen una desviació estàndard petita i en les àrees més dolentes no baixen del 4,8%. Possiblement en aquest cas el fet determinant són la quantitat d'anys que porten abandonats uns i altres camps així com la diversitat dels processos erosius: de tipus concentrat en les nou-cents i amb domini dels difòsos en la quatre-cents, en aquest darrer cas resta poc sòl al camp però el que encara perdura és fèrtil.

Els processos erosius en els camps actius estan emmascarats per les tasques de conreu que eliminen les formes resultants de precipitacions amb elevades intensitats, o del rentat superficial. En aquests camps les rases de drenatge perimetrals encara es conserven i per aquest motiu no es desfiguren els seus límits, però fonamentalment no s'hi detecten formes evidents d'erosió degut que els pocs camps que encara es llauren són el millors terrenys de l'espai agrari i per tant aquells que tenen un potencial d'erodibilitat més elevat.

El camp actiu situat a Cava (1200) sí que presenta algunes formes d'erosió perceptibles després de fortes precipitacions d'estiu o de tardor. La peculiar forma del camp amb forts pendents a les zones altes, fa que siguin aquests sectors on hi ha menys presència de matèria orgànica hi on el sòl també és menys potent (60cm). Els valors de la submostra dels sectors erosionats és del 2,4% molt allunyada de les parts baixes i amb sòls més profunds (3 m) que assoleixen el 6 % de matèria orgànica.

Els valors de matèria orgànica dels sòls erosionats, tot i ser més baixos que les mitjanes de les àrees homogènies i de la resta de submostres, no són registres molt per sota dels que es consideren òptims. Segons la majoria de taules, per damunt del 2% ja hi ha matèria orgànica suficient al sòl i en cap dels camps inestables es rebaixa significativament aquest nivell. Si ens fixem en els àbacs que tenen en compte el percentatge d'argiles els valors ja no són tan bons: per a la unitat 500 amb un 1,9% de matèria orgànica en les submostres erosionades i un 33,8% d'argiles, la matèria orgànica és pobre, la 1000 amb un 2,7% i un 35,4% està entre pobre i correcta, la 900 amb un 3,75% i un 30% està entre correcta i bona i la 910 amb un 3,4% i un 21,1% és bona, en la 400 els valors de matèria orgànica més baixos (entorn al 4%) i un 37% d'argiles donen com a resultat un nivell bo. Aquestes interpretacions es poden matisar si es tenen en compte el pH i el percentatge de carbonats per a cadascuna de les mostres (figura 6.2).

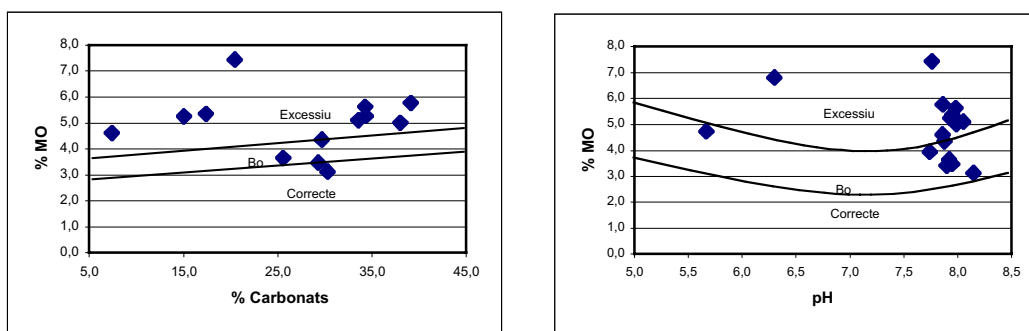


Figura 6.2. Valors de la matèria orgànica en camps abandonats i actius damunt d'àbacs d'interpretació del contingut d'aquesta en funció del pH i del percentatge de carbonats (QUÉMÉNER, 1985).

6.1.1.2 Evolució temporal de la matèria orgànica segons l'exposició i presència d'erosió en els camps.

La matèria orgànica augmenta lleugerament amb l'edat d'abandonament dels camps, tant en els situats a solana com a obaga sempre que no presentin morfologies erosives. Tenint en compte que l'evolució de la matèria orgànica en els sòls agrícoles és

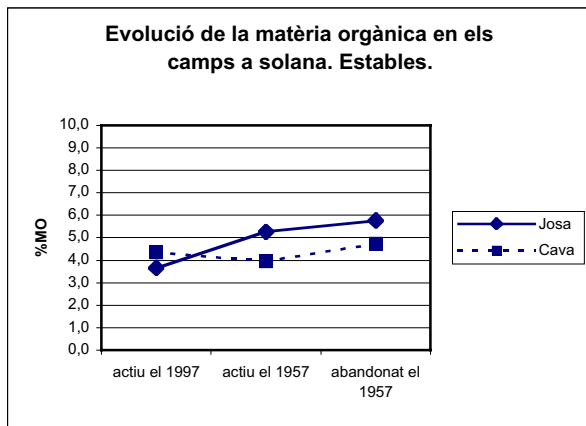


Figura 6.3.

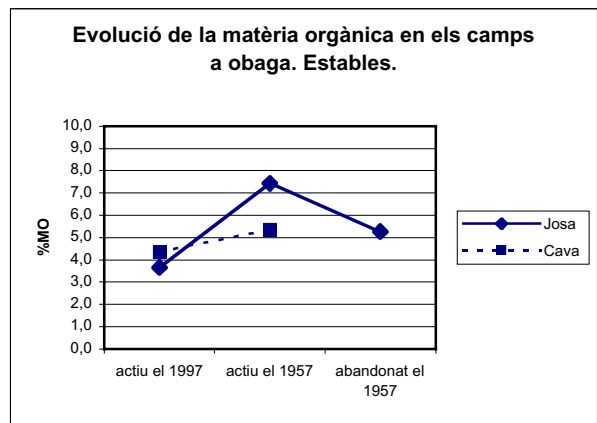


Figura 6.4.

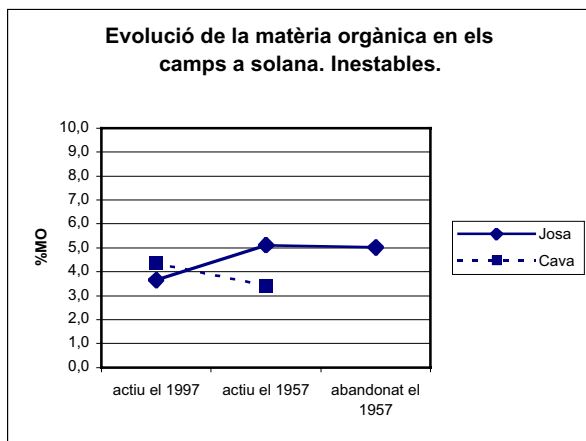


Figura 6.5.

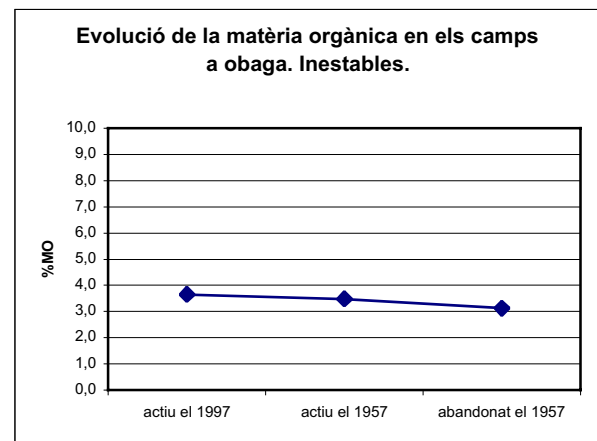


Figura 6.6.

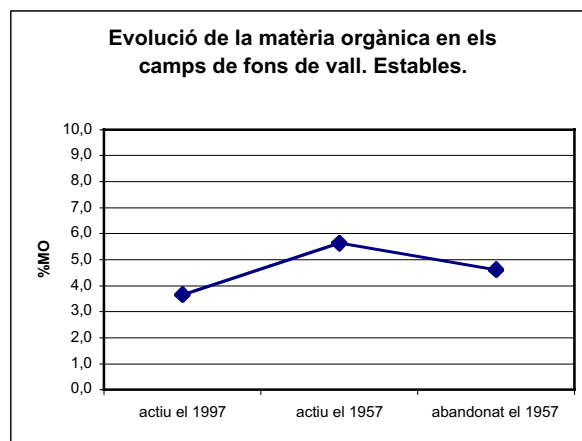


Figura 6.7.

molt lenta i que l'abandonament dels camps implica unes dinàmiques edàfiques cada cop més lligades a processos naturals i no tant antròpics, les corbes que es poden observar en les diverses gràfiques (figures 6.3. a 6.7.) tenen uns perfils molt suaus indicatius de la dificultat d'incorporar, elements orgànics en uns sòls que han deixat de ser agrícoles. Respecte a les característiques de la vegetació de les parcel·les seleccionades dins el transecte, gairebé totes tenen recobriments herbacis o mixts amb arbustius i un reduït nombre presenten recobriments parcials o totals de pinedes joves de pi roig (màxim 30 a 40 anys); aquest fet explica que aquests camps mostrin uns valors de matèria orgànica allunyats dels que caracteritzen els horitzonts superficials dels sòls forestals.

A l'àrea d'estudi els increments de matèria orgànica respecte als camps actius no sobrepassen el 25% en els camps de solana i el 40% en els d'obaga, aquestes variacions són més constants en els camps d'insolació elevada, tant els situats a la vessant de Josa com en els de Cava. En el vessant sud de la Serra del Cadí les tres parcel·les representatives de tres períodes cronològics es troben damunt la mateixa unitat litològica, fet que implica uns valors similars d'argiles que oscil·len entre el 34% i el 39%, aquesta similitud facilita la valoració de l'evolució de la matèria orgànica entre el camp actiu i les dues fases d'abandonament. La matèria orgànica és del 3,7% en el camp actualment cultivat, augmenta fins a 5,3% en l'abandonat després de 1957 (600) i assoleix el 5,8% a l'inactiu abans de 1957 (100) tal com reflecteix la gràfica 6.3. La incorporació de matèria orgànica en els camps pot efectuar-se o bé a partir dels detritus orgànics de la vegetació natural que colonitza els camps, o bé mitjançant la fertilització de la ramaderia extensiva que pastura aquests espais, d'una manera o d'una altra es pot observar que en els camps on no ha penetrat el bosc, aquests aportaments de matèria orgànica provoquen petites variacions. Per incrementar un 2,1% de matèria orgànica en un sòl agrícola cal un aport considerable de fems i en aquest cas aquesta variació s'ha produït després de quaranta anys d'un ús que podríem classificar com de pastures extensives en declivi junt a dinàmiques naturals de colonització vegetal.

En el vessant oposat, a Cava, pels mateixos tipus de camps situats a solana la variació és similar, tot i que es fa necessària una valoració corregida de la matèria orgànica degut a les diversitats edàfiques que donen lloc a classes texturals de tipus franc o franc-sorrenc. Es parteix d'un valor més alt de matèria orgànica en el camp actiu (1200), degut que és un dels millors sòls agrícoles de la zona, amb un 4,4% i es passa a 3,9% en el segon període cronològic (un 6,8% en la parcel·la 620 que, en haver estat un hort partia d'uns valors de fertilitat més alts) fins el 4,7% en el tercer. Tant en la parcel·la 610 com en la 210 els valors absoluts són més baixos que en el sector de Josa però assoleixen valoracions similars a aquests si es ponderen amb els baixos continguts d'argiles (23,4% i 13,3%) i la nul·la presència de carbonats (figura 6.8).

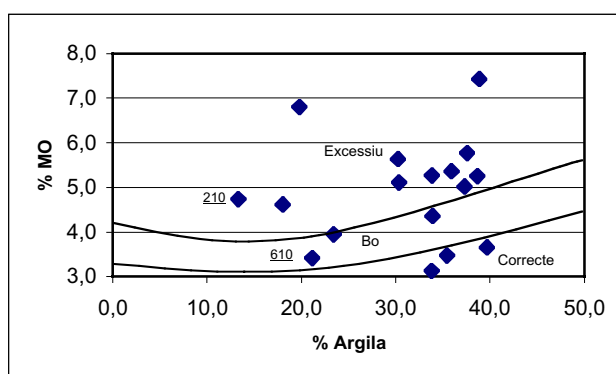


Figura 6.8. Interpretació de la matèria orgànica en funció del percentatge d'argiles (QUÉMÉNER, 1985).

La tendència a l'increment de matèria orgànica en els sòls dels camps abandonats és una constant en ambdues orientacions, si bé tant a obaga com en els fons de vall l'evolució temporal mostra un augment en les fases més recents d'abandó que després decau en camps que restaven inactius el 1957. Les diferències presents a obaga entre els camps més recentment i antigament abandonats poden explicar-se en gran part per les millors condicions generals en què es troba la parcel·la 700, amb un percentatge de matèria orgànica del 7,4% i un coeficient de variació que no supera el 8%, a diferència de la variabilitat del 27% del camp 200, amb problemes de saturació del sòl en la part superior de la feixa. En aquest cas en bon nombre de submostres d'aquesta parcel·la s'assoleixen valors d'entre 6,3% i 7,5% de matèria orgànica però la majoria situades en potències de sòl no superiors a 25 cm. D'altra banda, l'existència de percentatges elevats de matèria orgànica en els camps abandonats, no cal cercar-los tant en les característiques de l'adobat quan aquest es conreava i sí en els aportaments posteriors. Tant sols es poden justificar uns valors elevats de matèria orgànica heretats en alguns camps per raons de proximitat a la font d'adobs (nuclis, masos, etc) o per la tipologia dels conreus (horts), però en la resta de camps afeixats una bona aptitud del sòl per a fer créixer abundoses pastures pot ser la causa fonamental dels aportaments de detritus orgànics, tant vegetals com animals, que s'incorporen al sòl.

L'evolució per als camps de fons de vall és similar a la descrita, tot i que la fase intermèdia no presenta un pic tan evident en l'increment de la matèria orgànica. El descens posterior que s'observa a la gràfica 6.8., no es tal si tenim en compte el baix contingut d'argiles de la parcel·la 300, que manté uns valors agronòmicament considerats excessius (QUÉMÉNER, 1985).

Els únics camps que reflecteixen una tendència temporal al decrement o estabilització del percentatge de la matèria orgànica, són aquells que presenten processos erosius. Tanmateix, l'heterogeneïtat en la distribució de les diverses morfologies erosives en els camps, fan que els valors promitjanats emmascarin reduccions més importants, com ja s'ha constatat en el punt 6.1.1.1. A solana la tendència mostra un lleuger augment de la fracció orgànica en el camp actiu el 1957 tot i que després els valors es mantenen idèntics en el camp més antigament abandonat. Tanmateix, si ens atenem als valors de les zones més erosionades, la matèria orgànica no experimenta una variació apreciable respecte al camp actiu en ambdós casos, tot i els llargs períodes de repòs agrícola d'aquests camps i la possibilitat d'incorporar elements orgànics de la vegetació arbustiva de *Genista scorpius*, així com de la pastura extensiva d'oví.

A obaga, la reducció de matèria orgànica és més evident tot i que les pèrdues no assoleixen valors que posin en perill els aportaments orgànics al sòl. Tal com es fa referència a l'apartat 6.1.1.1 apareixen valors inferiors al la mitjanana de la parcel·la en determinades zones del camp on la incidència de l'erosió és major, i tan sols en un cas es rebaixa el nivell del 2% que indica una mala qualitat per a sòls agrícoles de secà en les condicions climàtiques de caire més mediterrani dins el parc, entorn als 10°C de temperatura mitjanana anual i precipitacions entre 600 i 700 mm. Com ja s'ha mencionat, segons COBERTERA en aquestes condicions climàtiques l'òptim per a terres de conreu es situaria entorn al 3,5% de contingut de matèria orgànica; la figura 6.6. ens mostra com els valors en aquests camps tendeixen a situar-se per sota d'aquest llindar.

6.1.2 La matèria orgànica en prats i pastures.

Les característiques de les zones pasturades a l'àrea d'estudi engloben una gran diversitat geocològica. Aquest fet rau en l'ús ramader que històricament s'ha donat a aquest territori, amb la convivència tradicional entre la transhumància i la ramaderia de subsistència.

La categoria de prats i pastures inclou tant les pastures montano-subalpines com les supraforestals, per aquest motiu cal una anàlisi diferenciada per a cadascuna d'elles degut fonamentalment a les característiques climàtiques a què estan subjectes. En el cas de les primeres, les àrees homogènies que incorporen el criteri de càrrega ramadera, són espais amb un component fonamental de vegetació herbàcia, tot i que sovint contenen recobriments arboris amb taxes variables en funció de l'ús històric i actual de la pastura. És per això que en alguns casos el límit entre l'ús ramader i forestal és difús i cal parlar més aviat de superfícies silvopastorals o, segons la denominació tradicional, de deveses.

6.1.2.1 La matèria orgànica en pastures montano-subalpines.

A les pastures montano-subalpines el contingut de matèria orgànica és major en aquelles àrees subjectes tradicionalment a una baixa càrrega ramadera. Hi ha importants diferències entre les parcel·les on la pastura ha estat poc intensa i les que han hagut de suportar elevades densitats, d'altra banda el descens generalitzat en les darreres dècades de la ramaderia extensiva també ha comportat una disminució de la pressió en les àrees 1600 i 1710, que tradicionalment han estat punts de concentració dels ramats. Tot i així, els aportaments orgànics derivats de la ramaderia no han incrementat en aquest cas la matèria orgànica edàfica, que presenta valors més alts en espais de pastura pràcticament abandonats amb processos avançats de forestació.

Tant a solana com a obaga, el descens dels valors de matèria orgànica entre les pastures de baixa i elevada càrrega ramadera és evident, tot i que és més acusat en els sectors de baixa radiació (figures 6.9. i 6.10.). En general, la matèria orgànica és més abundant en aquest tipus de pastures que en els camps abandonats, bo i situant-se entre el 14% i el 25% mentre que en les feixes actualment pasturades difícilment s'asoleix el 6%. Tan sols la parcel·la 1420, situada en una devesa amb roures i que fins a començaments de segle s'arribava a llaurar, s'aproxima amb un 5,4% de matèria orgànica, als valors d'antics espais agrícoles; tot i així a les submostres preses sota els exemplars de *Quercus humilis* els valors augmenten fins prop del 7%.

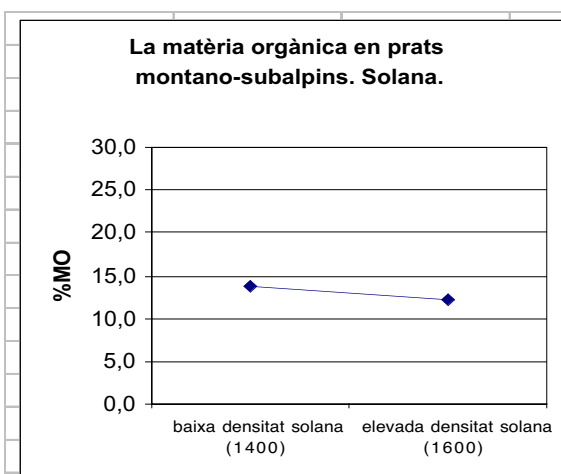


Figura 6.9.

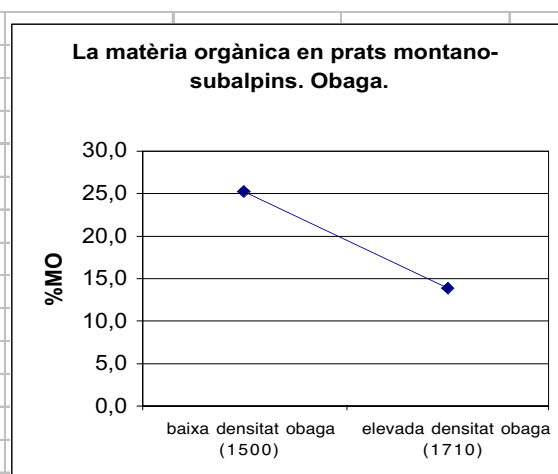


Figura 6.10.

Les reduccions són d'un 1,7% de matèria orgànica a solana i del 11,2% a obaga, però el fet més important és el valor de partida d'un i altre cas. Mentre que les pastures de baixa densitat a obaga contenen valors de matèria orgànica similars a les zones forestals ben constituïdes (25,2%), en la parcel·la 1400 la pobresa del sòl i l'aridesa de les condicions

ambientals a la que està sotmesa la vegetació, impedeixen una major acumulació de restes orgàniques en el substrat. Ambdues àrees es troben en l'àmbit natural de les boixedes calcícoles i mesoxeròfiles però la 1500, degut a la seva posició topogràfica, rep un 40% menys d'insolació, fet que afavoreix una certa continuïtat del recobriment vegetal en uns vessants amb 35° de pendent i on l'edafogènesi és molt lenta. La matèria orgànica en les àrees d'elevada càrrega ramadera presenta valors similars amb un 12,1% a la pleta activa de Josa (1600), o el 14% en un antic orri a Cava (1710), actualment pasturat per vaques.

Les pastures restants (1410 i 1510) no s'inclouen en la valoració comparativa degut que es troben damunt de substrats àcids; tot i així, l'interès de les mostres extretes resideix en el fet que són àrees on la pastura tradicionalment ha estat marginal i en els darrers 60 anys el procés de forestació les ha convertit en un dens bosc de *Pinus sylvestris*, en el cas de la 1510 i en bosc mixt de roures i pins molt esclarissat per a la 1410. La forta acidesa d'aquests sòls (pH de 4,5 a 5), alenteix els processos de mineralització de la matèria orgànica o inhibeix la nitrificació (QUÉMÉNER, 1985; PORTA *et al.*, 1987; MONNIER, 1989), és per això que aquestes parcel·les presenten uns dels valors més baixos de nitrogen. El caracter forestal d'aquestes antigues pastures arbrades i l'acidesa del sòl pressuposaria una gran quantitat de matèria orgànica fresca i humificada, fet que no es compleix, ja que el 3,9% de la 1410 o el 5,4% de la 1510 són valors propers a sòls conreats i es troben entre els més baixos dels forestals. Aquest fet pot explicar-se pel baix aport d'elements orgànics a aquestes pastures quan encara s'utilitzaven com a tals i el pobre potencial edàfic d'uns litosòls molt primers en pendents propers als 30°. En el sector obac la retenció de matèria orgànica es produeix en l'extensa i contínua capa de moltes que cobreix la superfície del sòl. Si al baix contingut en matèria orgànica s'afegeix l'elevat grau d'acidesa, l'absència de carbonats i continguts per sota el 10% d'argiles, la valoració integrada d'aquests paràmetres accentua més les diferències respecte a la resta de pastures altimontanes i subalpines, tot i que agronòmicament estarien en la banda de bons continguts de matèria orgànica (QUÉMÉNER, 1985).

6.1.2.2 La matèria orgànica en pastures supraforestals.

En aquest cas analitzarem els continguts de matèria orgànica de les pastures que es troben al límit superior de l'estatge subalpí i per damunt dels 2.200 m-2.300 m, plenament en el domini dels prats alpins. Aquestes pastures són les que tradicionalment han rebut el major nombre de caps de bestiar durant el període establert entre inicis de juny i finals d'octubre a principis de novembre, aproximadament coincident amb el cicle vegetatiu de les comunitats que hi són pròpies.

Amb idèntic criteri que per a la resta de pastures s'han mostrejat àrees amb els dos tipus ben diferenciats de càrrega ramadera tant per solana com per obaga. Els resultats

presenten analogies respecte a les pastures montano-subalpines amb un descens clar en els prats a obaga però amb un lleuger ascens a solana (figures 6.11. i 6.12.). En el darrer cas, podem considerar que la variació de la matèria orgànica respecte a cadascun dels usos és pràcticament negligible (+1,8%), de la mateixa manera que cabria considerar-ho per a les de la mateixa orientació en l'estatge anterior (-1,7%). Degut que no hi ha una tendència clara entre les dues tipologies i que els valors de matèria orgànica es situen entre els que cabria considerar normals per a les pastures, els resultats ens indiquen una baixa incidència entre la quantitat de ramats que pasturen aquestes zones i la influència en el contingut de matèria orgànica al sòl. D'altra banda, la diferència del 20,9% entre l'àrea homogènia (1900) situada en un prat de difícil accés a obaga on sols es constata una feble pastura per part dels isards (*Rupicapra rupicapra*) de les comunitats d'*Elynion* i les pastures intensament explotades del pla d'Anyella (2100), indiquen com una elevada càrrega ramadera no compensa els aportaments de matèria orgànica al sòl que efectua la mateixa vegetació pradenca. També a obaga, una rèplica de l'àrea homogènia molt pasturada (2110), on coexisteixen processos recents d'aforestació de *Pinus uncinata* i d'erosió, el 7,9% de matèria orgànica encara és més baix que al pla d'Anyella.

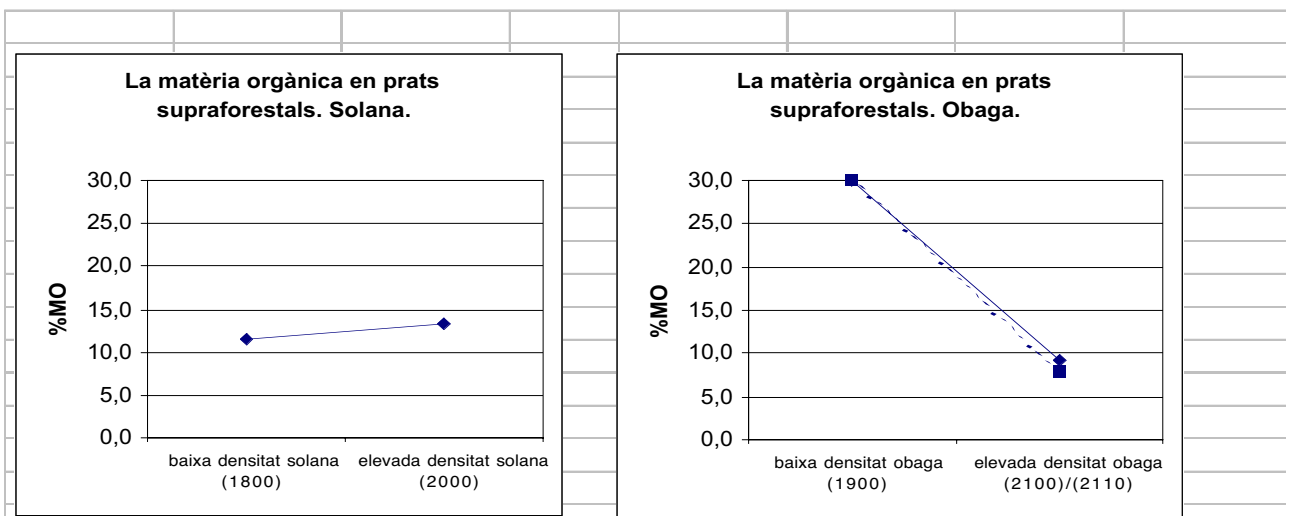


Figura 6.11.

Figura 6.12.

Els valors baixos de matèria orgànica en pastures d'elevada càrrega ramadera a obaga són el resultat d'una secular sobreexplotació de prats amb bons rendiments, però que en molts casos han generat o accelerat dinàmiques naturals de degradació dels sòls. En la zona superior de l'estatge subalpí i tot l'alpí, són evidents les formes derivades de la solifluxió: terracetes, cicatrius d'arrancament de petits moviments de massa, ondulacions en el terreny, etc, que poden arribar a convertir-se en àrees completament denudades en els casos més extrems prop d'abeuradors, corrals, llocs de pas o zones sobreexplotades, tal i com es pot observar al pla d'Anyella o coll de Torn. Les submostres corresponents a l'àrea 2100 preses en sectors erosionats donen lloc a valors del 1,7% de matèria orgànica, mentre

que pocs metres enllà, en el sòl protegit pel prat, els valors normals oscil·len entre el 7% i el 14%. Tot i que els baixos continguts d'argiles (10,7%) i carbonats (2,1%), així com un pH neutre de 7,1, fan que s'atenuï lleugerament la poca valoració d'aquest sòl (YANEZ, 1989), l'assoliment de percentatges inferiors al 2% en aquests tipus de prats és un indicador clar d'una certa irreversibilitat en els processos que s'hi donen, tot i que en algunes àrees l'aforestació lligada al descens de la càrrega ramadera pot ajudar a estabilitzar el sòl i a incrementar els aportaments orgànics.

Per a les mostres 1900 i 2000 les submostres que es troben en zones d'erosió difosa el descens del percentatge de matèria orgànica no és tan evident, també degut que els processos de degradació no són tant importants. En el cas de la parcel·la 1900, les formes d'erosió es localitzen en petits canals de drenatge amb acumulació de graves; les submostres recollides en aquests punts redueixen el contingut de matèria orgànica fins a 19,4%. Per a la 2000, situada en un vessant solei amb un pendent de 17° suficient per generar terracetes, les submostres de les zones nues de vegetació o amb poca quantitat de sòl i molt pedregós, la matèria orgànica es redueix en un 2,8% respecte els valors més alts i en un 1,8% respecte a la mitjanana.

6.1.3 La matèria orgànica forestal.

Les parcel·les forestals seleccionades dins el transecte són una simplificació de les comunitats que poblen el Parc Natural del Cadí-Moixeró, però prou representatives dels dominis majoritaris. L'anàlisi de la matèria orgànica per a boscos caducifolis i aciculifolis s'ha efectuat en funció dels criteris d'intensitat de l'explotació forestal, el que ha comportat que el conjunt d'àrees homogènies mostrejades no es trobin en totes les orientacions per a les comunitats i estatges escollits, degut a la dificultat o la inexistència de boscos molt poc explotats en totes les tipologies, ja no sols dins el transecte sinó en l'entorn del parc.

En els tres tipus de bosc mostrejats, els continguts de matèria orgànica són molt més baixos en les situacions d'explotació intensa del bosc en comparació als retalls forestals que s'han preservat de les tals periòdiques i que contenen individus de més de 150 anys. Tanmateix, les diferències són més evidents entre els boscos altimontans i subalpins de pi roig (*Hylocomio-Pinetum catalaunicae*) i les complexides de bosc de pi negre calcícola xeròfil (*Genisto-Arctostaphyletum hepatico-rhamnitosum*) que entre les rouredes neutroacidòfiles (*Pteridio-Quercetum pubescentis*). Com es pot observar a la gràfica 6.14. corresponent a les pinedes de pi roig a obaga, el valor de la matèria orgànica en la parcel·la poc intervinguda (2310) sobrepassa el 30%, mentre que en zones properes amb torns d'explotació de 30 anys i utilitzant les tallades arreu com a eina de gestió forestal, la matèria

orgànica assoleix el 7,9% del pes³. Aquesta diferència del 22% encara és més gran entre els boscos poc intervinguts i els intensament explotats de pi negre a solana. A solana són quasi inexistentes les taques denses d'aquestes pinedes i només queden petits grups de pins entre unes formacions molt esclarissades; les taques en aquests boscos són seculars per a usos ramaders, però per a la parcel·la 2600 encara són evidents les soques de grans exemplars tallats en els anys seixanta per aprofitament forestal.

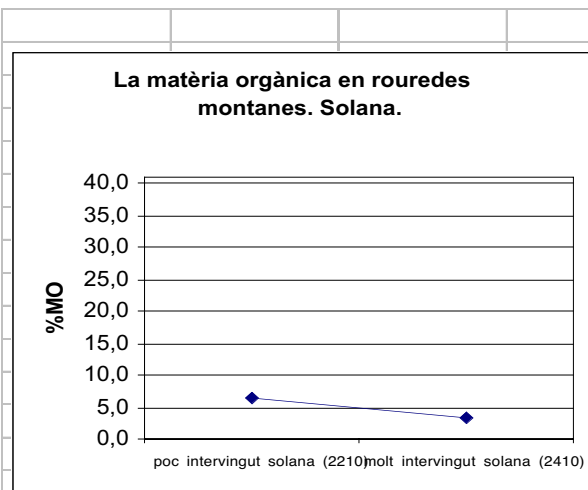


Figura 6.13.

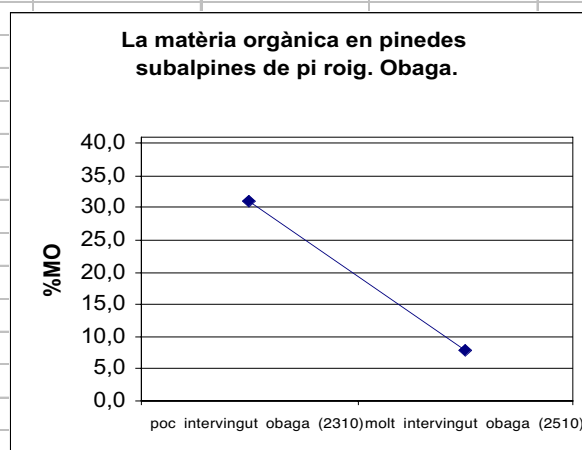


Figura 6.14.

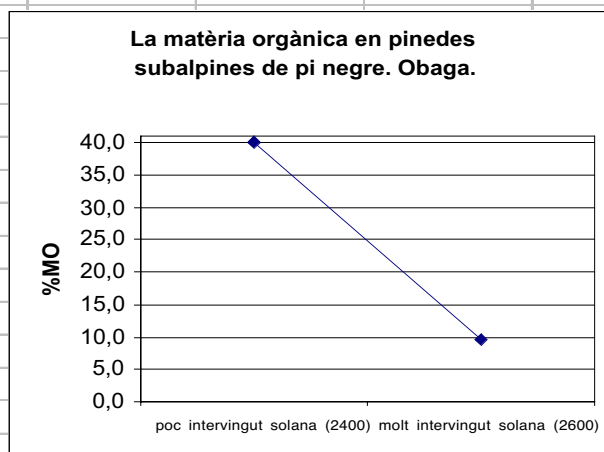


Figura 6.15.

L'excés de matèria orgànica en les parcel·les poc intervingudes 2310 i 2400 està directament relacionada amb el descens d'un punt en el pH respecte a parcel·les en condicions similars però molt explotades (taula 6.2.). El caràcter àcid que provoca l'abundància de matèria orgànica dificulta la seva mineralització, tot i que en continguts propers al 35% es pot considerar irrellevant. D'altra banda, en les parcel·les oposades (2510

³ En condicions similars a aquestes, en el municipi proper de Tuixén (Soriano, 1994) obtenen resultats comparables en valors de matèria orgànica del 9,6% entre els horitzons A1 i A3, equivalents a la profunditat màxima de les mostres

i 2600) el pH neutre facilitarà la incorporació de la matèria orgànica al sòl, encara que aquesta no sigui tant abundant.

				% p/p M0	pH
	Rouredes montanes	poc intervingut solana	(2210)	6,2	7,5
		molt intervingut solana	(2410)	7,2	6,3
	Pinedes montano-subalpines	poc intervingut obaga	(2310)	31,1	5,8
		molt intervingut obaga	(2510)	7,9	6,9
	Pinedes subalpines	poc intervingut solana	(2400)	40,1	5,9
		molt intervingut solana	(2600)	9,5	6,3

Taula 6.2. Valors de matèria orgànica i pH a l'espai forestal.

A la llum d'aquests resultats és evident que els boscos de coníferes que periodicament s'han tallat durant aquest segle i que en la centúria del 1800 eren espais ramaders, no han pogut recuperar els nivells de matèria orgànica d'espais forestals molt poc intervinguts. D'altra banda, les mancances de compostos orgànics en les parcel·les 2510 i 2600 no sembla ser un factor limitant en la recuperació del recobriment arbori, tot i que en les pinedes de pi negre, per damunt dels 2.000 metres, són evidents l'accentuació de processos periglacials fora de la protecció de les capçades.

A la roureda seca els continguts de matèria orgànica són molt més baixos degut a les dificultats en la humificació de la virosta, a causa de la major incidència del dèficit hídric i d'un reduït aport de biomassa al sòl d'uns boscos molt esclarissats. En les zones on la roureda es conserva en millors condicions i l'explotació no ha estat tan intensa, la matèria orgànica pot arribar al 7% del pes per a determinades submostres, però en les zones més explotades pel carboneig, boïgues, etc, aquesta amb prou feines arriba a la meitat d'aquest valor. L'explotació intensa d'aquestes rouredes ha afavorit la colonització d'exemplars de *Pinus sylvestris* i *Pinus nigra* i en alguns casos la total substitució d'espècies. Les condicions neutròacidòfiles de les rouredes que hi ha a Cava són peculiars en el Parc Natural del Cadí-Moixeró, en el que dominen àmpliament le rouredes calcícoles, sobretot al vessant sud. Tanmateix, si comparem els resultats amb d'altres treballs similars en condicions bàsiques (SORIANO, 1994), veiem que per a rouredes força explotades a Tuixén la matèria orgànica assoleix valors entorn al 9% a solana i fins i tot 12% a obaga.

extretes pel present estudi. En mostres mes superficials els valors mitjanans de la parcel·la arriben al 15%.

6.2. LES PROPIETATS BIOLÒGIQUES: LA RELACIÓ C/N.

Un dels paràmetres de fertilitat edàfica que millor s'aproximen a l'activitat de la biomassa del sòl sense haver de realitzar analítiques complexes i de llarga execució, és la relació entre els continguts de carboni i nitrogen total.

Com ja hem vist, no és gaire apropiat considerar la matèria orgànica com a un paràmetre fonamental si no es tenen en compte el pH, els carbonats o la textura i/o contingut d'argiles. La seva anàlisi sempre ens donarà idees aproximades de la fertilitat biològica del sòl directament relacionada amb l'humus i la descomposició dels seus constituents: àcids fúlvics, àcids húmics i humines. Tanmateix, una altra manera d'abordar aquesta qüestió és a partir de la detecció d'algun factor associat a l'activitat de la biomassa, aquest paràmetre és la relació C/N i pot ser un bon indicador de l'evolució dels sòls agrícoles; cap a estadis naturalitzats en el procés d'abandonament, així com d'alentiments i inhibicions en la mineralització de la matèria orgànica per erosió o altres factors, tant en camps com en prats i boscos.

Els valors de la relació C/N en el conjunt de les àrees mostrejades es situen a la franja alta de les taules d'interpretació per espais conreats, degut a la similitud dels camps abandonats amb els prats i a la lògica resposta de la resta d'espais ramaders i forestals a causa de l'increment de la matèria orgànica. Entre els camps, les dues parcel·les cultivades tenen relacions de C/N que s'ajusten a la consideració de correctes per a sòls agrícoles; a mesura que l'abandonament es perllonga en el temps els valors augmenten en tots els casos. Les característiques més ramaderes que agrícoles en els camps abandonats es posen de manifest si observem les gràfiques 6.33. i 6.34. on els valors de C/N d'aquest tipus de camps són força similars a les pastures. Tot i així, la variabilitat dels resultats és major tant en les pastures montano-subalpines com en les supraforestals degut a l'heterogeneïtat dels espais ramaders i a les característiques bioclimàtiques dels forestals, que donen lloc a diferències entre els tipus d'humus.

A grans trets, els valors del C/N en l'espai agrícola actiu es troben entorn a 10, en l'espai agrícola d'abandonament entorn a 11,5 i en les àrees amb pèrdua de sòl entre 9 i 10. La possibilitat d'existència de processos de mineralització extrema en els camps sembla allunyada en les àrees homogènies mostrejades, que en alguns casos presenten morfologies d'erosió similars als *badlands*, tot i que molt menys desenvolupades. En la resta d'espais l'equilibri entre humificació i mineralització sembla decantar-se cap a un excés en la concentració de matèria orgànica fresca en algunes parcel·les forestals, o per la ràpida mineralització de les restes orgàniques en algunes pastures a solana.

6.2.1 La relació C/N en els camps actius i abandonats.

A les dues parcel·les de camps actius, els valors de C/N es poden considerar idèntics (9,9 per Josa i 10 per Cava) i completament normals per a la zona climàtica on ens trobem (COBERTERA,1993; SAÑA *et al.*, 1996; EA MANRESA, 1997). En el camp 1100 els valors de les diverses submostres es troben entre 9,3 i 9,9 i tot i que algun assoleix el 10,5, la regularitat del camp permet que la dispersió dels valors no superi el 6%. Aquesta concentració de valors no és tan elevada en el camp 1200 ja que apareixen dues zones clarament diferenciades segons els valors de C/N: la part elevada del camp entre 9,7 i 9,9, el sector mig-baix còncav entorn a 10,2 i 11,1 i el sector pla i baix dedicat a l'hort amb un 9,3. Aquestes diferències responen fonamentalment a la distribució dels fems en el camp i tot i que les mostres es van recollir un cop transcorreguts quatre mesos de la incorporació de l'adob, es constata una major concentració d'aquests en la part central del camp amb els conseqüents augments de C orgànic. En el sector elevat els aportaments són menors degut al pendent i a majors pèrdues per rentat del drenatge i per l'escolament superficial (KOLENBRANDER, 1981; PRATT, 1984), en canvi a l'hort, els valors més baixos de la relació C/N de tota la parcel·la són sinònims de l'elevada intensitat del conreu en aquest sector amb idèntiques condicions de femat.

En els camps recentment abandonats la interpretació conjunta del nitrogen i la matèria orgànica, mostra valors entorn a 11,5, amb disminucions de fins un punt per els inestables (910 i 1000) o augments de fins el 13,7 en camps molt forestats (710) o antics horts molt adobats (620). Entre les parcel·les situades a solana i obaga hi ha lleugeres diferències a favor de les segones, tant en el sector de Josa entre la 600 (11) i la 700 (11,8), com a Cava entre la 610 (10,4) i la 710 (13,7) tot i que cal tenir present que la darrera és plenament forestal. A les parcel·les erosionades els valors de la relació C/N són similars als camps actius i tan sols en la 900 hi ha un augment important degut en part a l'augment de matèria orgànica. Cal destacar en aquest punt els baixos continguts en nitrogen dels camps erosionats respecte a la resta, amb valors per sota de 0,22%p/p o 0,25%p/p dels camps actius. Tanmateix, les relacions C/N en aquests camps degradats són superiors als actius, el que indueix a pensar que, tot i existir importants pèrdues de matèria orgànica, aquestes són compensades per un baix nivell de mineralització de l'humus

Si atenem a la mitjanana dels valors pels camps abandonats abans de 1957, aquesta augmenta respecte a les parcel·les anteriors fins a assolir la relació C/N de 12. Cal matisar aquesta generalització pels casos de parcel·les situades a obaga (13) o en els inestables (entorn a 11,5). L'increment és un punt superior en la parcel·la 200 amb un menor índex de

radiació solar que la 100, tot concordant amb el que ja s'ha observat en el període cronològic anterior. El camps erosionats també incrementen sensiblement el valor de la relació C/N però aquí els resultats ens mostren dues lectures diferenciades: mentre el camp a obaga (500) assoleix una relació de 11,8 per la forta disminució dels valors de nitrogen (0,16% p/p de mitjana), el situat a solana (400) estabilitza el valor respecte a camps més recentment abandonats en situacions similars (900).

Aquest paràmetre de fertilitat del sòl és un bon indicador de l'estadi evolutiu d'un terreny que deixa de ser agrícola per passar a ser forestal⁴, degut que es produeix un retard en la producció de nitrogen orgànic respecte a l'increment de matèria orgànica. En la majoria dels camps l'augment de nitrogen total entre el camp actiu i els més antigament abandonats no supera el 25%, mentre que la matèria orgànica quasi duplica els continguts. D'aquesta manera l'alentiment de la humificació dona lloc a valors elevats de carboni orgànic en el numerador de la fracció, mentre que el nitrogen s'estabilitza o disminueix sensiblement, donant lloc a relacions C/N més elevades.

6.2.1.1 Variacions de la relació C/N a l'interior dels camps, en funció de la posició i forma topogràfica, nivell de forestació i processos erosius.

Les diferències de valors de C/N a l'interior d'aquestes àrees homogènies, no són alienes a la variabilitat constatada en l'anàlisi de la matèria orgànica, tot i que la dispersió de valors es menor en la present determinació, amb desviacions estàndard entorn a 0,41 i 0,93 en funció de les zones, respecte a 1,10 i 1,41 de la matèria orgànica. Una altra característica d'aquest paràmetre edàfic rau en el fet que els valors que indiquen major fertilitat no es troben en els mateixos espais que les fonts de carboni orgànic i nitrogen. D'altra banda, els aportaments orgànics de la vegetació forestal impliquen un augment de la matèria orgànica en els nivells superficials del sòl que també condicionarà l'augment de la relació C/N de forma inversament proporcional a la disminució per pèrdues erosives. L'anàlisi dels resultats de les submostres ens indicarà amb més precisió algunes de les tendències estudiades en l'apartat anterior.

Variacions de la relació C/N en una catena dins els camps afeixats.

Com succeeix amb d'altres determinacions, els valors de les submostres varien en funció de la posició que ocupen a la parcel·la, estretament lligades a la típica morfologia en pendent dels camps afeixats i a la forma triangular del perfil del sòl, amb elevades potències a la part inferior del camp i febles o nul·les a la part superior. El coeficient de variació entre

⁴ Soriano (1994), a l'àrea propera de Tuixén, constata aquest augment de la relació C/N en funció d'estadis d'abandonament lligats a la successió vegetal i per tant, amb etapes finals completament forestals.

les submostres no superen el 14% del valor mitjà de la parcel·la i en la majoria de casos es troben entorn al 10%, fet que indica major homogeneïtat que en d'altres paràmetres analitzats. Els valors amb un grau de dispersió més elevat es situen per damunt de la mitjanana, tot coincidint amb les àrees forestades on l'acumulació de matèria orgànica és major.

La variabilitat dels resultats de les submostres en el camp actiu a Josa és manifestament menor als valors de la relació C/N en camps abandonats, tot i així el camp actiu a Cava sí que presenta algunes diferències degudes a les particularitats del lloc on s'ubica tal com s'ha exposat al punt 6.2.1. La roturació del sòl afavoreix el repartiment homogeni de la matèria orgànica provinent dels fems i dóna lloc a nivells de mineralització de l'humus semblants en tota l'extensió de la parcel·la, tal i com es pot inferir en l'anàlisi dels resultats de les submostres amb desviacions estàndard de 0,36 a l'àrea homogènia 1100 i de 0,68 en la 1200. En aquest darrer cas, tot i tenir zones planes i pendents del 27% la dispersió dels valors és molt menor que en camps abandonats amb relleus uniformes, on les desviacions estàndard depassen el 0,9.

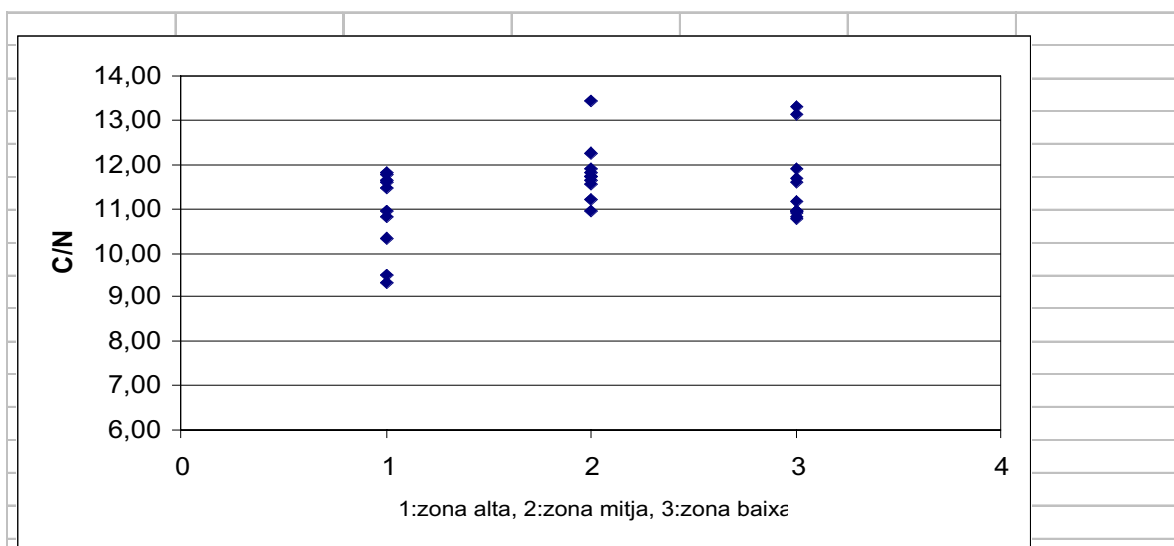


Figura 6.16. Distribució de la relació C/N en les submostres dels camps afeixats, agrupades en funció de la posició que ocupen.

Els valors de C/N en els camps abandonats tendeixen a ser superiors en les parts mitjanes i baixes de la parcel·la, degut a l'acumulació de matèria orgànica en aquests sectors. Aquest fet s'explica per causes heretades (l'acció conjunta de la roturació, gravetat i rentat superficial històricament ha anat concentrant nutrients en les parts baixes) i per causes actuals (l'establiment de vegetació més densa en aquests sectors amb el conseqüent aport de residus orgànics al sòl). Aquest fet es produeix a totes les parcel·les, exceptuant la 900 i la 400 on l'erosió provoca pèrdues a les zones baixes, la qual cosa dóna lloc a valors de la relació C/N lleugerament més alts a peu del mur de pedra seca i en els camps de fons de vall (300 i 800), amb pendents més suaus i on els moviments de terres no han estat tant

acusats com en les terrasses, en aquest cas els valors de C/N es distribueixen més aleatòriament arreu de la parcel·la. Tot i que la figura 6.16. presenta una distribució similar a les homòlogues per a la matèria orgànica i el nitrogen, la interpretació del nivell de fertilitat per aquest paràmetre canvia radicalment degut que els valors òptims propers a 10 es localitzen a les parts elevades.

Les diferències que s'estableixen entre els extrems dels camps no marquen grans salts entre els intervals que normalment tipifiquen la qualitat de la matèria orgànica a partir de la relació C/N. Els valors entre 8 i 12 són els que agronòmicament ens indiquen una relació òptima (NICOLÁS, 1968; COBERTERA, 1993; SAÑA *et al.*, 1996) i entre aquests es troben la majoria dels resultats obtinguts tant en camps actius com en camps abandonats; tanmateix les tendències a l'alça d'algunes submostres denoten alentiment en la mineralització i humificació de la matèria orgànica fresca que, en sòls no agrícoles, són sinònims d'aforestació.

Variacions de la relació C/N per la presència de vegetació arbòria.

La inexistència de tasques agrícoles provoquen l'alentiment de la mineralització de la matèria orgànica, sobretot en sòls no llaurats, i un canvi en els aportaments orgànics, que passen de ser antròpics a dependre de la vegetació natural o la pastura. Aquests canvis són determinants per entendre el contrast de valors entre submostres d'una mateixa parcel·la.

A les parcel·les 200, 500 i 1000, amb espais suficientment forestats per *Pinus sylvestris*, la relació C/N arriba a assolir una *ratio* de 15,8 sota coberta arbòria i en el pitjor dels casos amb recobriments inferiors al 25% i erosió (1000), el 10,8. Aquests valors suposen un increment de fins el 30% respecte a la mitjana de la parcel·la i d'entre un 30 a un 50% respecte els valors mes baixos de zones erosionades. Aquestes diferències també es constaten en la parcel·la 710 totalment forestada i situada al vessant nord, amb una relació C/N de fins a 15,7 i una mínima de 12,3, superiors en tots els casos a la majoria de valors en camps amb recobriments herbacis o arbustius. El valor mitjà de les submostres dels sectors forestats és 1,2 punts superior a les relacions C/N existents en les zones mitjanes o baixes dels camps amb herbassars i bosquines, i també augmenta en camps antigament abandonats -14,8 (estable) i 13 (inestable)- i és lleugament inferior en els actius el 1957 -13,7 (estable) i 10,8 (inestable)-.

Segons els resultats del C/N de les submostres recollides sota l'estrat arbori dels camps abandonats, es percep una tendència a l'increment de la relació a mesura que es va estenent la superfície forestal en un camp. Degut que aquesta penetració no és homogènia, sinó que la distribució dels peus és aleatòria a partir del procés de disseminació de les llavors, les relacions C/N són mes elevades en recobriments més densos i exemplars de més

edat, però tal com mostra la figura 6.17. l'alentiment de la mineralització del nitrogen a obaga és possiblement la causa fonamental en l'increment de la relació.

Si considerem que els valors de C/N en els boscos de pi roig calcícoles i mesòfils (*Primulo-Pinetum sylvestris typicum* i *Polygalo-Pinetum sylvestris*) es troben entre 12 i 17 en horitzons inferiors a l'A1 (SORIANO, 1994) i els valors de l'àrea homogènia corresponent a aquesta mateixa formació en zones forestals d'obaga (2510) oscil·la entre 11 i 14, s'arriba a la conclusió que els camps abandonats de caràcter forestal tendeixen a assolir relacions de C/N similars. Aquest fet és certament paradoxal respecte el que succeeix amb la matèria orgànica (punt 6.1.1.1.) ja que aquesta augmenta més d'un punt percentual en els boscos madurs i en canvi la relació C/N és pràcticament idèntica en ambdós casos, l'explicació més congruent a aquest fet rau en el fet que hi ha un moment determinant en l'evolució de la successió vegetal on l'aport de matèria orgànica fresca al sòl es manté constant o augmenta imperceptiblement. Tan sols en boscos molt vells i molt poc intervinguts l'horitzó A1 és més potent, fet que provoca l'increment de matèria orgànica fresca en les mostres extretes a 20 centímetres de profunditat i per tant, també la relació C/N (44 en la 2310).

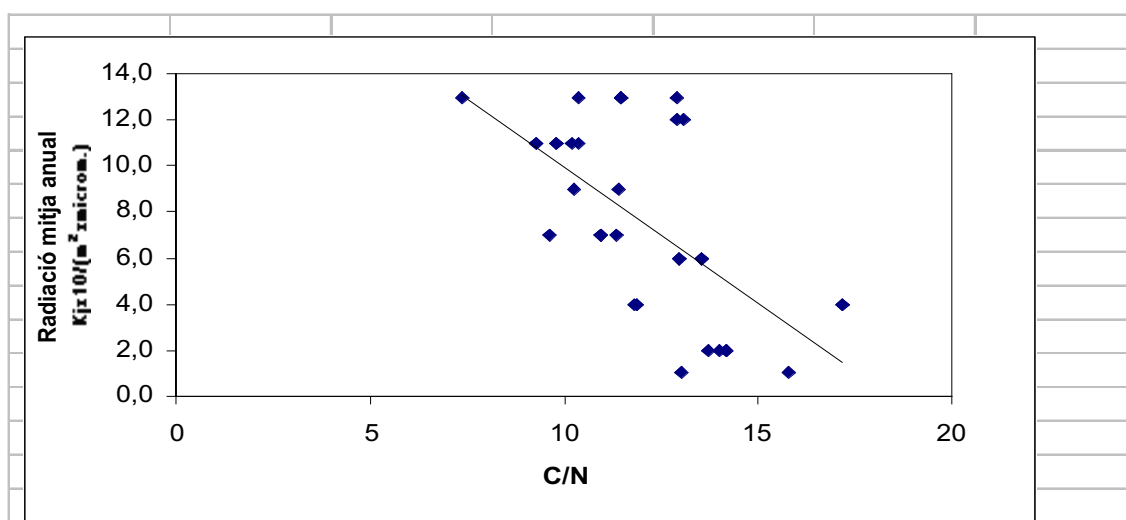


Figura 6.17. La relació C/N és inversament proporcional a la radiació potencial anual dels sòls recoberts per *Pinus sylvestris*.

Variacions de la relació C/N degudes a l'erosió.

Unes relacions C/N massa baixes indiquen l'esgotament del sòl degut a l'explotació intensiva d'aquest, o l'existència de processos erosius (LÓPEZ I LÓPEZ, 1978). La presència de valors clarament inferiors a 10 en camps abandonats és un bon indicador que la recuperació de fertilitat que cabria esperar en aquestes situacions de repòs agrícola no es produeix i per tant el sòl tendeix a degradar-se per pèrdues erosives.

Les característiques de la degradació del sòl en les parcel·les inestables són fonamentals per entendre la distribució dels valors de les submostres, tal com s'ha pogut comprovar per a la matèria orgànica. La reducció en el contingut de la matèria orgànica comporta un menor contingut de C orgànic i possiblement també la disminució del N orgànic, fet lògic si tenim en compte les difícils condicions a què estan subjectes alguns sectors de les parcel·les, amb erosió difòsa o bé concentrada. Els valors més baixos de la relació C/N de les submostres dels camps abandonats es troben en les parcel·les inestables, tot i que amb relacions properes als camps actius. Aquesta constatació podria fer pensar que les zones erosionades de les feixes continuen tenint uns ritmes de mineralització òptims si no tenim en compte els valors de matèria orgànica i nitrogen alhora. En el cas dels camps actius la matèria orgànica es manté entre el 3,5% i el 4,5% mentre que en les zones més erosionades cau per sota del 3%; pel que respecta al nitrogen succeeix quelcom similar, bo i passant de valors propers a 0,25% del pes en els conreus actius a valors entre 0,15% i 0,2% en submostres erosionades; per tant, tot i que es mantinguin valors de relació C/N entre 9 i 10 és evident que hi ha símptomes de pèrdua de nutrients, encara que això no signifiqui momentaniament una pèrdua irreversible de fertilitat biològica del sòl.

De fet, els valors més baixos de la relació C/N en submostres extrems d'àrees erosionades no són inferiors a 9,2 (1000), amb una mitjana de 10,7 pràcticament idèntic a la mitjanana de les zones altes de les terrasses. En el camp actiu de Cava el valor del sector erosionat (9,9) és més alt que els sectors més explotats agrícolament del camp (9,3), en aquest cas es confirma que la reducció de la relació C/N disminueix més ràpidament a causa de l'excessiva mineralització de la matèria orgànica i no tant per pèrdues de rentat. Un fet similar succeeix al camp de Josa (1100) on els processos erosius no són apreciables. En els camps abandonats les diferències entre els valors de zones erosionades i les zones estables dels camp, que com ja hem dit és un fet comú de les àrees catalogades com inestables, no superen el 20% respecte a la mitjanana del camp. Aquests resultats certifiquen que mentre en zones del camp on es produeix la colonització de la vegetació natural la relació C/N augmenta cada cop més a mesura que es passa d'un medi agrícola a forestal, en els espais on es produeix l'estancament de valors la dinàmica general de successió vegetal o canvi d'ús cap a pastures o boscos, s'alenteix pels agents erosius

Si observem tots els valors de C/N dels camps erosionats ens adonarem que aquest no és el millor indicador de l'estat de degradació agrícola en aquests sectors de mitjana i alta muntanya, ja que les pèrdues irreversibles de sòl es manifesten amb la desaparició del mantell edàfic, reducció dels horitzonts i potència del sòl... mentre que la terra fina que resta en els camps encara manté uns índexos de fertilitat òptims per a l'arrelament de la vegetació tot i que altres factors ambientals ho impedeixin. Un clar exemple d'aquesta constatació es troba a la parcel·la inestable a solana 400 amb una relació C/N de 9,5 en una única

submostra i un valor mitjà de 11,4, però tan sols 395 Tm de TF/Ha⁵, a banda d'extensos afloraments de l'horitzó lític i el pràctic desmantellament dels marges. Tanmateix cal suposar que en zones de *badlands* els valors de C/N davallen ineludiblement en el moment que aflora la capa d'alteració i, tot i no haver mostrejat aquestes àrees és possible establir un paral·lelisme amb els valors de C/N propers a 7 d'algunes submostres totalment erosionades en pastures.

6.2.1.2 Evolució temporal de la relació C/N segons l'exposició i presència d'erosió en els camps.

L'evolució de la relació C/N a partir del'abandonament dels camps de conreu, marca una clara tendència ascendent en tots els casos estudiats (gràfiques 6.18. a 6.22.), des de les gràfiques amb un pendent més acusat corresponents als camps estables, sobretot a obaga, fins a aquelles que mostren l'estancament en la fase d'abandonament com els inestables a solana o els de fons de vall. Aquests resultats també ens indiquen clarament el pas de relacions C/N típicament agrícoles a valors més normals en sòls naturals; els valors més alts que s'assoleixen en aquest procés estan entorn a 12, tot indicant el predomini de la humificació (fet rar en un camp de conreu) i proper a humus de tipus *mull* càlcic (COBERTERA, 1993).

Si prenem com a punt de partida els valors considerats normals dels camps actius, es pot observar que s'assoleixen més ràpidament increments en els camps situats a obaga que no pas en els de solana, fins en condicions d'inestabilitat. Aquest fet està estretament relacionat a la velocitat de successió de les diverses etapes de colonització vegetal, més elevada a obaga que a solana. Les parcel·les de camps abandonats que tenen algun percentatge de recobriment forestal estan situades en zones de baixa radiació, sobretot a la vall de Josa on els camps 200, 500 i 1000 presenten un avançat procés d'aforestació i d'altres com la 700 te peus de *Pinus sylvestris* a la perifèria. Com ja hem reiterat, l'aport de virosta en forma de pinassa provoca un augment de matèria orgànica fresca que descompensa l'equilibri entre mineralització i humificació en favor d'aquest darrer, amb el conseqüent increment de la relació C/N. Si atenem a la gràfica 6.20., s'observa que el nivell màxim de C/N a la solana de Josa equival a la situació intermèdia a obaga (figura 6.21.), en aquest cas cal tenir present el tipus de vegetació instal·lada en aquests camps, on els herbassars i els matollars d'argelagues són dominants, mentre que a les parcel·les d'obaga comencen a ser-hi presents les pinedes. No succeeix el mateix amb les parcel·les de Cava a solana, on la tendència s'estabilitza a partir d'un lleuger augment en el primer període

⁵ Terra fina per hectàrea.

d'abandonament (figura 6.20), degut segurament a les condicions acidòfiles del sòl, la poca potència d'aquest i la manca d'aportaments orgànics forestals.

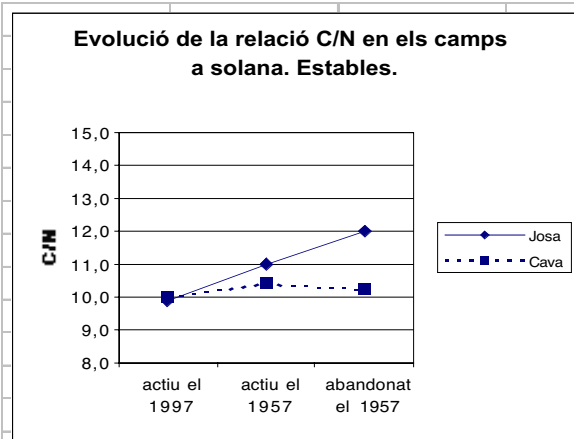


Figura 6.18.

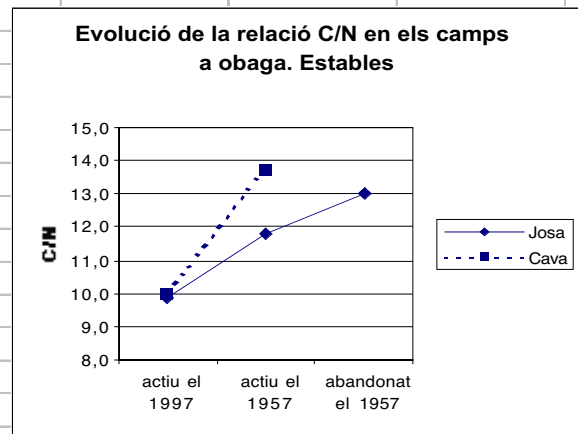


Figura 6.19.

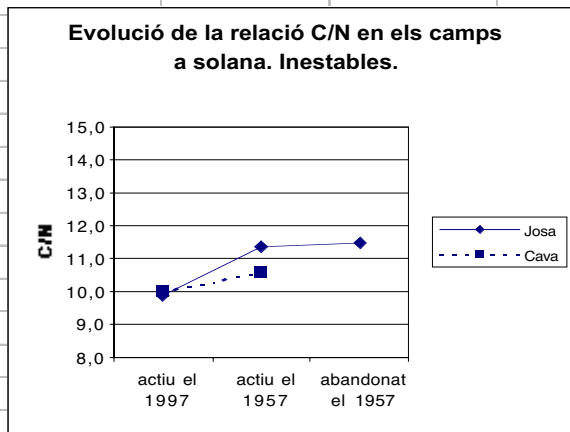


Figura 6.20.

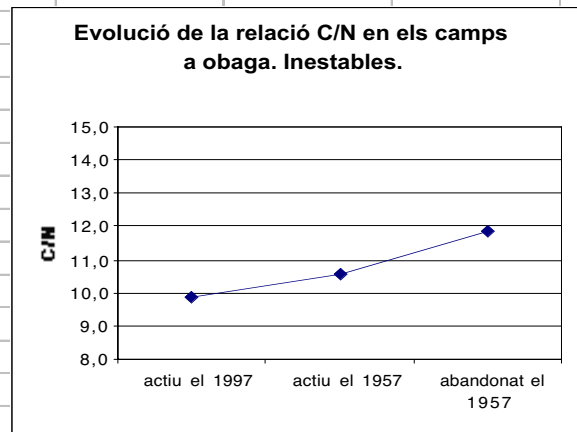


Figura 6.21.

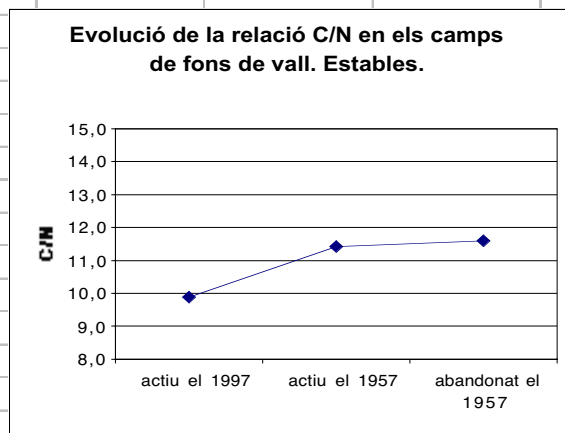


Figura 6.22.

Les característiques mesoclimàtiques de les parcel·les situades a obaga, possibiliten el manteniment d'un major grau d'humitat durant tot l'any i afavoreix l'acumulació de matèria orgànica tot i tenir les mateixes condicions de cobertura vegetal de camps situats a solana, aquesta constatació queda reflectida amb una relació C/N de 11,8 a la parcel·la 700, valor semblant al camp més antigament abandonat a solana (100, C/N=12). En canvi, tant en el camp de Josa (200) com en el de Cava (710) amb importants diferències en l'any d'abandonament (1948 i 1950 respectivament) però amb el denominador comú de la vegetació forestal, la relació C/N és superior a 13.

Per a les parcel·les inestables l'evolució del C/N no és tan clara com per a la resta i sorprenentment es produeix un paral·lelisme quasi idèntic entre feixes amb processos erosius a solana i els camps al·luvials de fons de vall. Si comparem les gràfiques 6.22. i 6.23. podem observar com s'estabilitza entorn a 11,5 el valor de C/N en els camps erosionats a solana, així com entre el 800 i 300 de característiques mes estables. Els motius d'aquestes semblances poden atribuir-se en el cas de les parcel·les erosionades a la manca d'una cobertura vegetal densa, continua i arbòria que aportí matèria orgànica fresca i faci augmentar la relació C/N, més que no pas als efectes dels processos erosius en algunes àrees de la parcel·la. En el cas dels camps situats en terrasses o cons de dejecció, la perdurabilitat en el temps d'una vegetació herbàcia intensament pasturada, pot ser la causa que no segueixin dinàmiques semblants a la resta de camps estables.

Els baixos resultats d'algunes relacions de C/N de submostres extretes en camps erosionats no són suficients com per reduir significativament el valor global de la parcel·la. Això es pot observar tant a solana com a obaga. En aquest sentit, la tendència dels camps inestables a obaga és similar als estables a solana, tot i que és en els primers on es troben valors propers a 9, però la forestació de la resta de la parcel·la afavoreix una tendència a l'alça.

Tal com ja es deia en paràgrafs anteriors, la determinació que aquí s'estudia no és un bon indicador de la degradació dels sòls en les condicions específiques de mitjana i alta muntanya incloses en el transecte. Analitzant els resultats es pot concloure que les diferències entre zones amb presència de formes erosives i la resta de camps no són significatives com per afirmar que hi ha degradació dels sòls, tanmateix si és un bon indicador pel nivell d'aforestació. Aquest fet recull per una banda, l'homogeneització dels resultats que atorga el valor mitjà de parcel·la i, per una altra, l'elevada relació C/N que es manté en zones nues de vegetació i clarament erosionades a l'interior d'alguns camps. És possible, però, que la incipient tendència a la baixa que denoten algunes submostres erosionades pugui tenir continuïtat en terrenys fortament erosionats no considerats en aquest treball.

6.2.2 La relació C/N en prats i pastures.

Quan deixem de banda els sòls agrícoles i passem a analitzar els prats i les pastures cal tenir present les diferències en el tractament del sòl que provocaran un canvi de patrons a l'hora d'estudiar els resultats de les relacions C/N. Si el valor normal entre el C orgànic i el N en els camps de conreu és 10, en els prats es pot superar perfectament aquest valor (QUÉMÉNER, 1985), en funció del grup dominant d'espècies que conformin la pastura: gramínies o lleguminoses.

Les pastures corresponents a les àrees homogènies mostrejades estan dominades per gramínies dels tipus *Festucetum* i *Alchemillo-Festucetum* + *Nardion* en els estatges subalpí-alpí i per gran varietat de pastures mesòfiles i xeròfiles en l'espai altimontà-subalpí. En aquestes darreres s'hi troben espècies de papilionàcies com el *Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense* o d'altres de marcada influència antropogènica com l'*Onobrychis viciifolia*, lleguminoses amb capacitat de fixació del nitrogen. L'existència d'aquestes espècies pot influir en la relació C/N (GUERRERO, 1992) tot disminuint-la en el cas d'un excés de nitrogen i a la vegada pot inhibir l'acció dels *Rhizobium*, tanmateix la presència d'aquestes plantes no garantirà per si sola algunes de les relacions C/N que a continuació s'exposen.

6.2.2.1 La relació C/N en pastures montano-subalpines.

Els valors de C/N en aquestes pastures són lleugerament inferiors a 10, contradient el que alguns autors afirmen (QUÉMÉNER, 1985; PORTA et al. 1986; COBERTERA, 1993). Si analitzem detingudament les quantitats de C orgànic, però sobretot de N total, es pot comprovar que els valors d'aquest últim són força alts comparats amb les parcel·les de camps abandonats amb ús ramader a l'actualitat, en general hi ha de 3 a 5 vegades més nitrogen que la mitjana dels antics cultius, situades en el 0,22%. Tot i que la matèria orgànica presenta valors entre el 12% i el 14% a solana i entre el 14% i el 25% a obaga, els increments en el denominador de la fracció donen lloc a relacions C/N entre 8,3 i 10,3. Pel que fa a la dispersió dels valors de les submostres, no depassen del 20% respecte a la mitjanana de l'àrea, tot i que en un principi es podria pensar que el sòl de les pastures està subjecte a un major grau d'heterogeneïtat.

En les mostres recollides a solana la relació C/N és sensiblement superior en les àrees de baixa càrrega ramadera (9,3) que en la pleta (8,3) (figura 6.23.). El fet d'aquest descens rau en els 1,7 punts menys de matèria orgànica de la zona d'elevada càrrega ramadera respecte a l'espai menys pasturat, ja que el contingut de nitrogen resta pràcticament invariable en ambdues. La inversemblança que en una pleta aparegui un contingut de matèria orgànica inferior a les pastures del boixader del Cadí, molt més xeròfiles i amb menys capacitat d'incorporar restes orgàniques, es deu a les característiques

en la recollida de mostres que han obviat els horitzonts orgànics superiors. En aquest cas, l'acumulació de fins a 4 cm de fems en superfície ha estat retirada per recollir les mostres fins a 20 cm de profunditat, com que la pleta és un tancat itinerant la incorporació de matèria orgànica a horitzonts inferiors es produeix anys després de la instal·lació d'aquesta (si no es llaura la terra) i el valor de matèria orgànica del sòl continua sent el que hi havia amb anterioritat⁶. Per contra, la resta de nutrients sí que s'incorporen a la capa arable per el·luviació tal, i com es pot observar amb el contingut de N o amb d'altres nutrients com veurem en posteriors capítols.

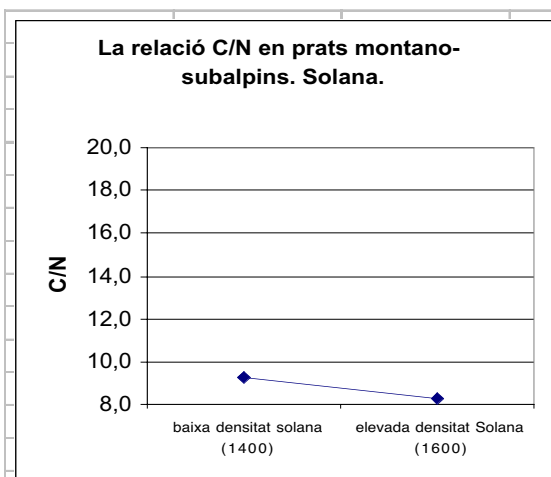


Figura 6.23.

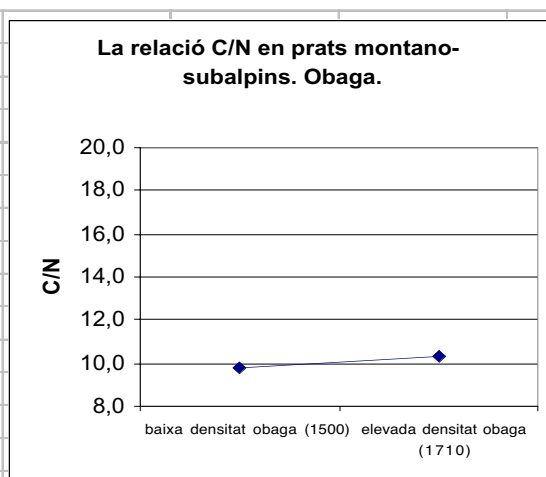


Figura 6.24.

D'altra banda, que l'àrea 1400 presenti un valor de 9,3, similar a sòls conreats, sembla indicar l'elevada capacitat de mineralització de la matèria orgànica fresca d'aquest espai. La manca d'humificació en aquestes pastures s'explica per: baix aport de detritus orgànics d'una vegetació sotmensa a un constant *stress* hídric, bon funcionament dels mecanismes de mineralització degudes a un microclima més càlid per a les condicions d'una àrea situada a 1.500 m i les pèrdues per erosió, sobretot en el passat amb la pràctica de cremes controlades. El valor de la relació C/N és pràcticament similar (9,8) per a la propera àrea homogènia situada a obaga a l'interior d'una canal (1500), en aquest cas el major grau d'humitat degut a la posició en el relleu afavoreix l'augment de la matèria orgànica que duplica el percentatge de les mateixes pastures a solana, però que per factors similars als descrits amb anterioritat genera un elevat contingut de nitrogen (1,29%), dels més elevats en el conjunt de les àrees mostrejades.

La variació dels valors de C/N entre les pastures de baixa càrrega ramadera (1500) i les d'elevada càrrega ramadera (1710) a obaga, es pot considerar imperceptible, amb un augment de 0,5 en la relació tal i com mostra la figura 6.24. Les característiques d'ús de la parcel·la 1710 són similars a la 1600 però amb la diferència la pressió ramadera s'ha reduït

⁶ Segons Guerrero, p. 73, la mineralització del nitrogen en un camp afemat (per tant llaurat) es produeix a un ritme del

molt en les darreres dècades, tot i que a l'actualitat és l'únic espai obert enmig de la massa forestal d'aquest sector de l'obaga de Cadí utilitzat com a zona de repòs pel bestiar boví. Sobta la relació C/N de 10,3 per una pastura amb importants aportaments orgànics de la bosquina de *Buxus sempervirens*, però una vegada més els valors de N són molt elevats per a la quantitat de C orgànic existent; d'altra banda el pH neutre-àcid no afavoreix en aquest cas una elevada relació C/N (LÓPEZ I LÓPEZ, 1978).

Les pastures àcides montano-subalpines (1410 i 1510) no s'inclouen en la comparació amb la resta d'àrees per les òbvies diferències de substrat, tot i així és interessant ressaltar l'elevada relació C/N tant a solana com a obaga, valors de 14 per ambdues; en aquest cas, el baix percentatge de matèria orgànica no provoca un descens en la relació, ja que, com era d'esperar en sòls àcids el nitrogen presenta valors més propers a sòls erosionats o de camps abandonats que no als típics d'unes pastures forestals com és el cas. Les dificultats a incorporar nutrients al sòl d'aquestes àrees homogènies es tornen a posar de manifest en aquesta determinació, on l'elevada relació C/N indica la baixa mineralització de la ja per si insuficient quantitat de matèria orgànica. Per últim les pastures de baixa densitat a solana en el sector de Cava (1410) situades en una devesa amb *Quercus humilis* presenten valors de C/N mes semblants als camps abandonats que a la resta de pastures de la mateixa categoria, fins i tot els valors de les submostres indiquen un agument de la relació en els sectors forestats de fins 0,7 punts respecte el camp obert. En aquest cas, l'ús d'aquest territori tradicionalment ha combinat l'agricultura i la ramaderia, tot i que des del primer quart de segle sols s'utilitzi com a pastura; aquest fet explica la proximitat d'aquests valors a la categoria descrita en el punt 6.2.1.

6.2.2.2 La relació C/N en pastures supraforestals.

A diferència de les pastures montano-subalpines, aquí sí que es pot observar una tendència a la recuperació de valors de C/N entre les zones poc pasturades i les d'elevada càrrega ramadera: tant la gràfica 6.25. (a solana) com la 6.27. (a obaga) indiquen aquest

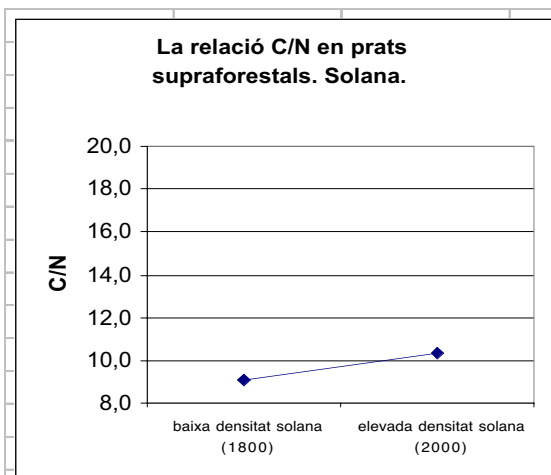


Figura 6.25.

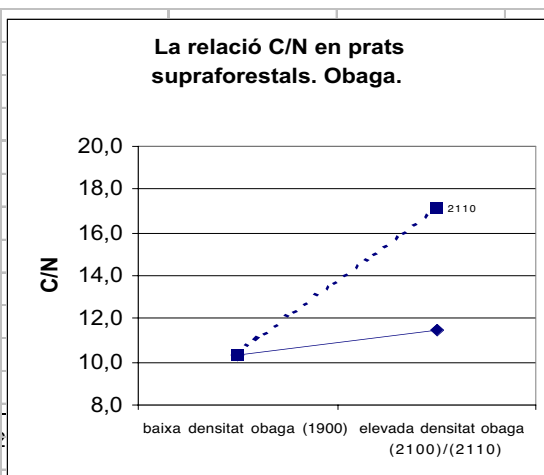


Figura 6.26.

increment que, tot i que lleu, sembla clar.

El resultat de la relació C/N per a les pastures de baixa càrrega ramadera a solana és de 9,1, similar a les montano-subalpines tot i la diferència d'alçada (1.780 m – 1.450 m). En canvi quan s'intensifica el nombre de caps de bestiar com és el cas del Prat Berló a la Serra Pedregosa (2000), el C/N arriba al 10,4 en sòls que mantenen les pastures calcícoles i mesòfiles típiques de la Serra del Cadí d'*Alchemillo-Festucetum nigrescentis* i les pastures d'ussóna: *Festucetum scopariae*. Aquestes formacions rarament presenten tapissos continus i estan subjectes a processos de solifluxió que donen lloc a les característiques terrassetes. Les submostres recollides en aquests prats reflecteixen la disposició d'aquest mosaic amb abundància d'espais sense vegetació. Per a l'àrea 2000 les mostres recollides sota les acumulacions de graves que retenen els gèspets s'obté el valor mitjà de la relació C/N de 10,1, en canvi sota els topans d'herba s'incrementa fins a 10,5.

A obaga les diferències entre els dos tipus de pastura en funció de l'ús són similars o fins i tot majors. Segons la gràfica 6.28. la taxa de mineralització de la matèria orgànica es situa en 10,4 a les zones de baixa densitat ubicades en llocs poc accessibles dels cingles obacs (1900), però aquesta augmenta fins a 11,5 en els prats del pla d'Anyella (2100) o fins el 17,2 al Collell (2110), en uns prats subalpins amb clars símptomes d'aforestació amb *Pinus uncinata*. També cal fer una menció especial a l'anàlisi dels resultats de les submostres amb presència o absència de processos erosius: en el nínxol de l'àrea 1900 i degut al fort pendent d'aquest hi ha petits tarterams no ocupats pel prat, aquí els valors de la relació C/N davallen fins a 9,1, mentre que a les altres submostres el valor mitjà assoleix el 10,7. En zones com el pla d'Anyella, on les formes erosives han estat clarament induïdes per la sobreexplotació de les pastures, la variació del C/N en funció d'aquesta variable també mostra com en els sectors ben protegits pel prat els valors són de 11,5, mentre que les zones on aflora la capa d'alteració es redueix a 7,7, un valor que indica una clara irreversibilitat en la fertilitat d'aquest sòl (PORTA *et al.*, 1986) i més tenint en compte que es troba a 1.900 m.

A les pastures supraforestals i alpines una de les principals fonts de carboni són els detritus d'origen animal: degut al fort lligam existent entre els fèm i el potassi és versemblant pensar que, tal com mostra la gràfica 6.27. s'estableixi un grau de correlació acceptable entre ambdós indicadors de fertilitat. A la llum dels resultats d'algunes submostres és evident que la degradació o mala qualitat de les pastures està lligada a valors baixos de C/N dins les zones d'elevada càrrega ramadera, però en canvi les relacions C/N sensiblement més baixes en els prats amb poc nombre de caps de bestiar no indiquen ni molt menys que aquestes es trobin o tendixin cap a estats degeneratius; senzillament els pocs espais del Parc Natural del Cadí-Moixeró on tradicionalment no han entrat els ramats són llocs de difícil accés amb sòls poc desenvolupats.

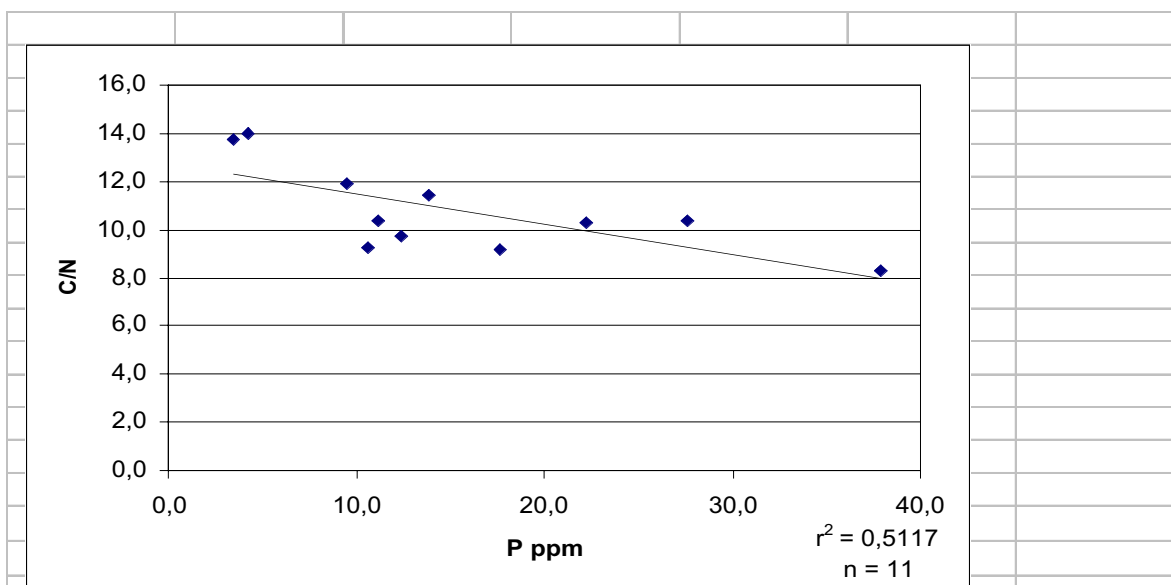


Figura 6.27. L'augment de P en prats i pastures és inversament proporcional a la relació C/N i està estretament associat a la quantitat de fems aportats pels ramats. La majoria de valors de la gràfica es situen entorn a 10,5, que és la relació C/N pròpia dels fems d'oví (SERRA, 1988 i VÁZQUEZ & OROMÍ, 1989 a SAÑA et al, 1996) en gran mesura corresponents als aportats que incorporen les àrees mostrejades.

6.2.3 La relació C/N forestal.

Si la determinació present no indica clarament la influència del tipus d'ús en els prats i pastures, en canvi sí que respon al que cabria esperar per a les masses forestals que han conservat la mateixa fesonomia durant el present segle o els anteriors i per aquelles que s'han explotat intensament. La relació C/N és inferior a 12 en tots aquells boscos molt intervinguts tant a solana com a obaga i assoleix valors entre 13 i 44 sota masses o exemplars forestals molt madurs.

En els boscos caducifolis de roures d'ambients eixuts, la relació C/N depassa el 14,5 en la parcel·la 2210, amb exemplars centenaris, tot i que en la darrera centúria s'havia utilitzat com a bohiga o conreu itinerant, en canvi el valor és de 11,8 per a una roureda molt explotada per el carboneig fins a la dècada dels anys cinquanta (2410), i on actualment la substitució dels *Quercus humilis* pels *Pinus sylvestris* és evident. Un altre resultat que ajuda a comprendre el que succeeix en aquests boscos, és el valor mitjà de les submostres extretes en les clarianes de la parcel·la 2210, resultat de l'explotació d'aquesta àrea per a fins agrícoles o ramaders, en aquest cas la relació C/N encara és mes baixa que la roureda 2410 amb un valor de 10,98. Una anàlisi més acurada dels motius d'aquestes relacions passa per comparar els valors de matèria orgànica i nitrogen total en aquests casos per, a partir d'aquí, comprovar que el nitrogen assoleix percentatges molt baixos pel que correspondria a sòls forestals i només augmenta sensiblement en la parcel·la 2210, tant sota els roures com a

camp obert. Però el fet definitiu rau, en que els nivells de matèria orgànica són lògicament més elevats sota masses o exemplars arboris de majors dimensions.

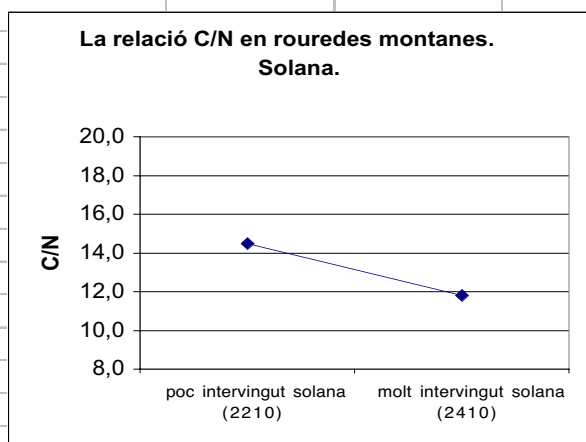


Figura 6.28.

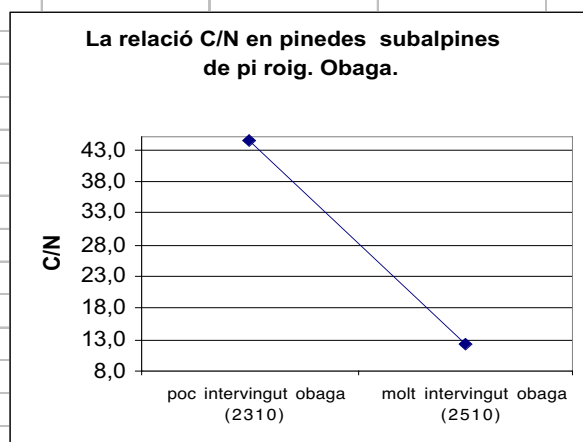


Figura 6.29.

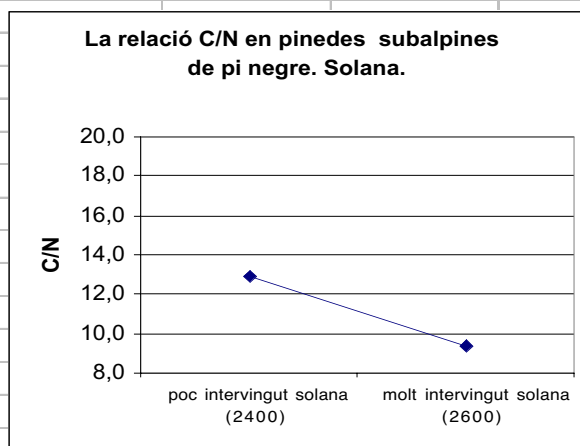


Figura 6.30.

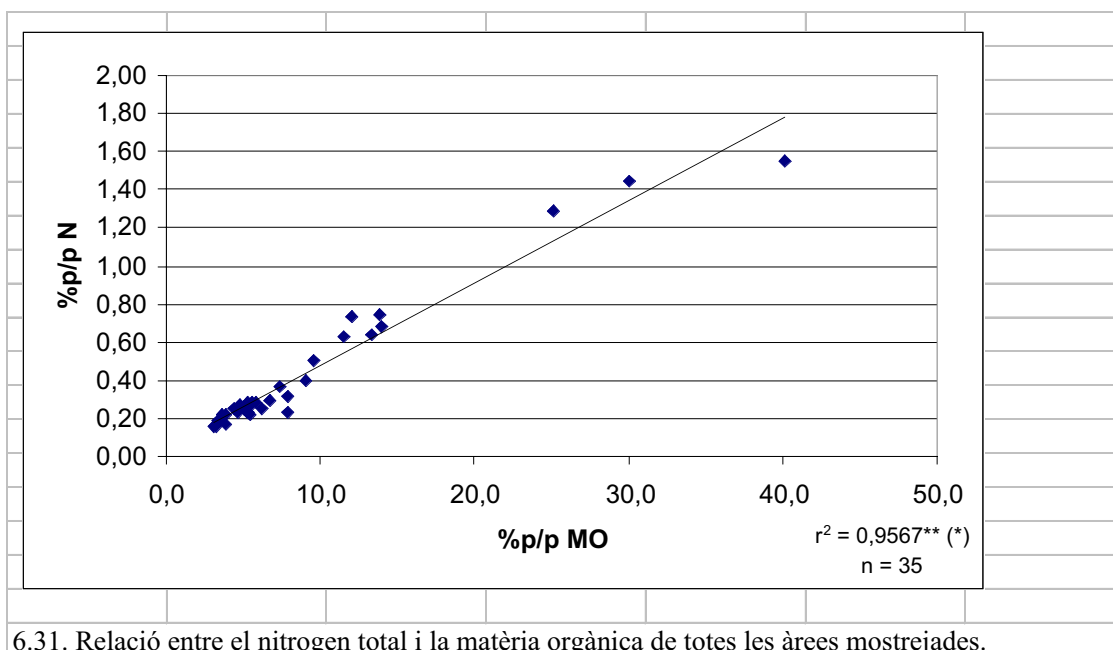
Si ens situem a l'estatge superior en plenes pinedes de pi roig (*Hylocomi-Pinetum catalaunicae*), les diferències encara són més evidents. El valor de C/N per el que es podria considerar una pineda centenària, es troba en l'àrea homogènia 2310 sota el Pi de l'Orri i un petit conjunt de pins de grans dimensions. Aquesta taca ha sobreviscut a les intenses tales que sobretot en la darrera mitjana centúria d'aquest segle s'han produït a l'obaga del Cadí i àmplies zones del parc natural, per tant manté un sòl forestal poc pertorbat per altres usos, amb uns horitzons orgànics molt potents que donen lloc a gran acumulacions de matèria orgànica fresca i per tant relacions C/N properes a 40. En canvi a poc metres d'aquest punt, en els boscos explotats fins i tot amb tallades arreu (2510), el valor baixa fins a 12,4. Val a dir que alguns d'aquests espais que considerem plenament forestals, a mitjanans del segle XIX estaven incorporats en el conjunt de pastures supraforestals que a obaga s'unien amb els camps de conreu en cotes properes als 1.500 m.

El darrer conjunt forestal, situat plenament a la franja superior de l'estatge subalpí, torna a repetir la variació descendent de la resta d'àrees forestals (figures 6.28 a 6.30.). Les pinedes de pi negre poc intervingudes contenen valors propers a 13 i per a la parcel·la en qüestió (2400) cal matisar que no es tracta d'una pineda densa típica d'obaga, de les que són bon exemple les situades a la capçalera de la vall de Bastanist, sinó que es tracta d'una formació adevesada amb un ús tradicionalment ramader, però on és possible trobar conjunts o individus molt madurs que no varen ser talats. Aquest fet, unit que rep una mitjanana anual d'entre 1.200 a 1.300 $\text{kJ} \times 10 / \text{m}^2 \times \text{micròmetre}$, podrien ser dos dels motius perquè el C/N no assoleix valors semblants a la parcel·la 2310. D'altra banda, un bosc molt intervingut amb condicions similars, correspondria a l'àrea 2600 amb una relació C/N clarament per sota de 10.

6.3 LES PROPIETATS QUÍMIQUES: EL NITROGEN TOTAL.

El nitrogen que s'extreu del sòl en la majoria d'anàlisis dels laboratoris no es pot considerar com a 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, l'anàlisi dels resultats de nitrogen total tan sols és útil per a l'elaboració de les relacions C/N; tot i així, pensem que encara que superficialment cal fer esment a l'estreta relació entre el nitrogen i la matèria orgànica, així com algunes variacions de continguts en funció dels usos del sòl.

Sense entrar a detallar els resultats de nitrogen total per a les diverses àrees homogènies tal com hem fet per a la resta de paràmetres de fertilitat biològica, sí que és interessant parar atenció a la gràfica 6.31. on es reflecteix el paper fonamental que juga la matèria orgànica en els aportaments de nitrogen (DAVEY & KRAUSE, 1980; GIROUX & SEN-TRAN, 1987), sobretot en la seva forma orgànica, però que a través dels processos coneguts d'amonificació i nitrificació (COBERTERA, 1983; SAÑA *et al.*, 1996) pot ésser absorbit per les plantes.



6.31. Relació entre el nitrogen total i la matèria orgànica de totes les àrees mostrejades.

Els valors mitjanans per a cadascun dels tres tipus fonamentals d'usos, varien entre el 0,24% de N en els camps actius i abandonats, el 0,5% ⁷de N en les pastures i el 0,39% de N per l'espai forestal. Tenint en compte que la nitrificació òptima es produeix amb un pH neutre, una humitat del sòl una mica inferior a la capacitat de camp (CC) i una bona aireació en textures franques i estructures granulars que facilitin l'entrada d'anhídrid carbònic, tot plegat amb temperatures elevades però inferiors a 35-40° C (COBERTERA, 1983), sembla correcta pensar que les elevades quantitats de nitrogen presents a les pastures poden passar a les formes NH_3 , NH_4^+ o NO_3^- amb més facilitat i abundància en sòls ben estructurats com aquests, tot i que el període de temperatures elevades es redueix en funció de l'altitud. En canvi, el pH lleugerament àcid dels sòls forestals pot reduir l'òptim de nitrificació, tot i que els continguts en N total siguin també elevats.

Tot i la poca validesa que cal atorgar al nitrogen total per si sol, la participació d'aquest valor en la majoria de les determinacions estàndard de fertilitat ha donat lloc a l'existència de taules d'interpretació de continguts (COBERTERA, 1983; EA MANRESA, 1998). En aquestes taules el percentatge de N total al sòl considerat normal es troba entorn el 0,1% i 0,2% p/p, i els continguts inferiors són considerats baixos o deficitaris. Per a tot el conjunt de submostres analitzades en tots els usos, tan sols en alguns casos els resultats d'aquesta anàlisi es troben per sota aquest llindar i es dona exclusivament en mostres erosionades en els camps 500 i 1000 situats a obaga; això demostra que els aportaments de nitrogen en zones amb molta dificultat a retenir matèria orgànica i condicions edàfiques inapropiades per a la seva mineralització, provoquen una baixa fertilitat. Altres zones

(*) A tot el text, l'asterisc simple expressarà que el coeficient de determinació de l'equació de regressió és significatiu al nivell de probabilitat del 95%, i el doble asterisc que ho és al nivell del 99%.

erosionades en prats en l'àrea 2100, (al pla d'Anyella) també manifesten valors similars, així com les antigues pastures acidòfiles actualment en procés d'aforestació a solana de la 1410. En el costat oposat de la balança, els valors extremadament alts, per damunt de l'1%, només es troben en les pastures subalpines i supraforestals a obaga de les parcel·les 1500 i 1900, en comptes d'algunes zones forestals amb elevats continguts de matèria orgànica.

6.4 LES PROPIETATS QUÍMIQUES: EL FÒSFOR.

L'abundància de fòsfor al sòl no es correspon normalment amb la quantitat d'aquest en les seves formes assimilables per a les plantes, que generalment forma part de l'ió ortofosfat en solució (LLORCA, 1991); de fet aquest nutrient pot assolir concentracions de 6.000 kg/Ha (en 1 metre de sòl), mentre que la fracció assimilable oscil·la entre 5 a 25 kg/Ha (COBERTERA, 1983, p.104). Tanmateix la importància d'aquesta petita fracció per al creixement dels vegetals és capdal en la fructificació i en el granat, afavoreix el desenvolupament de les fulles i dota de major rigidesa a la planta tot impeding que s'ajaci, anticipa la maduració, afavoreix la resistència a les gelades i l'agosteig (GUERRERO, 1992); per tots aquests motius és un element imprescindible en qualsevol diagnòstic de la fertilitat dels sòls.

Els resultats que a continuació s'exposen són el producte de l'aplicació del mètode Olsen, basat en un extractant químic que provoca l'alliberament dels fosfats a partir de la insolubilització dels cations en els que es subjecten. Aquesta metodologia és de contrastada eficàcia en sòls bàsics, majoritaris en l'àrea d'estudi, però també s'ha demostrat útil per a sòls àcids (BINGHAM, 1962). A l'igual que succeeix amb la matèria orgànica, la interpretació dels valors de fòsfor s'entenen millor si tenim en compte que el pas a formes assimilables es produeix entre pH de 6,4 i 8 i depèn dels continguts d'argiles, la matèria orgànica, els òxids de ferro i alumini o la quantitat de carbonats que pot afavorir la retrogradació del P. Tanmateix, està prou estesa la utilització d'escales interpretatives absolutes (COTTENIE, 1984; YANEZ, 1989), ja que sovint s'ha constatat que la correcció amb d'altres paràmetres no millora substancialment els resultats (SEN-TRAN & GUIROUX, 1985 & 1987). Sí que abunden les escales que tenen en compte el factor cultiu, tot i que no s'utilitzaran en aquest estudi degut al baix nombre de camps actius en les àrees homogènies i sols atendrem a les recomanacions generals que indiquen baixes exigències de P en prats i cereals i elevades exigències per a cultius intensius i hortícoles.

Si observem la taula 6.4. amb els valors mitjans de totes les àrees homogènies, ens donarem de la homogeneïtat del fòsfor en els camps abandonats amb valors que oscil·len entre les 4 ppm i 8 ppm, tots ells en la banda baixa de les taules interpretatives tant si es tracta de valors absoluts (SAÑA et al., 1996; EA MANRESA, 1998; DIP.BARCELONA,

1987) com si es té en compte el factor cultiu (BINGHAM, 1962), on tota concentració per sota de 8 ppm es considera deficient per a cultius amb un requeriment moderat. Entre els camps actius la concentració ja assoleix valors més normals (entre 12 i 18 ppm). Per a la resta d'àrees, els valors més elevats corresponen a algunes pastures amb elevada càrrega ramadera (38 ppm), fet que, com veurem més endavant està estretament relacionat amb la quantitat de fens aportats pels ramats i tornen a aparèixer valors fins i tot excessius en algunes masses forestals amb grans quantitats de matèria orgànica⁸.

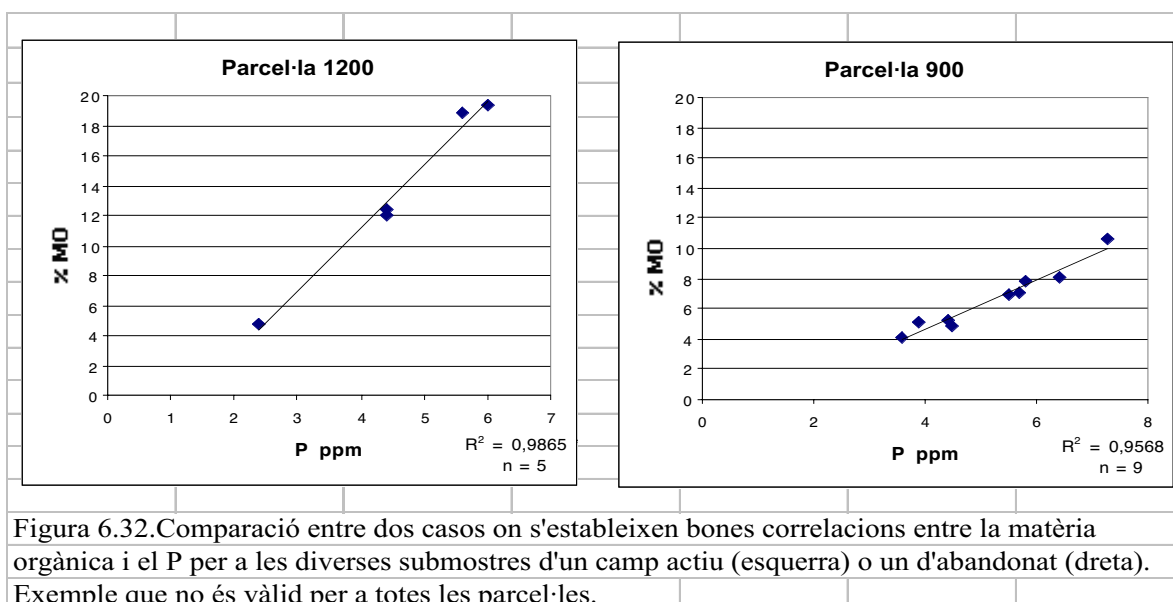
6.4.1 El fòsfor en els camps actius i abandonats.

La major part de fosfats que contenen els sòls són d'origen mineral, tant per a terrenys agrícoles com en sòls naturals. Les especials característiques que confereixen al P la possibilitat de simultanejar formes disponibles per a les plantes i d'altres que només ho són a mig o llarg termini, poden provocar dèficits de fertilitat en el moment que el P d'intercanvi es torni escàs; en aquest sentit, els compostos fosfòrics d'origen orgànic juguen un doble paper com a recurs i eviten la retrogradació del P, bo i afavorint-ne l'assimilabilitat. Per tant, caldrà tenir en compte el seguit de factors que afavoreixen l'absorció vegetal del P a l'hora d'interpretar els resultats següents, en els que no sols compten els tipus d'aportaments sinó també les característiques de les pèrdues que, en el cas del P, són màximes amb les extraccions de les collites i mínimes per rentat (GUERRERO, 1992).

Les diferències entre les tècniques d'extracció del P i els factors que poden intervenir en les taules d'interpretació provoquen una gran mobilitat entre els intervals de valors. És per aquest motiu que el camp de Josa (1100), amb 18,1 ppm de P, i el de Cava (1200), amb 12,1 ppm, presenten continguts que es poden considerar correctes (COTTENIE, 1984) o baixos si són inferiors a 15 (EA MANRESA, 1998). Si tenim en compte el factor cultiu, el valor normal en condicions de baix requeriment pot oscil·lar entre 5 i 8, i si tenim present la textura del sòl, l'interval per a un conreu d'identiques exigències de tipus argilós pot variar entre 8 i 13 (LÓPEZ I LÓPEZ, 1978) o 17-25 (YANEZ, 1989). En el cas que aquí es tracta, prescindirem de l'exigència del cultiu a l'hora d'analitzar els resultats, degut a que majoritàriament estem parlant d'espais amb un ús molt extensiu o sense ús; tot i així es bo tenir present aquesta varietat de normes d'interpretació en funció de l'aplicació dels resultats. Tal i com assenyalàvem en paràgrafs anteriors, cenyirem l'estudi del fòsfor a les taules de valors absoluts degut que no interessa tant el comentari dels nivells particulars del P assimilable com les possibles diferències relatives entre usos i les diversitats de condicions en una mateixa parcel·la.

⁸ Cal tenir present que entre el 33% i el 67% del P del sòl es troba a la matèria orgànica (Llorca, 1991, p. 139).

Els valors citats de P per a conreus actius els considerem, per tant, normals, tot i que la parcel·la 1200 està en la banda baixa d'aquesta categoria. El camp de Josa (1100) presenta un elevat grau d'homogeneïtat, tal com indica una dispersió entre els continguts de les submostres entorn al 10%; per contra, en el camp de Cava (1200) i degut a característiques que ja s'han explicat a bastament, s'obtenen diferències de fins el 60% que posen en qüestió la consideració d'aquest camp com a àrea homogènia. En aquest sentit cal especificar que la majoria de valors del camp es troben entre 12 ppm i 19 ppm i tan sols les zones altes i erosionades s'allunyen molt d'aquests òptims amb 4,8 ppm. Si es tenen en compte altres paràmetres per valorar millor els nivells de P, en ambdós camps el percentatge d'argiles és superior al 30% i en la majoria d'àbac aquest fet s'interpreta com a un factor reductor de la disponibilitat d'aquest nutrient, sobretot si abunden les argiles mineralògiques dels tipus montmorillonita o illita (SAÑA, 1996). Un paràmetre edàfic que incrementa el P assimilable és la matèria orgànica com a generadora de compostos adsorbits entre humus negatiu i PO_4^- reductors de la retrogradació (COBERTERA, 1993); una bona mostra d'aquest fet es produeix en el camp 1200 a Cava, amb una elevada correlació ($R^2 = 0,98$, figura 6.32.) entre el P i la matèria orgànica, tot i que no gaire significativa pel baix nombre de submostres que intervenen. Tant en aquest cas com el camp de Josa els continguts en matèria orgànica són menors als dels camps abandonats, però per contra la disponibilitat del P augmenta degut a les tasques de conreu.



Si tenim en compte que la màxima assimilabilitat del fòsfor es dona en sòls amb baix contingut de Ca^{++} , un pH entre 4,5 i 7,5 i poques argiles tipus montmorillonita (COBERTERA, 1993), podem considerar que els nivells de fòsfor en els camps actius és prou alt per a unes condicions que tendeixen a ser adverses degut a l'elevat pH (7,9), un alt contingut en carbonats (25-30%) i argiles (35-40%) tot i que en aquestes dominen les

argiles mineralògiques de tipus caolinita (LLORENS *et al*, 1992), sobretot a la parcel·la 1210 damunt de materials de la fàcies Garumniana. En aquestes condicions, les concentracions de P entorn a 15 ppm, cal atribuir-les a un adobat intens d'aquests camps on els aportaments orgànics fosfatats compensen àmpliament les extraccions a partir de les collites. A l'hora de matisar les diferències entre els dos camps actius, el camp de Josa (1100) eleva el contingut de fòsfor gràcies a la irregularitat en la sembra, cosa que contrasta amb els aportaments anuals de fertilitzants orgànics; i el de Cava (1200) està sotmès a una explotació més intensa amb conreus farratgers i d'horta en tota la extensió de la parcel·la, però l'adobat és menor en les zones altes i amb forts pendents.

Els camps abandonats presenten continguts de fòsfor molt més baixos que els camps actius (SORIANO, 1994), i oscil·len entre les 4 ppm i les 8 ppm, netament insuficients segons les diverses taules d'interpretació existents, fins i tot pels cultius menys exigents. Entre el conjunt de camps actius el 1957 el valor mitjà de P és de 6,7 ppm, tot i que hi ha evidents diferències entre els d'obaga situats per damunt d'aquest llindar, i els de solana i els erosionats situats per sota. Els únics casos amb suficients fosfats assimilables per considerar el nivell de concentració correcta segons COTTENIE, es troben en la parcel·la 700 amb 12,4 ppm, seguides del camp 710 també situat a obaga amb 8 ppm i el 800 del fons de vall amb 8,5 ppm. Aquestes darreres es troben situades per sota de les 10 ppm que aquest autor situa en el límit entre les concentracions baixes i normals. Tot i així, aquests valors no són garantia d'una adequada nutrició de P pels conreus, ja que en altres normes de diagnòstic (EA MANRESA, 1998) es considerarien insuficients.

Si ens situem a solana, la reducció dels valors encara és més evident amb resultats que oscil·len entre les 4,8 ppm de la 600 a 6,7 ppm de la 610, fins que assoleixen els mínims en els camps inestables amb concentracions entorn a 5 ppm.

En la categoria dels camps més antigament abandonats, el valor mitjà del conjunt de les parcel·les és un punt inferior a l'anterior grup (5,7 ppm), per uns resultats que denoten una clara divisió entre els camps estables: 6,8 ppm al 100, 6,9 ppm al 200 i 6,1 ppm al 210 i els inestables: 4,9 ppm al 400 i 3,9 ppm al 500.

6.4.1.1 Variacions de fòsfor a l'interior dels camps, en funció de la posició i forma topogràfica, nivell de forestació i processos erosius.

El fòsfor és un paràmetre de fertilitat clarament correlacionat amb l'activitat d'un cultiu i que ens indica l'estreta relació que hi ha entre l'activació de les formes solubles i intercanviables amb el llaurat i afemat orgànic de la terra⁹. Tant en el camp 1100 com el

⁹ Evidentment la incorporació d'algun dels principals adobs fosfòrics simples com el superfosfat de calç o el superfosfat triple, suposarà l'*imput* més important d'anhidrid fòfòric P₂O₅ (GERRERO, 1992), però aquest no és el cas que ens ocupa.

1200 es troben els continguts més elevats de P, mentre que els de matèria orgànica com a indicador directa de la incorporació de fems és dels més baixos per al conjunt dels camps. Aquesta aparent contradicció no és tal quan parlem d'un cultiu on el grau de mineralització amb relacions C/N properes a 10, afavoreixen l'estat de disponibilitat per a molts nutrients, entre d'altres el fòsfor d'origen orgànic o el mineralògic adsorbit a l'humus.

En canvi, en els camps abandonats i la resta d'usos es produeix una relació inversa a la descrita, on a mesura que s'augmenta el percentatge de matèria orgànica, augmenta el P assimilable, hipòtesi que mostra la gràfica 6.33. Per entendre millor aquesta relació, cal analitzar els resultats de les submostres en funció de la posició que ocupen en els camps i d'alguns dels paràmetres físics del medi que s'han considerat.

Variacions de fòsfor en una catena dins els camps afeixats.

Les diferències del contingut de P entre les parts altes i baixes d'una feixa abandonada són poc significatives, però en alguns casos suficients com per permetre una adequada colonització de la vegetació natural o fins i tot el conreu de varietats poc exigents. Si calculem la mitjana dels resultats de les submostres recollides en els sectors alts, el valor és de 7,1 ppm de P, mentre que les zones mitjanes i baixes les concentracions són de 6,1 ppm a 6,5 ppm, en qualsevol cas insuficients per a la majoria de conreus. Tanmateix, aquests nivells de fòsfor no semblen ser un factor limitant per a les espècies forestals o pradenques, tot i que sí que condicionen el seu creixement i productivitat (figura 6.34.).

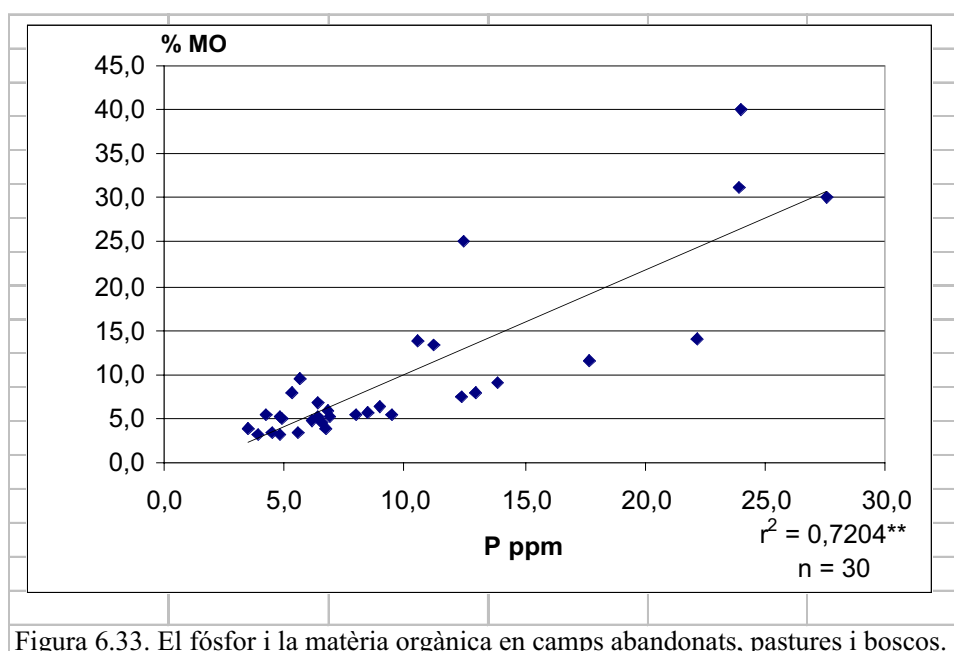


Figura 6.33. El fòsfor i la matèria orgànica en camps abandonats, pastures i boscos.

Com ja s'ha dit anteriorment, les pèrdues per rentat del fòsfor són molt petites en

comparació amb la inestabilitat del nitrogen (BALLAND, 1984; RÉMY, 1985; GUIGOU *et al.*, 1989, GUERRERO, 1992;), per tant les variacions de contingut a l'interior de cadascuna de les parcel·les estarà relacionada amb la distribució d'altres paràmetres de fertilitat. En aquest sentit s'estableixen correlacions directes i positives entre la matèria orgànica i el fòsfor en els camps erosionats (500, $R^2 = 0,68^*$; 900 $R^2 = 0,96^{**}$; 1000, $R^2 = 0,71^*$), acceptables en els camps afeixats amb vegetació herbàcia i arbustiva (100, $R^2 = 0,31$; 700 $R^2 = 0,57$; 800, $R^2 = 0,49$), i finalment les correlacions no són significatives en els camps a obaga totalment o parcialment forestats (200 i 710). Comparant els resultats de cadascuna de les parcel·les de camps abandonats amb la figura 6.33., es pot deduir una tendència general on l'increment de la matèria orgànica comporta un increment de fòsfor assimilable pràcticament en el mateix ordre de magnitud; tanmateix, per a situacions concretes en els camps abandonats, la dependència d'ambdós factors és major en les parcel·les amb menors continguts de matèria orgànica. Sembla encertat pensar que la distribució de la matèria orgànica en la catena d'una terrassa condicionarà les concentracions de P i aquestes es difuminaran a mesura que la incorporació i dispersió de la matèria orgànica en els camps no depengui tant del gradient gravitacional.

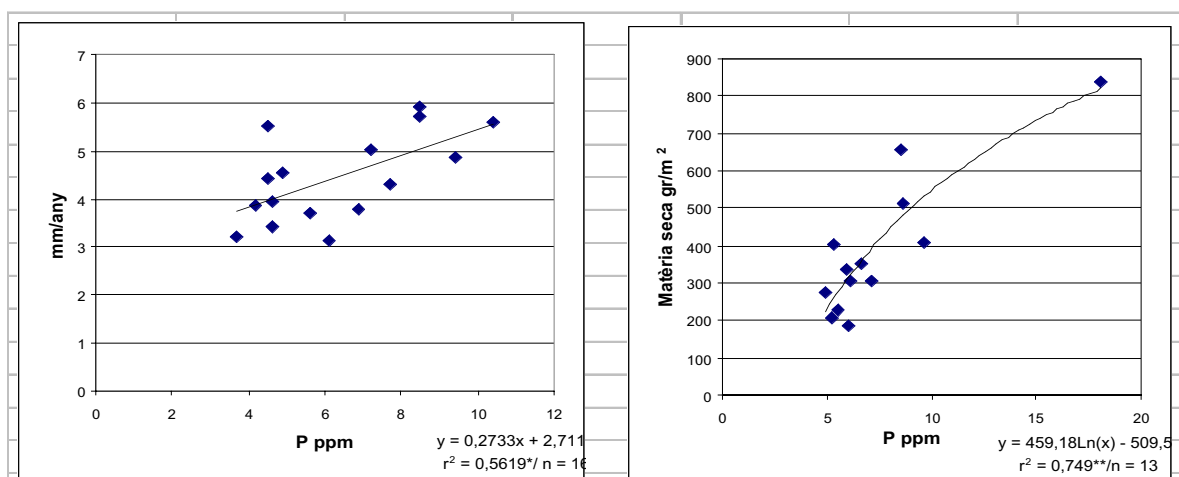


Figura 6.34. En ambdues gràfiques s'estableixen tendències positives entre la concentració de P assimilable al sòl i el creixement dels *Pinus sylvestris* (esquerra), o la producció de les pastures (dreta) en camps abandonats.

Totes les parcel·les que es conreaven el 1957 contenen valors de P més elevats en les parts baixes de les feixes, diferències que oscil·len entre 1 ppm i 4 ppm en alguns casos suficients per assolir nivells normals (800, 710). Únicament el camp 700 conté una distribució atípica degut al particular perfil, amb una zona alta i plana que actua com a col·lector de matèria provinent de zones superiors del vessant.

Entre els camps més antigament abandonats la tònica és la mateixa però amb una reducció global de tots els valors, la qual cosa provoca que en molts sectors elevats dels camps (100, 200, 400, 500) les concentracions no depassin les 5 ppm considerades com a

valors molt baixos. En darrer terme, el camp actiu de Cava (1200) reflecteix també aquestes diferències entre les 4,8 ppm de les submostres de la zona alta i les 19,4 ppm a la part baixa.

Variacions de fòsfor per la presència de vegetació arbòria.

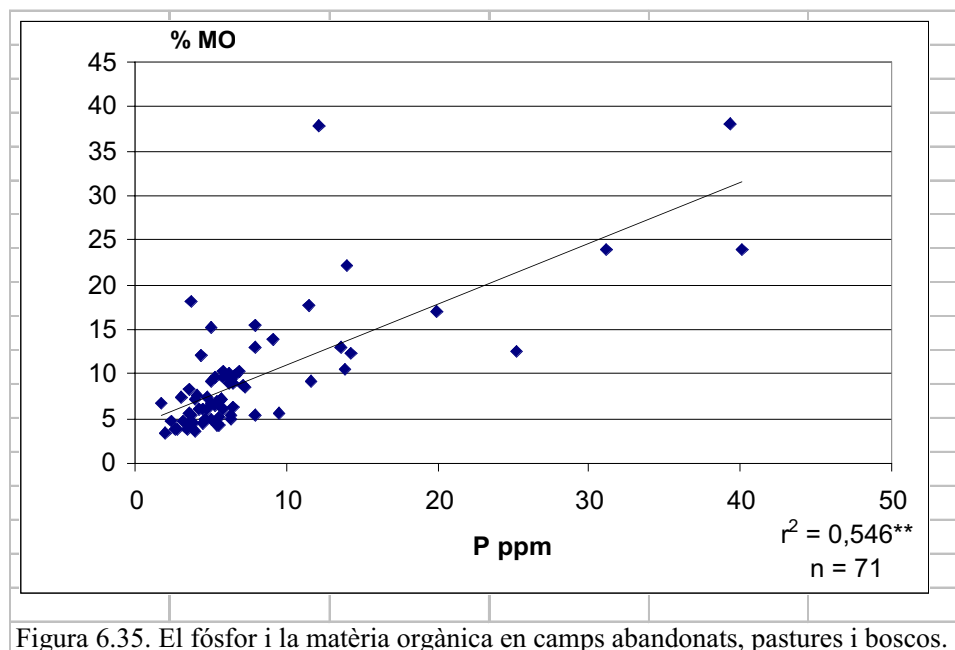
Els camps abandonats forestats no mantenen una distribució regular dels valors de P en funció de la distància al marge, com la majoria de camps recoberts per vegetació herbàcia o arbustiva. La nul·la correlació a la que ens referíem en el punt anterior entre el P i la matèria orgànica en les parcel·les forestades, no impedeix que els valors mitjanans d'aquestes augmentin lleugerament fins a assolir les 8,4 ppm entre les estables, un punt més alt que la mitjanana de les zones baixes a camp obert. En moltes de les parcel·les amb resultats de submostres extretes sota substrat arbori o herbaci-arbustiu constatem que variacions de 1% o 2% de matèria orgànica representa passar de nivells de fertilitat biològica pobres a correctes o bons, cosa que no succeeix amb el fòsfor.

Les parcel·les 200, 500 i 1000 mostren algunes d'aquestes dicotomies entre la principal font de P orgànic i les concentracions de P assimilable; en els tres casos existeixen submostres per sota del llindar de suficiència en matèria orgànica, que és superat quan ens trobem en els sectors arbrats, mentre que els increments de P no superen les 4 ppm, clarament insuficients per sortir dels nivells baixos a molt baixos en els que es troben aquests camps.

Si ens centrem exclusivament en les parcel·les estables, les diferències entre les submostres extretes en el prat de la parcel·la 200 i sota el bosc de *Pinus sylvestris* suposen fins un 50% més de fòsfor assimilable per a la zona forestada, però en qualsevol cas sempre per sota del llindar del que es considera correcta agronòmicament. En d'altres camps amb situacions similars, les diferències no són tan grans (610) i els únics casos amb submostres que assoleixen valors en la banda alta dels normals, es donen en el camp de la Cabanota (710), tot coincidint amb els sectors baixos i mitjans de la terrassa. En aquest camp la matèria orgànica aportada pel bosc no és superior a la d'altres zones forestades (6,5%), també el pH de 7,95 i el 17% de carbonats es troben entre els valors normals dels camps abandonats del transecte, però en canvi hi ha alguns valors de submostres que presenten concentracions de P entorn a 10 ppm i 18 ppm. L'explicació més lògica d'aquests resultats cal cercar-la en l'afemat previ a l'abandonament que va deixar el camp en unes condicions més bones de fertilitat que la majoria de conreus en el moment de l'aturada de l'activitat agrària.

Els resultat de les concentracions de fòsfor associat a zones recentment forestades, entre 20 i 40 anys, ens indiquen la lentitud en la recuperació d'aquest nutrient fins a assolir els nivells dels camps actius. Només en zones tradicionalment dedicades a l'explotació forestal i amb comunitats similars, les elevades concentracions de matèria orgànica

impliquen un increment apreciable de P. La hipòtesi deduïble de la gràfica 6.33. també es corrobora a la 6.35.



Variacions de fòsfor degudes a l'erosió.

En la majoria de paràmetres de fertilitat edàfica es produeix una caiguda de valors en parcel·les erosionades i aquesta és més evident en les submostres subjectes a processos erosius que en el còmput global de l'àrea. El fòsfor no n'és una excepció, tot i que la reducció dels continguts també es pot observar a les submostres de sectors on l'erosió no és tan evident, el resultat és una pèrdua generalitzada d'aquest nutrient estretament lligada a l'arrossegament dels col·loids per l'escolament difús o concentrat (HUDSON, 1995).

La majoria de camps inestables presenten valors globals de parcel·la per sota de les 5 ppm, considerades en la majoria de normes de diagnòstic deficientes per a quasi la totalitat de cultius. Aquest fet no impedeix que un bon nombre d'espècies de la vegetació natural colonitzin aquests camps, però sempre en inferioritat de condicions envers les adversitats del medi i de cara a altres tipus d'aprofitaments, tal com es pot veure en la taula 6.3. on la productivitat de les parcel·les erosionades 400 i 900-alta són les més baixes de totes, seguides per la 900-baixa i 1000.

Pel que respecte als camps inestables actius el 1957, les diferències entre les submostres de les zones erosionades amb la resta són sensiblement superiors als inestables que ja estaven abandonats aquell any. En el camp 900 a solana, les concentracions més importants de P es troben a les zones baixes sota una densa cobertura de *Genista scorpius*, amb valors entre 7 ppm i 10 ppm, mentre que en les submostres recollides prop

d'afloraments del substrat o entre petits xaragalls, els valors són de 4 ppm. Aquest és un tret característic dels dos camps inestables situats a solana que són els únics, entre els erosionats, amb sectors on el P es pot considerar adequat per la pràctica agrícola, característica inexistente en el 1000 situat a obaga on el valor màxim és de 7 ppm i el mínim, un altre cop en sectors erosionats, de 3,5 ppm. En aquest camp, com en d'altres, l'erosió sovint no afecta més severament les zones altes o provoca el trencament dels murs de contenció, sinó que s'estén pels laterals de la parcel·la a partir de la xarxa, tot remuntant des dels canals de drenatge naturals o antròpics. Les submostres que presenten els valors més baixos es troben en una àrea d'aquest tipus, on la superfície denudada es pot delimitar clarament a partir de les zones on aflora la regolita i del límit de la vegetació herbàcia. Les diferències entre els valors de les submostres erosionades (3,66 ppm) i les dels sectors no forestats amb més dèficit de P (4,17 ppm), són insignificants i només es recuperen lleugerament en els sectors més rics en aquest nutrient (7,1 ppm); aquest fet ens indica que les pèrdues de fòsfor són generals a mesura que augmenta l'edat d'abandonament, tot i que els processos erosius actuen com a catalitzador en l'acceleració del procés.

Àrea homogènia	Producció vegetal Kg/Ha
100 alt	2.736
100 baix	5.104
300	3.524
400	1.856
600	4.060
700	6.584
800	4.104
900 alt	2.081
900 baix	3.031
1000	3.344
1100	8.372
1800	6.840
1900	5.008
210	3.068
910	2.300
2000	4.076
2400	6.812

Taula 6.3. Producció de les pastures en camps abandonats i espais ramaders. Matèria seca per hectàrea, primavera 1999.

Les parcel·les 400 i 500 presenten valors encara més baixos que les homòlogues actives el 1957, tot i així la distribució dels resultats per submostres es similar en les situacions de solana i obaga. Les especials condicions del camp situat a solana (400) provoquen una reducció uniforme de tots els valors de les submostres fins al punt que el coeficient de variació no supera el 7% entorn a 4,3 ppm, sense tenir en compte un valor

excepcionalment bo (11 ppm) que agrupa les submostres recollides en la part baixa del camp, tal com també succeeix a l'àrea 900.

Els dèficits de fòsfor a obaga (500) són evidents en totes les submostres i no hi ha tantes diferències com en els camps més recentment abandonats; en aquest cas el coeficient de variabilitat no supera el 12% i és clarament inferior al 50% de la 1000. El fet que entre les mostres dels sectors més erosionats i la resta de valors no hi hagi més d'1-1,5 ppm, indica que les pèrdues per erosió difòsa han estat quantioses, en uns camps que possiblement en el moment de l'abandó ja tenien uns valors molt baixos. L'elevada pedregositat superficial contrasta amb la reduïda presència de xaragalls i els valors d'ambdós sectors són pràcticament idèntics per sota les 4 ppm, tan sols superen aquest lílindar les zones baixes menys drenades i els sectors alts forestats (4,9 ppm màxim).

Però les pèrdues de P no es manifesten exclusivament en camps abandonats erosionats sinó que també queden reflectides en el resultat de les submostres extretes en el sector alt del camp de la Coma (1200), on les 4,8 ppm són valors molt baixos comparats amb els normals de la resta de sectors del camp.

6.4.1.2 Evolució temporal del fòsfor segons l'exposició i presència d'erosió en els camps.

El fòsfor és el primer dels paràmetres de fertilitat en el que s'observa una tendència negativa entre l'activitat i la inactivitat agrícola en un camp de conreu, tendència que augmenta en el transcurs de l'abandonament. L'anàlisi dels resultats en aquestes àrees homogènies ens mostren clarament una dràstica reducció dels continguts de P assimilable en totes les situacions: en els camps estables a obaga, solana i fons de vall tan sols varien els ritmes de pèrdua i en els inestables es rebaixa el nivell de les 5 ppm, considerat molt baix.

Si observem les gràfiques 6.36. a 6.40. veurem que les pèrdues mes importants de P es concentren entre els camps actius el 1957, o sigui en els anys immediatament posteriors a l'abandonament, mentre que els camps més antigament abandonats mostren valors lleugerament inferiors a l'etapa precedent. Aquest fet es constata en totes les gràfiques, amb l'excepció dels camps estables a obaga, on el pendent de la corba és constant (figura 6.37.). Tanmateix cal matisar cadascuna de les situacions en funció de les característiques pròpies de cada àrea, on la reducció de valors pot comportar l'assoliment de concentracions molt baixes en camps inestables i una disminució exponencial en la majoria de casos on les reduccions es fan menys perceptibles a mesura que s'esgota el P assimilable. La hipòtesi que es pot extreure de la gràfica 6.41., sembla anar en la direcció de la reducció d'aquest paràmetre de fertilitat en funció de l'edat d'abandonament amb una correlació negativa prou significativa.

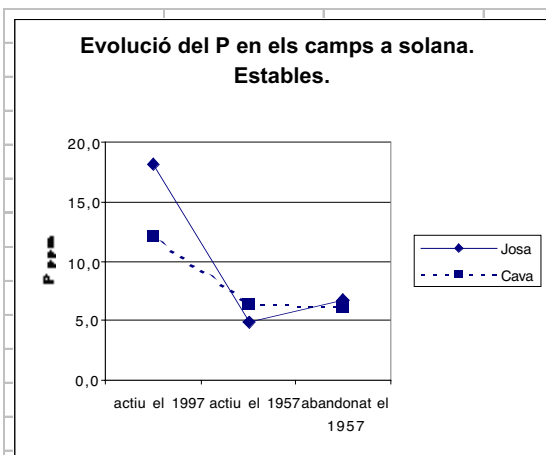


Figura 6.36.

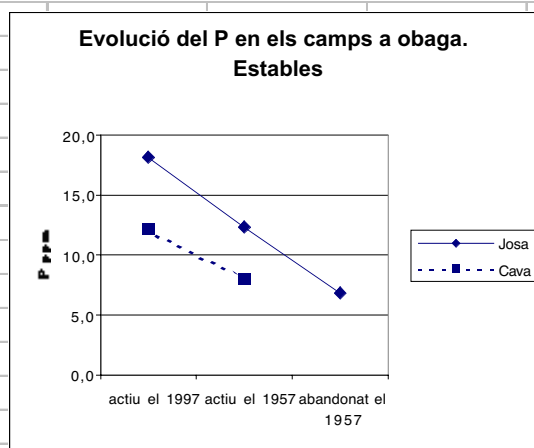


Figura 6.37.

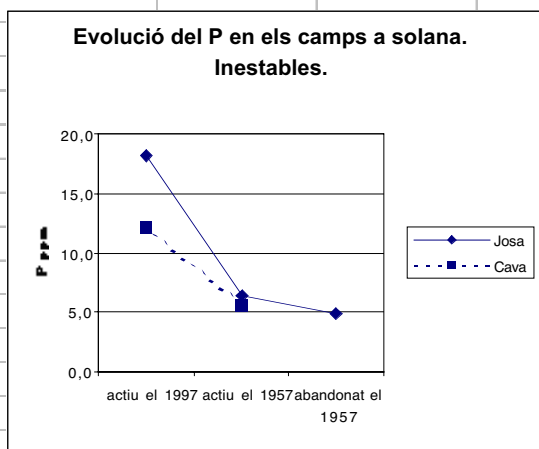


Figura 6.38.

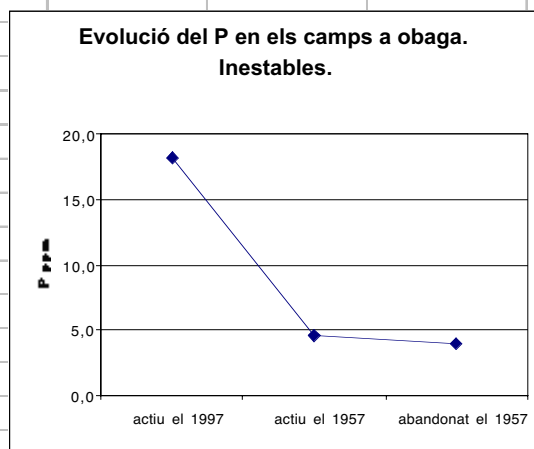


Figura 6.39.

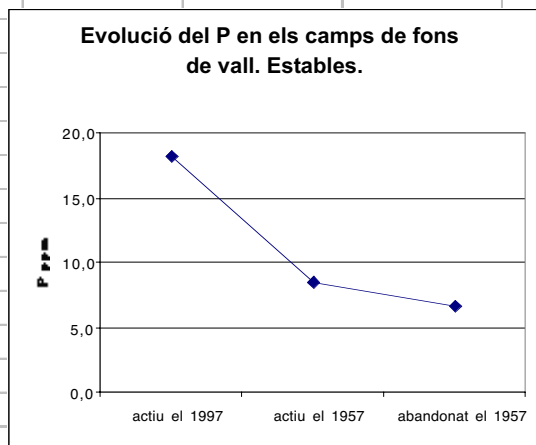
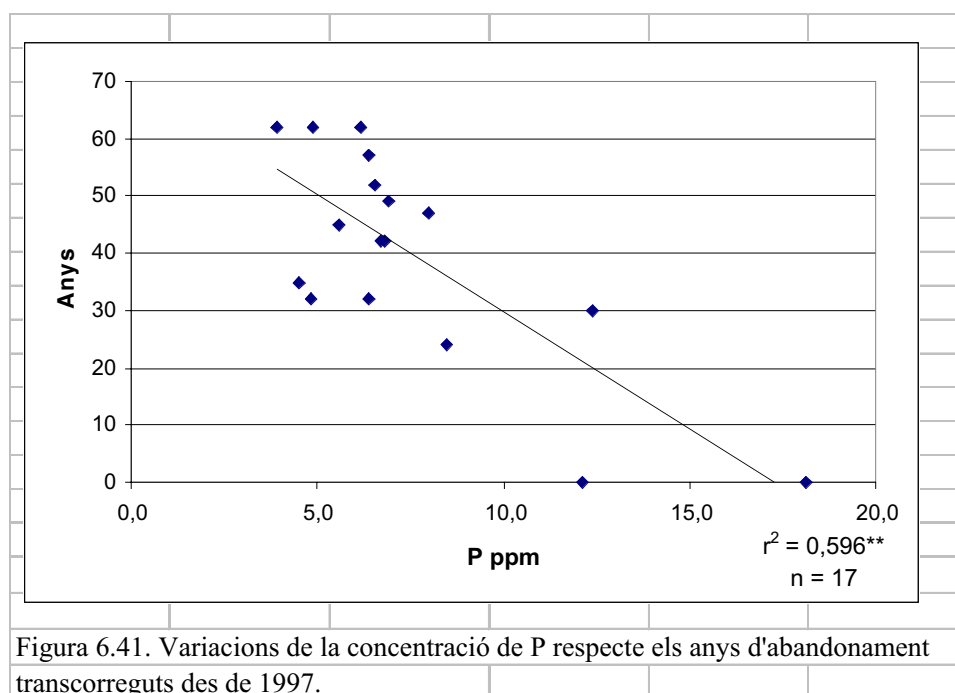


Figura 6.40.

Les concentracions normals de fòsfor en els camps actius responen a un correcta adobat d'aquests terrenys amb aportaments orgànics, degut que en cap cas s'incorpora P_2O_5 mitjançant qualsevol tipus d'adobs fosfòrics simples. El valor del camp de Josa (1100) es troba en la franja mitjana-alta del que les taules interpretatives consideren correcta, en el cas

de Cava (1200) el valor mitjà és més baix amb 12,1 ppm, però en realitat la mitjanana dels sectors més productius i utilitzats de la parcel·la arriba a 15,6 ppm, amb submostres que fins i tot són idèntiques a l'altre camp actiu amb 18-19 ppm. A partir d'aquí el descens dels continguts de P són generalitzats tant en camps estables a Josa i Cava (figura 6.36. i 6.37.), com en el fons de vall (figura 6.40.), amb caigudes de valors que es situen per sota les 10 ppm en els camps més recentment abandonats. Les pèrdues d'aquest macroelement són molt importants, però cal matisar aquests resultats. tenint en compte que els camps actius que s'han mostrejat són els representants d'un nivell òptim en el maneig d'un conreu en àrees de muntanya difícilment extrapolable a la totalitat de camps que encara es treballaven el 1957. Tot i així, sembla evident la relació entre continguts de P que facin possible collites viables i els aportaments sistemàtics d'adobs, en aquest cas imprescindible i no substituïbles per aportaments orgànics de vegetació natural en estadis incipients o avançats d'abandonament.



Una vegada s'assoleixen concentracions que ratllen el límit entre els continguts baixos a molt baixos, les variacions entre el P dels camps actius el 1957 i els que ja estaven abandonats aquell any són molt petites a solana i fons de vall, en el sector del transecte a Josa fins i tot millora lleugerament el contingut, tal com s'observa a la gràfica 6.36. A obaga la disminució és proporcional al període anterior (figura 6.37.), però el valor final assolit (6,9 ppm) és similar a la resta de camps estables. La disminució constant del P en aquests sectors està acompanyada de majors continguts en matèria orgànica a la parcel·la 700 per causes possiblement heretades i degut a aportaments forestals a la 710. Aquestes lleugeres diferències respecte a solana, donen lloc a sòls més capacitats per generar P

orgànic, tot i que insuficients per a poder-hi cultivar sense un tractament previ.

Si aparentment les grans pèrdues de P estan lligades a la inactivitat agrícola, aquestes s'aguditzen en camps inestables amb taxes d'erosió de moderades a fortes. Els lligams que estableixen els ortofosfats amb les partícules húmiques negatives com a components importants dels col·loids, per una banda els fan més resistents a les pèrdues per rentat freqüents en el N, però per una altra són més sensibles a l'arrossegament que l'escolament superficial provoca en les partícules fines. El resultat d'aquest procés pot ser en gran mesura el responsable que en els camps inestables a solana i obaga s'obtinguin concentracions inferiors a les 5 ppm, més importants en els de baixa radiació (figura 6.39.) degut al gran nombre de xaragalls que afecten el perímetre de les feixes.

		P ppm	MO %			P ppm	MO %
Camps abandonats abans de 1957	estables solana (100)	6,8	5,8	Pastures montano-subalpines	baixa densitat solana (1400)	10,6	13,8
	estables obaga (200)	6,9	5,3		baixa densitat solana (1410)	3,5	3,9
	estables solana (210)	6,1	4,7		b.d.solana, devesa (1420)	9,5	5,4
	fons de vall (300)	6,6	4,6		baixa densitat obaga (1500)	12,4	25,2
	inestables solana (400)	4,9	5,0		baixa densitat obaga (1510)	4,3	5,4
	inestables obaga (500)	3,9	3,1		el. dens solana, pleta (1600)	37,9	12,1
				elev densitat obaga (1710)	22,2	14,0	
Camps actius el 1957	estables a solana (600)	4,8	5,3	Pastures supraforestals	baixa densitat solana (1800)	17,7	11,5
	estables a solana (610)	6,7	3,9		baixa densitat obaga (1900)	27,6	30,0
	estables a solana (620)	6,4	6,8		elev densitat solana (2000)	11,2	13,3
	estables a obaga (700)	12,4	7,4		el.den.obaga devesa (2110)	5,3	7,9
	estables a obaga (710)	8,0	5,4	elev densitat obaga (2100)	13,8	9,1	
	fons de vall (800)	8,5	5,6	Rouredes montanes	poc intervingut solana (2210)	9,0	6,2
	inestables a solana (900)	6,4	5,1		molt intervingut solana (2410)	4,8	3,2
	inestables a solana (910)	5,6	3,4				
inestables a obaga (1000)	4,5	3,5					
Camps actius el 1997	solana (1100)	18,1	3,7	Pinedes montano-subalpines	poc intervingut obaga (2310)	23,9	31,1
	solana (1200)	12,1	4,4		molt intervingut obaga (2510)	13,0	7,9
				Pinedes subalpines	poc intervingut solana (2400)	24,0	40,1
					molt intervingut solana (2600)	5,7	9,5

Taula 6.4. Valors mitjans de fòsfor i matèria orgànica per a totes les tipologies.

No hi ha dubte de la importància del fòsfor en la nutrició dels conreus i els resultats que aquí es presenten en són un exemple; tanmateix, les exigències de la vegetació natural envers aquest macroelement són menors, tal i com es pot constatar a la parcel·la 710 totalment forestada o en la 1000 en procés d'aforestació, amb continguts agronòmicament insuficients. Tal com veurem a continuació, el P orgànic d'origen forestal dona lloc a concentracions altes de P assimilable a partir de percentatges relativament elevats de matèria orgànica, en canvi els aportaments de la ramaderia poden incorporar la mateixa quantitat de P amb la meitat de matèria orgànica, tal com es constata a la taula 6.4. en el cas de l'àrea 1600¹⁰ o en quantitats inferiors com les dels camps actius i afemats 1100 i 1200.

¹⁰ Aquesta àrea era un camp abandonat el 1957 que actualment s'utilitza com a pleta, per aquest motiu hi ha una elevada concentració de fems d'ovelles que aporten un 1,19% de P₂O₅ (Serra, 1988; Vázquez i Oromí, 1989), donant lloc a concentracions de 38 ppm de P, molt superiors als valors usals (5-7 ppm) de camps simplement pasturats.

6.4.2 El fòsfor en prats i pastures.

L'origen del P assimilable a l'àrea d'estudi ha estat motiu d'una extensa dissertació en els apartats anteriors centrats quasi exclusivament en l'ús agrícola i agropecuari de moltes de les terrasses analitzades. Els resultats fins ara exposats, semblen indicar un estret lligam entre l'origen orgànic del fòsfor tant des del vessant vegetal (biomassa morta) com animal (fems). El baix contingut de P en moltes de les parcel·les abandonades i l'elevada basicitat dels sòls (pH superiors a 7,8) apunten la possibilitat de l'existència d'un bon nombre de fosfats retrogradats¹¹, mentre que en els camps actius amb pH similars la disponibilitat és major en part degut a les constants i abundants reposicions d'adobs orgànics. Si els aportaments orgànics són fonamentals en terrenys majoritàriament calcícoles (com els del Parc Natural del Cadí-Moixeró) per mantenir uns bons nivells de P assimilable, la font més ràpida i abundant de reposició del P orgànic és la matèria orgànica d'origen animal.

En l'anàlisi dels resultats del P en prats i pastures montano-subalpines i supraforestals, aquest macroelement pot ser un bon indicador de la pressió ramadera i caldrà estudiar en cadascun dels àmbits la importància dels aportaments orgànics dels herbassars o deveses i les del bestiar.

6.4.2.1 El fòsfor en prats i pastures montano-subalpines.

Les característiques de les zones amb una elevada freqüentació de ramats, ja sigui en el passat: orris, cortals,... o en el present: amorriadors, pletes, abeuradors... i la resta d'espais on la densitat de caps de bestiar és molt baixa, pot implicar un seguit de diferències degudes a la pròpia accessibilitat d'aquests llocs. En general, les parcel·les caracteritzades per l'elevada pressió ramadera estan situades en pendents suaus (camps, collets, ...) i les de baixa pressió en llocs més rocosos o costeruts, aquest és el cas de les 1400 i 1500 situades prop de l'antic camí de bast de la canal Baridana en ple boixader del Cadí, amb una vegetació xeròfila esparsa. A priori es podria pensar que aquest fet pot condicionar, tant o més que la intensitat de la pastura, l'acumulació de restes orgàniques, però hi ha punts de concentració de ramats en tot el Cadí que demostren clarament com és possible canviar profundament les característiques orgàniques de sòls molt pobres en relleus poc aptes. Algun d'ells són els amorriadors situats en colls amb vessants molt abruptes al capdamunt dels cingles, on després de molts anys en desús encara es percep la millora en els sòls i les

¹¹ Retrogradació apatítica (Saña, 1996).

pastures que han comportat els seculars aportaments de fems¹².

La constatació que hom pot fer en el camp de les diferències entre les condicions edàfiques d'aquests espais, es reproduïxen en els resultats de l'anàlisi del P. Tant en les pastures situades a solana com en les d'obaga, es constata una diferència favorable a les àrees d'elevada pressió ramadera respecte a les de baixa pressió ramadera (figures 6.42. i 6.43.). En ambdós casos es parteix de valors agronòmicament suficients, per damunt de 10 ppm, i es supera el llindar de les concentracions altes (20-30 ppm), més elevades en l'àrea 1600, degut a la funcionalitat actual d'aquest espai, que en la 1710. Per entendre millor aquests resultats, cal comparar les concentracions de P assimilable amb el percentatge de matèria orgànica, de cada àrea homogènia: el sòl de la parcel·la de baixa pressió ramadera a solana (1400) conté un 13,8% de matèria orgànica mentre que en condicions d'elevada pressió (1600) baixa al 12,1%; en canvi, els valors de P respectius són de 10,6 ppm i 37,9 ppm, tot indicant que en el primer cas l'origen del P orgànic és clarament vegetal i en el segon quasi exclusivament degut a aportaments del bestiar oví.

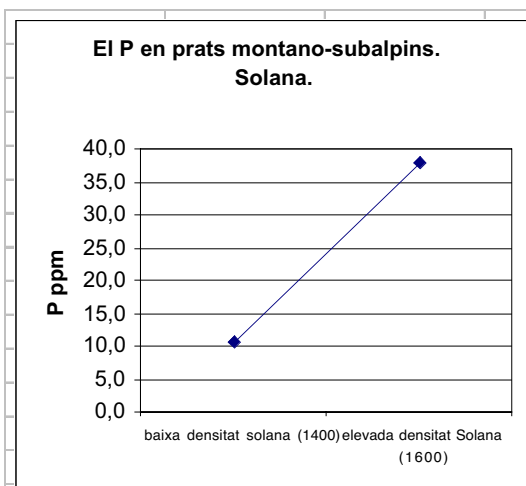


Figura 6.42.

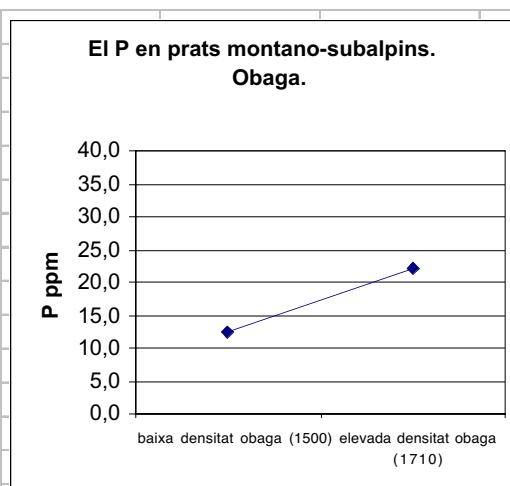


Figura 6.43.

Les pastures a obaga presenten una dinàmica quasi idèntica i els nivells de matèria orgànica encara són més contrastats: l'àrea 1500 conté el 25,2% i la 1710 el 14%. En aquest cas les condicions tèrmiques menys favorables a la mineralització i una major acumulació de restes vegetals, degut a l'augment de la productivitat del matollar de boixerola (*Arctostaphylos uva-ursi*, àrea 1500) respecte a la boixeda mesoxeròfila (*Buxo-Quercetum corylo-buxetosum*, àrea 1400), provoquen l'increment de matèria orgànica en les zones poc pasturades, mentre que el percentatge de la 1710 és similar a la resta de pastures. L'abundància de matèria orgànica fresca i d'origen vegetal en la pastura 1500 no es tradueix en un increment important del P assimilable, en canvi la 1710, tot i tenir menys fracció orgànica, conté un volum apreciable de fòsfor degut a la secular concentració de

¹² Amorriador de Josa, damunt de la canal de Migdia o amorriador de Cornellana a la canal de l'Orri (2.450 m).

ramats en aquest espai, primer usat com a orri i actualment zona de repòs de bestiar boví, tot i que el nombre d'unitats ramaderes ha sofert un decrement important entre una època i l'altra.

Les àrees que no s'han representat en les gràfiques, degut a l'excepcionalitat de les condicions àcides del sòl en unes i la freqüent activitat agrícola en un espai de devesa en l'altra, no les exclouen d'una anàlisi detallada que aportí alguns elements a la interpretació general d'aquests espais. En les àrees 1410 i 1510, pasturades esporàdicament fins la dècada de 1960, l'extrema acidesa dels sòls provoca l'aparició de fosfats de ferro o alumini, la qual cosa insolubilitza les baixes concentracions de P d'uns sòls altrament molt pobres en matèria orgànica; aquestes pastures són les més deficitàries en aquest nutrient, amb concentracions que oscil·len entre les 3 ppm i 4 ppm. D'altra banda, la devesa amb roures 1420 presenta valors semblants als camps abandonats a obaga (9,5 ppm); la interpretació d'aquest resultat cal cercar-la en els conreus esporàdics que fins els anys trenta i quaranta s'efectuaven en aquesta àrea i que afavorien l'exportació de P mitjançant les collites, procés inexistent en la resta de deveses no conreades. Un possible indicador de les característiques agroramaderes d'aquesta parcel·la es troba en la relació matèria orgànica/P assimilable, amb un valor de 0,57. Aquesta proporció es situaria entre els índexs dels camps abandonats (0,7-1) i les pastures amb elevada càrrega (0,32), així com un punt per sota de les rouredes de similars característiques però amb usos forestals i ramaders (0,67) (2210 i 2410).

6.4.2.2 El fòsfor en prats i pastures supraforestals.

Si les diferències entre les pastures montano-subalpines són molt clares tant a obaga com a solana, amb una tendència ascendent en les concentracions de P assimilable a mesura que s'augmenta la càrrega d'unitats ramaderes, no succeeix el mateix amb la resta de pastures supraforestals i alpines. Aquí per contra, a mesura que la densitat de bestiar augmenta el P tendeix a disminuir en ambdues exposicions.

Tradicionalment aquestes pastures han mantingut els ramats de transhumància que, procedents de la terra baixa, passaven l'estiu a les serres del Cadí, Moixeró i Montgrony tot incorporant la ramaderia autòctona normalment constituïda per ramats menors, a excepció de la cabanya ramadera de pobles amb un cert grau d'especialització en aquest sector, com Josa del Cadí o Castellar de n'Hug. Tot i ser unes pastures estacionals, en algunes àrees el nombre de bestiar que les aprofita ha estat i és molt elevat, tot alternant els caps de boví, equí i oví en funció de la qualitat de les pastures i l'evolució d'aquestes al llarg de la temporada. Per tant, sembla lògic pensar que la resposta del P a l'adobat orgànic hauria de ser similar a pastures situades en cotes 300 i 700 m inferiors, però si ens fixem en les gràfiques 6.44. i 6.45. constatem que no succeeix el mateix.

Els continguts de P assimilable en les àrees de baixa càrrega ramadera són de 7 ppm a 14 ppm superiors a les d'elevada càrrega, en cap cas les concentracions es troben per sota les 10 ppm, si exceptuem l'àrea 2110 a obaga, situada en unes pastures amb abundants terrasses de solifluxió i cicatrius de capçaleres remuntants. Les 17,7 ppm de la pastura 1800 situada en un cingle poc accessible, no semblen tenir gaire relació amb els aportaments dels ramats d'ovelles que, tot i ser freqüents en aquest sector, s'apropen molt esporàdicament a les taques penjades d'herbassars i només ho fan quan la resta de pastures estan molt seques. Per tant, la major part de l'11,5% de matèria orgànica d'aquest sòl prové de la comunitat herbàcia i, en conseqüència, també la majoria de fosfats. L'altre punt de la gràfica fa referència a les pastures de *Festucetum* dels solells calcaris aprofitades per les ovelles al Cadí, que s'alternant amb les vaques a la serra Pedregosa. Així succeeix a l'àrea 2000, on la càrrega ramadera es situa entorn a les 2 URM/Ha¹³, però en canvi el aportaments fosfòrics a la vegetació es situen en les 11,2 ppm, amb un coeficient de variació entre les submostres del 20% que distingeix els resultats dels sectors pedregosos dels coixinets (inferiors a 10 ppm) i les zones densament tapissades de vegetació (12 ppm). És evident que l'afemat dels prats per part dels ungulats no és suficient a l'hora d'incrementar el P en aquests prats d'altura, ja que les pèrdues per la pastura són molt més elevades que en estatges inferiors.

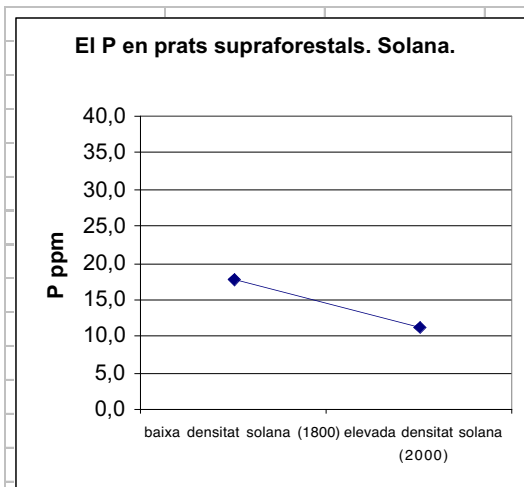


Figura 6.44.

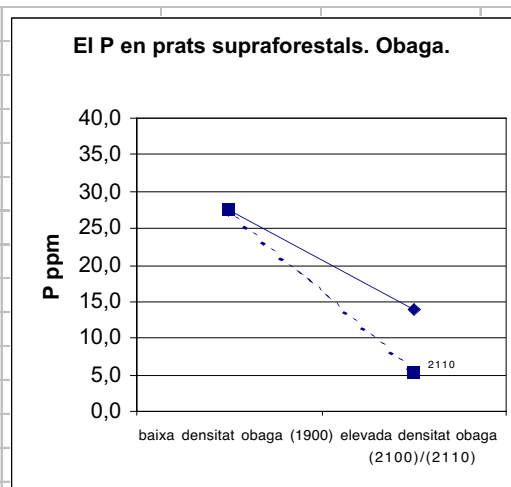


Figura 6.45.

A obaga la dinàmica és similar i únicament es percep un augment de tots els valors a excepció dels espais erosionats. La pastura 1900 assoleix concentracions de P assimilable semblants a la pleta de la 1600 però en aquest cas es tracta d'una àrea esporàdicament pasturada per isards, deixant clar que l'origen del 30% de matèria orgànica en el sòl ha d'ésser quasi exclusivament vegetal. Com és conegut, el percentatge de matèria seca en els fems pot variar en funció del contingut d'aigua dels prats que alimenten els ramats, però en general es situa en el 25% del pes (SERRA, 1988; VÁZQUEZ & OROMÍ, 1989),

¹³ Unitat ramadera mitjana per hectàrea, equivalent a un cap de bestiar boví lleter.

normalment superior als residus vegetals. Aquesta concentració dóna lloc a un increment de macro i microelements que tan sols podríem trobar en aportaments quantitativament superiors d'humus vegetal¹⁴. D'altra banda, al costat d'uns abeuradors al pla d'Anyella (àrea 2100) la concentració de P assimilable al sòl és de 13,8 ppm, amb poc més de 9% de matèria orgànica.

Gran part d'aquesta unitat es pot comparar amb els punts de similars característiques a les pastures montano-subalpines i de fet algunes de les submostres tenen valors semblants propers a les 17 ppm, però aquí les exportacions de P que s'incorporen als ramats són majors. La sobreexplotació de les pastures en altitud no permet exclusivament la reposició de fòsfor sinó que pot induir a la pèrdua quasi irreversible de sòl, degut a les especials condicions bioclimàtiques per damunt dels 1.900-2.000 m (BECAT, 1991).

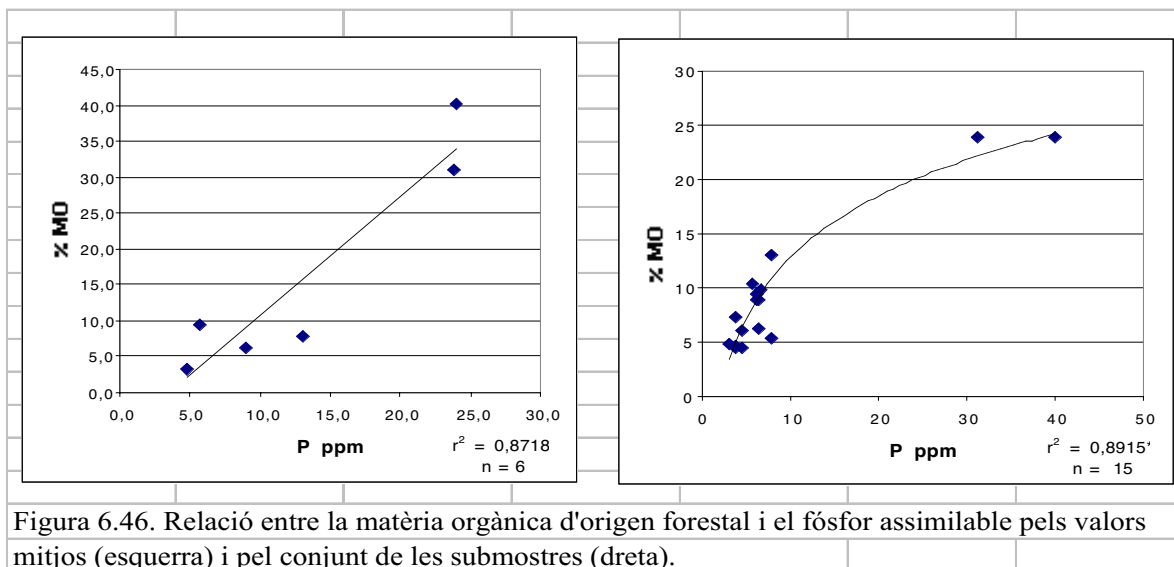
Tanmateix, els nivells de fòsfor de la majoria de les submostres garanteixen el correcte desenvolupament dels prats supraforestals i alpins fins i tot en els valors més baixos, bo i exceptuant aquelles zones on s'ha detectat erosió i l'absència de vegetació herbàcia s'associa a concentracions properes a les 5 ppm. Però un aspecte tan important com el potencial de càrrega ramadera d'un prat, sí que està condicionat pels valors de les concentracions i, en aquest sentit, la gràfica 6.34.(dreta) de l'apartat 6.4.1.1. mostra com els continguts més alts de P assimilable donen lloc a majors productivitats, sovint coincidint amb aquest tipus de pastures. Les diferències de P en zones d'abundants aportaments orgànics pels ramats caldria interpretar-les a partir de les característiques dels llocs de concentració dels caps de bestiar entre ambdós estatges (la 2000 i 2100 tenen una elevada freqüentació, però no són plenes com la 1600 i 1710), tot i que aquestes no són tan evidents com per canviar la tendència que s'observa a les gràfiques. Fonamentalment, les causes principals s'han de cercar en la sobreexplotació d'algunes pastures on les defecacions dels animals són insuficients a l'hora de compensar les pèrdues per extracció o associades al procés de fusió nival (ALVERA, 1998), i en qualsevol cas serveixen per assegurar unes concentracions suficients en el manteniment dels prats, mentre que el superàvit (concentracions altes) només s'assoliran en les àrees de baixa càrrega ramadera.

6.4.3 El fòsfor en els boscos.

A la majoria d'àrees analitzades fins ara, s'ha constatat l'estreta relació entre el fòsfor assimilable en el sòl i l'origen orgànic, ja sigui de procedència animal o vegetal. En el cas dels sòls forestals aquesta dependència sembla encara més gran, tal com es desprèn de la gràfiques de la figura 6.46. Tot i que la majoria de concentracions de P en aquests

¹⁴ Cal ressaltar en la majoria d'àrees de pastura, els valors més elevats de matèria orgànica respecte al P en zones de baixa càrrega i la relació inversa en la majoria d'espais amb elevada càrrega ramadera, tot i que el % de matèria orgànica no és directament comparable a la concentració de P assimilable(Taula 6.4.).

espais no són de les més elevades del transecte, cal puntualitzar que els boscos mostrejats presenten els valors òptims de pH (entorn a 6) per l'assimilabilitat del P (SOLTNER, 1990; a SAÑA, 1996).



Una de les hipòtesis plantejades en relació a la disminució de la fertilitat en mitjanans sobreexplotats, se'ns mostra clarament en les gràfiques 6.47. a 6.49. on, sense excepció, la disminució de P es produeix en els tres tipus de boscos mostrejats en funció del grau d'extracció de fusta o maduresa de l'ecosistema. A l'espai forestal, igual que en els camps, no són anormals les concentracions inferiors als valors considerats correctes d'aquest nutrient, i a diferència de les pastures, valors propers a 5 ppm de P formen part dels resultats de moltes submostres en zones amb reduïts percentatges de matèria orgànica.

El P assimilable en les rouredes seques de Cava no assoleix els mínims agronòmics ni en les condicions més favorables d'acumulació de restes orgàniques sota els individus de més edat. En l'àrea 2210 les concentracions mitjanes són de 9 ppm i en el cas més favorable es superen les 10 ppm, cal matisar que aquest espai s'havia artigit possiblement fins la dècada dels anys deu o vint, fet que pot haver incidit en la pèrdua de nutrients acumulats en els horitzons orgànics i de molt difícil recuperació en el transcurs de la present centúria. Aquestes pèrdues s'accentuen en idèntiques condicions però amb un grau d'intervenció major a la parcel·la 2410, amb un resultat mitjà de 4,8 ppm i un coeficient de variació molt elevat a partir de valors que oscil·len entre les 2,6 ppm i les 11 ppm degut a l'heterogeneïtat d'un terreny amb canals i concavitats amb major acumulació de sòl i gran quantitat d'afloraments rocosos. En general, però, aquesta zona difícilment podria mantenir conreus de baix requeriment en P sense aportaments significatius d'adobs, i quelcom similar succeeix amb la vegetació natural, on la piràmide de vegetació està plenament dominada pels exemplars adults i, tot i les bones condicions d'insolació, l'establiment i creixement

d'individus joves és molt lent.

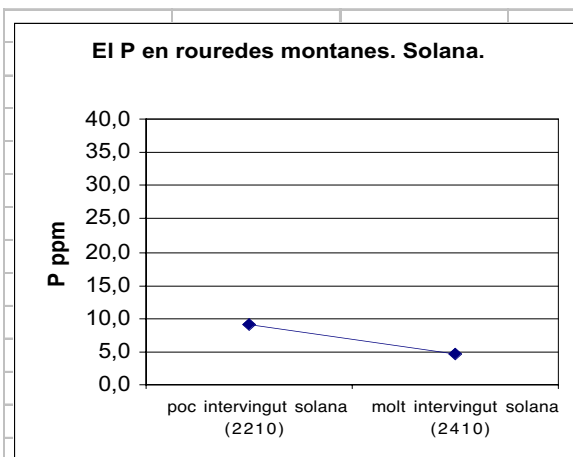


Figura 6.47.

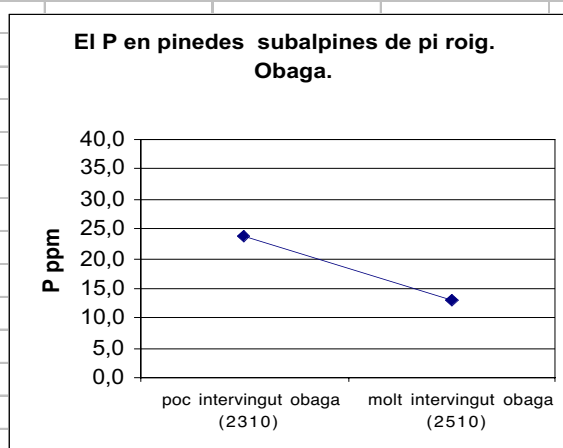


Figura 6.48.

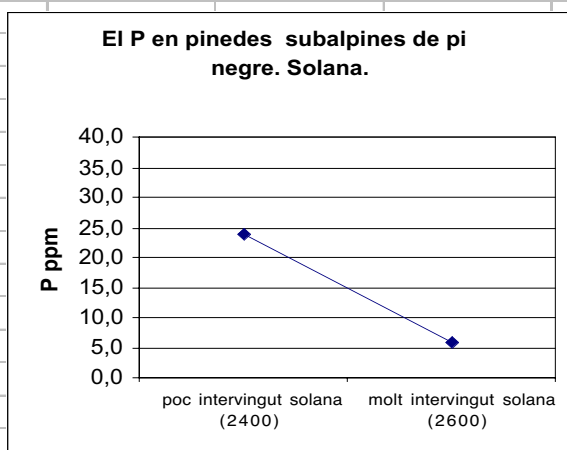


Figura.6.49.

Els boscos altimontans i subalpins de pi roig són els que globalment contenen unes concentracions en P més elevades. Si bé el descens entre la pineda poc intervinguda 2310 (23,9 ppm) i la intensament talada 2510 (13 ppm)¹⁵ és evident (figura 6.48.), en qualsevol cas no es depassen els nivells crítics de P assimilable. La relació que constatarem entre uns elevats continguts de P i uns valors encara més alts de matèria orgànica, si aquesta era d'origen vegetal en les pastures poc intervingudes, es repeteix en l'humus procedent de la virosta forestal. Així, les relacions entre matèria orgànica i ppm de fòsfor són quasi idèntiques en les pinedes poc intervingudes 2310 i 2400.

En darrer terme el P en pinedes de *Pinus uncinata* xeròfiles respon de forma similar

¹⁵ Soriano (1996) constata concentracions similars (7-9 ppm) en les mateixes comunitats vegetals i d'ús, orientades a obaga però en sòls lleugerament més bàsics (pH 7,7) de Tuixén que l'àrea homogènia 2510 (6,9).

a les anteriors en espais poc intervinguts (24 ppm), però assoleix valors molt inferiors (5,7 ppm) en les clarianes obertes per a la pastura en aquests boscos a 2.100 m. Una vegada més, es posa de manifest que els *inputs* de P orgànic aportats per la ramaderia extensiva, no són comparables als provinents de la secular acumulació de detritus orgànics en els horitzons superficials.

L'activitat silvícola no és aliena a les pèrdues de fòsfor, tot i que en els boscos del Parc Natural del Cadí-Moixeró els diversos graus de deforestació no impliquen un increment significatiu de l'erosió. Però el que sí ha comportat segles d'explotació forestal ha estat la reconversió de molts boscos a uns espais silvopastorals, que s'allunyen força de les dinàmiques ecològiques dels boscos madurs.

6.5 LES PROPIETATS QUÍMIQUES: EL POTASSI I LA CIC¹⁶

Conjuntament amb el nitrogen i el fòsfor, el potassi és l'altre macroelement fonamental per a la nutrició vegetal en les diverses formes assimilables. El K^+ , el Ca^{++} i el Mg^{++} també s'anomenen elements intercanviables i tenen una gran importància en els processos d'intercanvi catiónic caracteritzats mitjançant la CIC, per aquest motiu moltes de les normes d'interpretació d'aquest nutrient fan referència a aquest paràmetre a l'hora de ponderar les concentracions absolutes de K (COTTENIE, 1984; QUÉMÉNER, 1985; SOLTNER, 1990).

Les fonts de potassi són fonamentalment mineralògiques i es troben en alguns dels silicats sempre en formes no accessibles per a les plantes (COBERTERA, 1993), també podem obtenir K d'origen orgànic procedent de les restes vegetals, però en menor mesura que, per exemple, ho poden fer amb el fòsfor. La majoria d'adobs potàssics es basen en l'òxid de potassi, K_2O , (GUERRERO, 1992) correntment anomenat "potassa" i normalment d'origen mineral, sintetitzat en qualsevol dels adobs químics usuals o també formant part dels fems i altres adobs orgànics. Unes concentracions adequades de K en el sòl són cabdals per facilitar la resistència a la sequera o a les baixes temperatures en els vegetals, degut que afavoreix un bon desenvolupament radicular i juga un paper fonamental en la regulació de l'aparell estomàtic (VILASECA & CASES, 1990; GUERRERO, 1992).

Quan analitzem el potassi des de l'òptica de la capacitat fertilitzant i, per tant, fem referència a l'assimilabilitat d'aquest nutrient, normalment s'utilitzen dues normes de diagnòstic per afrontar els resultats de les analítiques: la que es basa en el nivell de suficiència, i que forçosament incorpora el factor conreu, i la de la proporció de cations en

¹⁶ Els valors de capacitat d'intercanvi catiónic (CIC) no s'han obtingut a partir d'un procés analític com la resta de determinacions, sinó que s'han deduït d'equacions empíriques estàndard (COTTENIE, 1984) amb els marges d'error que això implica.

el complex de canvi. En referència als resultats que ens ocupen, no té gaire sentit interpretar els continguts de K a la llum de les necessitats dels cultius degut a les característiques eminentment naturals de la vegetació que aprofita aquest recurs edàfic a l'àrea d'estudi, o en tot cas sempre caldria fer referència a nivells de suficiència de vegetació poc exigent. Per aquest motiu és més interessant valorar el macroelement a partir d'escalles interpretatives que tenen en compte la CIC i la proporció idònia entre cations, on es pot fer intervenir tant el Ca^{++} com el Mg^{++} i així constatar si determinats sòls presenten deficiències, nivells correctes o excessos en algun d'aquests elements. Així i tot cal advertir, tal com s'ha explicat en l'apartat metodològic, que ni la capacitat d'intercanvi catiónic ni el catió calci formen part de les determinacions efectuades en el laboratori i per tant s'han estimat a partir d'altres paràmetres (vegeu la nota 16 i taula 6.6).

		K ppm			K ppm
Camps abandonats abans de 1957	estables solana (100)	304	Pastures montano- subalpines	baixa densitat solana (1400)	340
	estables obaga (200)	181		baixa densitat solana (1410)	57
	estables solana (210)	100		b.d.solana, devesa (1420)	217
	fons de vall (300)	129		baixa densitat obaga (1500)	429
	inestables solana (400)	227		baixa densitat obaga (1510)	42
	inestables obaga (500)	157		el. dens solana, pleta (1600)	621
Camps actius el 1957	estables a solana (600)	299	Pastures supraforestals	elev densitat obaga (1710)	261
	estables a solana (610)	178		baixa densitat solana (1800)	132
	estables a solana (620)	167		baixa densitat obaga (1900)	262
	estables a obaga (700)	341		elev densitat solana (2000)	179
	estables a obaga (710)	259	el.den.obaga devesa (2110)	161	
	fons de vall (800)	202	elev densitat obaga (2100)	144	
	inestables a solana (900)	271	Rouredes montanes	poc intervingut solana (2210)	283
	inestables a solana (910)	221		molt intervingut solana (2410)	111
	inestables a obaga (1000)	176		Pinedes montano- subalpines	poc intervingut obaga (2310)
Camps actius el 1997	solana (1100)	447	molt intervingut obaga (2510)		118
	solana (1200)	553	Pinedes subalpines		poc intervingut solana (2400)
				molt intervingut solana (2600)	165

Taula 6.5. Valors mitjans de potassi per a totes les tipologies.

Les àrees mostrejades en el transecte es troben damunt de litologies força homogènies, la majoria d'unitats d'anàlisi són representatives de terrenys carbonatats en sòls amb elevats continguts d'argiles, tot i que hi ha excepcions evidents en els sòls silicics d'algunes pastures o els descarbonatats dels prats alpins i boscos. Davant d'aquesta homogeneïtat, sobretot entre els camps, la diversitat en les concentracions de potassi caldrà atribuir-la a altres factors diferents a l'extrictament mineralògic, com el maneig del sòl o l'adobat. Com es pot observar a la taula 6.5., els continguts de K en les diverses àrees homogènies varia entre les 42 ppm i les 621 ppm, essent prou significatiu que les dades més elevades corresponen als terrenys adobats amb fems ,com són els camps actius i la pleta

activa, seguits pels que tenen més contingut en matèria orgànica. Les zones deficitàries són clarament els terrenys àcids, tot i que també hi ha valors baixos en els camps més antigament abandonats, algunes pastures supraforestals i els boscos molt explotats.

6.5.1. El potassi en els camps actius i abandonats.

L'activitat agrícola en els camps de conreu no és aliena a les concentracions de potassi al sòl, ja que entre les fonts de K cal situar en un lloc preminent els aportaments orgànics en el femat i l'alliberament de formes insolubles a partir de la roturació del sòl (COBERTERA, 1983, p.97). Per tant, es posa de manifest la utilitat d'aquest catió com a indicador de la intensitat d'ús en una sèrie de camps actius i abandonats, sempre que no hi hagi grans canvis en els substrat litològic i entre aquells paràmetres que intervenen en la CIC. En un medi eminentment calcari com el de l'àrea d'estudi, on la disponibilitat de Ca^{++} pot estar garantida, les existències de K i Mg i una adequada proporció entre ells asseguraran un bon desenvolupament de les collites o l'òptima colonització vegetal dels espais abandonats. En aquest sentit, si exceptuem aquelles parcel·les de camps abandonats situades damunt les pelites i toves volcàniques del tram acidòfil del transecte, el contingut de carbonats¹⁷ oscil·la entre el 15% i el 40% i els valors de la CIC entre 13 meq/100g i 20 meq/100g.

Els camps actius contenen elevades quantitats de K assimilable tant des del punt de vista dels valors absoluts (SAÑA *et al.*, 1996; E.A. MANRESA, 1998), com dels ponderats amb la CIC (COTTENIE, 1984), o fins i tot si incorporem el factor conreu en l'interval de màxima exigència (regadiu intensiu) i la classe textural (YANEZ, 1989). És evident que l'abundant fertilització orgànica d'aquests camps dota àmpliament els sòls en K i les possibles pèrdues per extraccions de les collites, per fixació o per rentat no afecten els valors normals. De fet, una de les causes més importants que afecten la variació de la reserva no assimilable en el potassi és la derivada del poder fixador *PF*, que ens indica el percentatge d'aquest macroelement que suposadament serà bloquejat pel sòl; el poder fixador augmenta a mesura que augmenta la CIC (VILLEMIN *et al.* 1990 a SAÑA *et al.* 1996) i normalment és major en sòls pobres que s'intenten millorar mitjançant l'adobat i només representa un 10-20% en els rics (BALLAND, 1984; VILLEMIN *et al.* 1986; GUIGOU *et al.*; 1989 a SAÑA *et al.* 1996). En les parcel·les 1100 i 1200 el poder fixador estimat a partir d'una equació general¹⁸ es troba entorn al 80%, valors que creiem

¹⁷ A partir dels carbonats totals es pot estimar la quantitat de calcària activa si, com en aquest cas, no s'ha incorporat en el conjunt de les determinacions per a cada mostra. La majoria d'autors realitzen aproximacions empíriques i per al nostre cas hem utilitzat una col·lecció de sòls calcaris propers a l'àrea d'estudi (SORIANO, 1994) amb correlacions significatives entre els carbonats totals i la calcària activa en camps abandonats ($y = 0,2966x - 1,0437$; $R^2 = 0,84$, $n = 13$).

¹⁸ $\%PF = 100 \times [1 - (1 / (1 + (\%arg/20) \times (\%MO)^{1/2}))]$ (BALLAND, 1984; QUÉMÉNER, 1985; VILLEMIN *et al.*, 1986 a SAÑA *et al.*, 1996).

absolutament sobredimensionats per a uns resultats que ens indiquen unes concentracions molt importants de K assimilable en uns sòls argilosos però amb una mineralogia, en el cas del camp 1200, bàsicament caolinítica¹⁹.

Igual que succeeix amb la majoria de paràmetres analitzats, la homogeneïtat dels valors en el camp de Josa (1100) és molt elevada mentre que a Cava (1200) el K assoleix les 909 ppm en el sector del camp destinat a hort i redueix dràsticament els continguts fins a 194 ppm en el sector elevat i erosionat. En aquesta àrea la CIC passa dels 15,2 meq/100g del valor mitjà del camp a 10,8 meq/100g degut a l'augment de la fracció argilosa, però tot i així el valor es situa en l'interval d'interpretació normal-alt o baix-normal si considerem les normes absolutes (EA MANRESA, 1998). En qualsevol cas, els valors de K són excessius i els cultius no respondran davant un adobat suplementari d'aquest element.

Valors estimats			CIC	Valors estimats			CIC	
Camps abandonats abans de 1957	estables solana (100)		20,2	Pastures montano-subalpines	baixa densitat solana (1400)		29,7	
	estables obaga (200)		13,6		baixa densitat solana (1410)		8,0	
	estables solana (210)		9,7		b.d.solana, devesa (1420)		20,5	
	fons de vall (300)		11,0		baixa densitat obaga (1500)		54,8	
	inestables solana (400)		17,9		baixa densitat obaga (1510)		10,9	
	inestables obaga (500)		12,7		el. dens solana, pleta (1600)		34,0	
Camps actius el 1957	estables a solana (600)		18,2	Pastures supraforestals	elev densitat obaga (1710)		29,0	
	estables a solana (610)		8,0		baixa densitat solana (1800)		25,3	
	estables a solana (620)		23,0		baixa densitat obaga (1900)		63,9	
	estables a obaga (700)		19,4		elev densitat solana (2000)		28,1	
	estables a obaga (710)		14,4		el.den.obaga devesa (2110)		16,2	
	fons de vall (800)		19,0		elev densitat obaga (2100)		19,6	
	inestables a solana (900)		17,8		Rouredes montanes	poc intervingut solana (2210)		13,4
	inestables a solana (910)		7,3			molt intervingut solana (2410)		6,6
Camps actius el 1997	inestables a obaga (1000)		13,2	Pinedes montano-subalpines	poc intervingut obaga (2310)		65,3	
	solana (1100)		12,6		molt intervingut obaga (2510)		16,4	
	solana (1200)		15,2	Pinedes subalpines	poc intervingut solana (2400)		84,7	
					molt intervingut solana (2600)		20,0	

Taula 6.6. Capacitat d'intercanvi catiónic (CIC) expressada en meq/100g i estimada indirectament a partir del percentatge d'argiles (granulomètriques) i la matèria orgànica tot descomptant els carbonats totals (CIC (meq/100g) = 0,23 · %Arg + 2,119 · %MO - 0,026 · % CaCO₃, SAÑA et al., 1996), per a cadascun dels usos.

Entre els camps abandonats, els continguts de K són molt més baixos: si les concentracions mitjanes dels actius es situen prop de les 500 ppm, en els camps abandonats recentment es redueixen a la meitat (228 ppm) i els inactius abans de 1957 assoleixen les 171 ppm. La capacitat d'intercanvi catiónic en la majoria de camps situats en el segon període d'abandonament es pot considerar mitjana o normal, amb un parell

¹⁹ Les argiles amb major poder fixador entre les seves làmines són les il·lites, vermiculites i montmorilonites (Cobertera, 1993, p. 97; Saña et al., 1996, p. 204), en canvi en aquest camp damunt les argiles del Garumnà són d'aquest tipus mineralògic en un 40% tot i que també hi ha presència d'il·lita i esmectita (LLORENS et al., 1992).

d'excepcions (BALLAND, 1984; GAGNARD *et al.*, 1988 a SAÑA *et al.* 1996), tal i com mostra la taula 6.6. Tenint en compte aquesta CIC (COTTENIE, 1984), el K assimilable assoleix concentracions mitjananes excessives a la parcel·la 700 i pràcticament a la 600, altes a la 710, 800 i 900 i normals a la 1000. Per a valors de CIC inferiors a 10-20 meq/100g, les parcel·les 610 i 910 presenten valors de K superiors a 100 ppm i per tant excessius; a l'altre extrem, l'únic camp que sobrepassa els 20 meq/100g, el 620 (totalment descarbonatat) es situa lleugerament per damunt del llindar dels valors baixos. Interpretant aquests resultats amb criteris de valors absoluts, cap d'aquests camps no ultrapassen per manca les 100-150 ppm, nivell que de forma generalitzada s'assumeix com a límit entre els valors deficientes i els normals.

En relació a la proporció desitjable de cations en el complex de canvi (GRAHAM, 1959; a SAÑA, 1996; ECKERT, 1987), els camps conreats tenen un adequat percentatge de Ca^{++} i de Mg^{++} però en canvi el 9% de K^+ és sensiblement alt (taula 6.7.). També es poden qualificar de correctes les proporcions en els camps recentment abandonats fins i tot millorant la dels actius pel que respecta al percentatges de potassi i magnesi, només cal exceptuar els camps erosionats 900 i 1000 junt al 600 on el Mg^{++} és sensiblement insuficient. Aquesta interpretació cal prendre-la amb certa prudència en mostres de pH superiors a 7,1 (LIEBHARDT, 1981 a SAÑA, 1996), ja que aquest estarà condicionat per l'abundant presència de carbonats i els corresponents percentatges superiors al 85% en el catió de canvi. Per tant, aquestes valoracions es consideraran accessòries i no tant

		K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺			K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
Camps abandonats abans de 1957	estables solana (100)	3,8	4,6	91,6	Pastures montano-subalpines	baixa densitat solana (1400)	2,9	4,7	92,4
	estables obaga (200)	3,4	26,5	70,1		baixa densitat solana (1410)	1,8	10,1	88,1
	estables solana (210)	2,6	8,5	88,9		b.d.solana, devesa (1420)	2,7	3,3	94,0
	fons de vall (300)	3,0	18,9	78,2		baixa densitat obaga (1500)	2,0	3,2	94,8
	inestables solana (400)	3,2	3,5	93,2		baixa densitat obaga (1510)	1,0	3,7	95,3
	inestables obaga (500)	3,2	3,5	93,4		el. dens solana, plena (1600)	4,7	7,5	87,8
Camps actius el 1957	estables a solana (600)	4,2	4,7	91,1	Pastures supraforestals	elev densitat obaga (1710)	2,3	2,6	95,1
	estables a solana (610)	5,7	9,3	85,1		baixa densitat solana (1800)	1,3	3,2	95,5
	estables a solana (620)	1,9	8,7	89,5		baixa densitat obaga (1900)	1,0	2,0	96,9
	estables a obaga (700)	4,5	10,7	84,8		elev densitat solana (2000)	1,6	3,1	95,2
	estables a obaga (710)	4,6	6,9	88,5	el.den.obaga devesa (2110)	2,5	15,4	82,0	
	fons de vall (800)	2,7	9,3	88,0	elev densitat obaga (2100)	1,9	2,3	95,8	
	inestables a solana (900)	3,9	4,0	92,1	Rouredes montanes	poc intervingut solana (2210)	5,4	9,1	85,5
	inestables a solana (910)	7,8	14,5	77,7		molt intervingut solana (2410)	4,3	11,2	84,6
	inestables a obaga (1000)	3,4	4,2	92,4	Pinedes montano-subalpines	poc intervingut obaga (2310)	1,3	4,9	93,9
Camps actius el 1997	solana (1100)	9,1	13,7	77,2		molt intervingut obaga (2510)	1,8	5,2	93,0
	solana (1200)	9,3	6,3	84,4	Pinedes subalpines	poc intervingut solana (2400)	0,8	3,0	96,3
						molt intervingut solana (2600)	2,1	4,7	93,2

Taula 6.7. Proporció percentual de bases en el complex de canvi. A modus de referència cal tenir present que alguns autors com GRAHAM-1959 parlen de proporcions desitjables establertes a partir del 65-85% de Ca^{2+} , 6-12% de Mg^{2+} i el 2-5% de K^+ .

(El calci s'ha calculat per diferència aritmètica: $Ca^{2+} = 100\% - \%K^+ - \%Mg^{2+}$)

definitives en l'anàlisi de les concentracions de K.

Els camps abandonats el 1957 no presenten deficiències de K assimilable en cap cas, tot i que la parcel·la 210 amb una CIC molt propera a 10 meq/100g, obté una valoració entre baixa i correcta. La resta es situen a les bandes alta (100,200 i 400) i correcta (300 i 500), amb uns valors generalment per sota la mitjana de l'interval. De la mateixa manera que hem procedit amb les mostres precedents, en aquest cas alguns valors mitjanans no assoleixen o superen molt lleugerament el nivell crític de 100 a 150 ppm de K.

En aquest grup de camps els pH són molt propers a 8 i només el camp 210 situat a Cava damunt pelites i calcopelites (pH = 5,7), amb tota probabilitat, no tindrà el complex de canvi saturat de bases. Encara que aquest fet impedeixi una clara interpretació de les "proporcions ideals", es interessant destacar els elevats continguts en Mg en els camps a obaga o fons de vall estables, que donen lloc a un 26,5% i 19% del percentatge d'equivalents.

6.5.1.1 Variacions de potassi a l'interior dels camps, en funció de la posició i forma topogràfica, nivell de forestació i processos erosius.

Entre totes les determinacions estudiades, el potassi és el paràmetre edàfic que millor es correlaciona amb la posició topogràfica dins el camp, els aportaments orgànics de la vegetació arbòria i les pèrdues per erosió. Els elevats pendents en la majoria de les terrasses faciliten la migració dels nutrients cap a les zones baixes, en el cas del K el rentat per drenatge pot provocar canvis importants en les concentracions del sòl majors com més porosa sigui la textura dels sòls (REMY, 1985 a SAÑA *et al* 1996). Un fet similar succeirà amb l'escolament superficial en camps erosionats i en canvi l'augment en les concentracions serà possible gràcies a la matèria orgànica com a font principal de K orgànic en camps abandonats.

Altres factors també influiran en la diversitat de concentracions en cadascuna de les submostres analitzades, per exemple el P es correlaciona de forma acceptable amb els nivells de K tal com es pot observar a les gràfiques 6.50. i 6.51., o amb el percentatge d'argiles (figura 6.52.).

Variacions de potassi en una catena dins els camps afeixats.

Si ens fixem en la gràfica 6.59. veurem com els valors mitjans de les submostres per raó de la posició que ocupen en la parcel·la, es concentren entorn valors prou diferenciats: 265 ppm per a les zones baixes, 210 ppm en les mitjanes i 175 en les altes. El coeficient de variació de les submostres situades en condicions més o menys favorables a l'acumulació de K és del 68,42%, valor molt superior a les dispersions constatades per a altres

determinacions. En aquest sentit, si analitzem les concentracions submostra per submostra veurem com hi ha canvis de més de 100 ppm en els continguts de potassi en funció del lloc d'extracció, variacions que poden ser determinants per passar de valoracions baixes a correctes o altes.

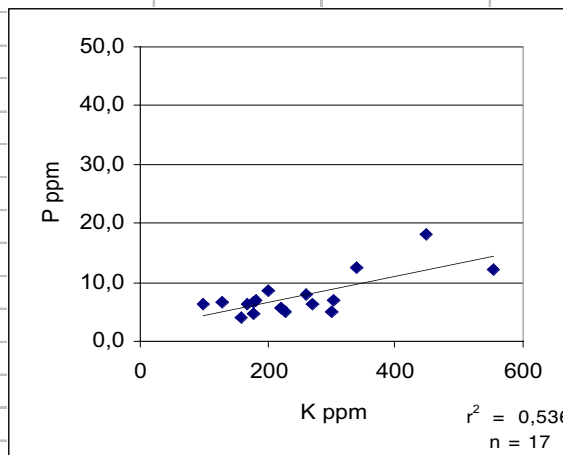


Figura 6.50. Relació entre el P i el K assimilables en camps actius i abandonats.

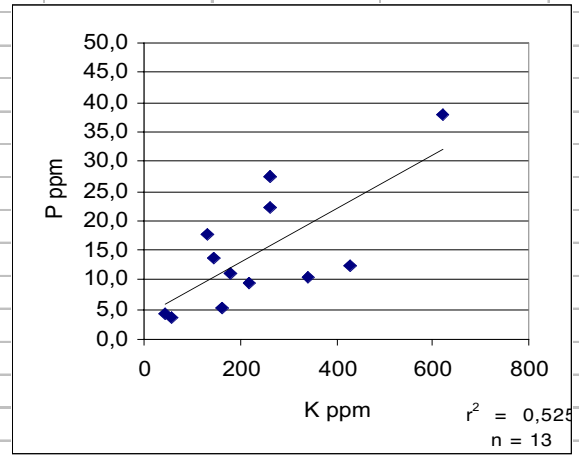


Figura 6.51. Relació entre el P i el K assimilables en prats i pastures.

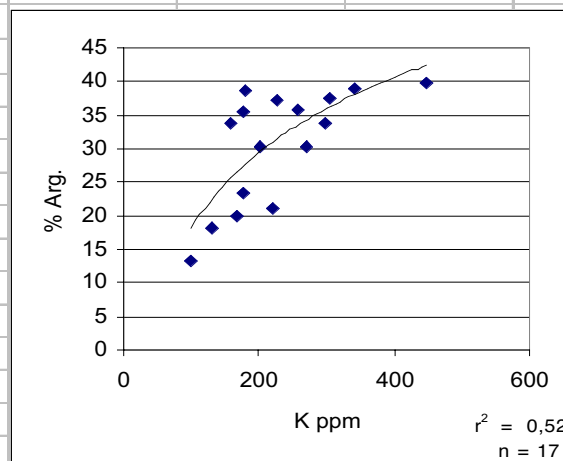


Figura 6.52. Relació entre les argiles i el K assimilable en camps actius i abandonats.

Els camps actius són els dos pols oposats de la distribució de K en funció de la catena: mentre el camp de Josa (1100) manté la homogeneïtat coneguda amb una desviació estàndard de 17,9, la diversitat del camp de Cava (1200) és molt acusada (desv est: 278,17), amb valors extrems situats entorn a 900 ppm en els sectors més femats i les 190 ppm en zones elevades i de forts pendents. En el primer cas el pendent del 6% no afavoreix tant la migració de nutrients cap a les zones baixes en comparació del 21% de pendent en els sectors més drets del camp 1200, tot i que disminueix fins el 7-1% en els sectors baixos que d'altra banda també es femen amb més cura per potenciar les aptituds de conreu.

L'efecte del pendent en la distribució del K també es percep en els camps que ja no es llauen, tot i que la roturació de la terra és el principal dinamitzador de l'efecte de la gravetat sobre la fracció fina del sòl. La gràfica 6.53. ens indica aquesta relació entre el pendent dels camps abandonats i la diversa distribució dels valors de potassi, que en part cal atribuir a l'efecte secular del llaurat. A partir de la dècada dels anys cinquanta, la introducció del tractor en alguns camps va possibilitar la roturació més homogènia de les parcel·les poc inclinades (MOLINA, 1996, p. 139), tal com es posa de manifest a Josa (1100); en d'altres, el procés de migració del sòl es va accentuar degut a la major fondària de roturació i a la formació de soles de llaurat.

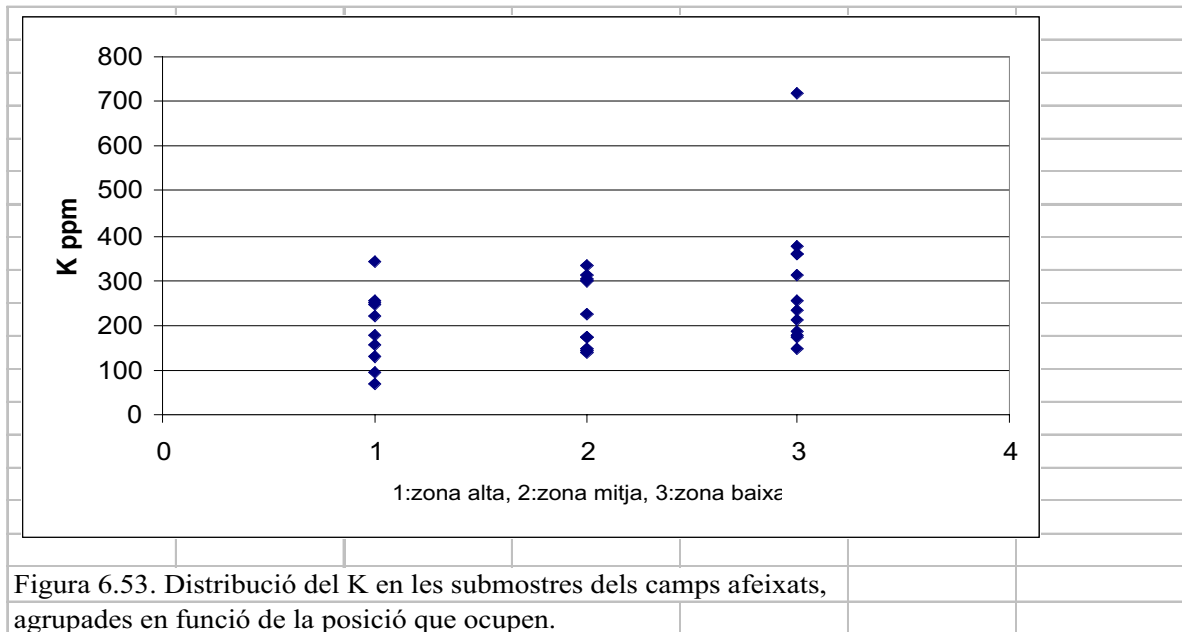


Figura 6.53. Distribució del K en les submostres dels camps afeixats, agrupades en funció de la posició que ocupen.

Els camps actius el 1957 contenen valors més elevats de K a les parts baixes de les terrasses que a les altes, però les diferències no superen les 80-90 ppm de mitjanana tot i que si tenim en compte els resultats de cada submostra poden assolir-se diferències de 190 ppm (904 i 908) o superiors si la parcel·la està parcialment o totalment reforestada. Aquesta disparitat de valors pot desvirtuar el caràcter homogeni de les àrees, però cal tenir present l'excepcionalitat d'aquests resultats i, en tot cas, sempre estem parlant de valors per damunt del nivell de suficiència de K assimilable. Únicament en el camp erosionat 1000 hi ha algunes submostres properes al llindar 100 ppm que delimita els continguts baixos i correctes i d'altres que, sense estar forestades, superen les 250 ppm en la banda alta.

L'existència d'aquest tipus de diferències es reproduïx a la resta de camps abandonats, sobretot en els sòls amb la CIC més elevada (100, 200 i 500). Cal parar atenció a la parcel·la estable a solana 100, tal com es pot veure a la figura A.1. (annex 1) conté un variat nombre de morfologies còncaues, convexes i planes. Si analitzem detingudament els resultats de les submostres situades a la perifèria baixa del camp (102, 104 i 109) veurem com són els únics que sobrepassen les 350 ppm de K, els valors més alts es troben en un

replà entre dos marges i els més baixos en el sector de drenatge principal de la terrassa (246 ppm, sub.105), les parts altes (250 ppm, sub. 107,108) i una zona convexa i elevada (236 ppm, sub. 106). Tenint en compte que la CIC global del camp és de 20,2 meq/100g no hi hauria d'haver cap problema nutricional amb el K si es volgués posar en actiu, però caldria anar en compte amb les pèrdues que poden provocar mancances de fertilitat a curt termini en determinats sectors del camp, si no es planifica una distribució correcta dels adobs²⁰. En el camp 300, amb una CIC lleugerament superior a 10 meq/100g degut a la naturalesa sorrenca del sòl i al baix contingut en matèria orgànica, els valors de les submostres dels sectors mitjans i baixos són correctes però majoritàriament inferiors a les 150 ppm. Com era d'esperar, les insuficiències en potassi es localitzen en la part alta del camp.

Variacions de potassi per la presència de vegetació arbòria.

La presència o absència d'arbres en els camps també és un factor important en la distribució de les concentracions de K, tant o més que el factor pendent, i en termes absoluts pot significar doblar les concentracions més baixes a camp obert. Els resultats que es deriven d'aquest fet posa en de manifest que no es poden subestimar els aportaments orgànics de la incipient vegetació forestal que colonitza aquests espais.

En els camps on trobem exemplars de *Pinus sylvestris* aïllats, els canvis ja són perceptibles, la parcel·la 610 assoleix concentracions de 180 ppm de K en el millor dels casos i sota les capçades entre 240 ppm i 288 ppm. Considerant que la CIC és de 8 meq/100g, les existències de potassi són més que suficients, tot i que és bo considerar aquests resultats des de l'òptica de les reserves. En antics terrenys agrícoles amb un estat més avançat de forestació (710) el K és elevat en totes les submostres (mitjanana = 260 ppm), però destaquen aquelles amb arbres de més edat (465 ppm). En aquests camps recentment abandonats també hi ha parcel·les inestables amb sectors forestats on és possible apreciar sensibles diferències entre submostres properes, però amb diversitat de cobertures vegetals. Els sectors alts del camp 1000 colonitzats per herbassars i bosquines de *Genista scorpius* contenen 169 ppm, en canvi sota *Pinus sylvestris* augmenta fins a 180-206 ppm, aquestes diferències es repeteixen a meitat de feixa però disminueixen en la mateixa proporció que l'edat dels pins, i es tornen inapreciables en exemplars de menys de 15 anys.

La darrera constatació també es pot apreciar en la parcel·la 200, amb més anys d'abandonament però situada en un conjunt de feixes amb pins aïllats i bosc dens. Sota els individus joves els valors de les submostres són quasi idèntics que en l'herbassar o prop dels matolls de *Juniperus communis*, en canvi les submostres extretes a l'interior de la massa forestal contenen fins a 100 ppm més que la resta. Pel que respecta al camp inestable

²⁰ Alguns camps de la vall de Josa s'han tornat a cultivar després de molts anys d'abandonament, amb un interès estrictament cinegètic.

500, amb vegetació arbòria a la part superior, les diferències són molt importants respecte les submostres dels sectors mitjans no forestats (150 ppm a 250 ppm), però no tant si es comparen amb el sòl arran de marge ($\mu = 180$ ppm amb algunes submostres entre 217-253 ppm) En qualsevol cas, l'increment de K assimilable a partir de K orgànic no implica cap canvi de categoria en les diverses taules d'interpretació que consideren la CIC i en algun cas es passa de nivells normals a alts si es valoren de forma absoluta els resultats.

Variacions de potassi degudes a l'erosió.

Les pèrdues més importants d'aquest macroelement es produeixen a partir de la fixació entre les làmines d'alguns tipus d'argiles mineralògiques i per rentat superficial i/o subterrani. Els efectes de l'erosió en el K provocarà pèrdues a partir de l'escolament superficial, però la pèrdua de sòl en superfície pot afavorir l'aparició de materials provinents de la capa d'alteració (procés que s'accelerará si el camp és actiu i es llaura) que, en funció del tipus litològic, podran incrementar la fixació.

Es pot establir la pèrdua per rentat de K a partir d'algunes fórmules²¹ que relacionen la massa de sòl i els percentatges d'argiles i matèria orgànica (BALLAND, 1984; RÉMY I MARIN-LAFLECHE, 1974 a SAÑA *et al.*, 1996); aplicades a l'àrea d'estudi s'obtenen valors anuals entre els 1,23 kg K₂O/Ha en camps estables a obaga (700), d'1,62 a 1,94 kg K₂O/Ha en camps a solana (100 i 600), entorn a 2,35 kg K₂O/Ha en els camps actius, de 2,83 a 3,33 kg K₂O/Ha en els erosionats (500 i 1000) fins als 3,78 kg K₂O/Ha en sòls franco-sorrencs (300) o 4,65 kg K₂O/Ha amb continguts del 10% d'argiles i CIC de 9,7 meq/100g.

A banda d'aquests valors teòrics que poden donar una idea del potencial de pèrdues per les diverses situacions i sòls en el supòsit que els camps abandonats es possessin en conreu, és evident, a la llum dels resultats, que les zones amb presència de qualsevol tipus de forma erosiva contenen menys K assimilable que la resta del sòl de la parcel·la. La lectura dels valors mitjanans de les parcel·les inestables que ens ofereix la taula 6.5. no reflecteix aquestes pèrdues, ja que s'alterna la presència de valors baixos de K entre algunes parcel·les erosionades i els dels camps amb poca capacitat d'intercanvi catiónic. Cal anar a cercar els valors de les submostres en els camps inestables per entendre millor la problemàtica.

Algunes de les parcel·les inestables no manifesten greus pèrdues de fertilitat en el sòl si no es contextualitzen amb paràmetres com la quantitat de terra fina per hectàrea o la potència, per entendre la migradesa dels recursos; aquests aspectes, que els integrarem en els índexs de fertilitat en capítols, posteriors són de gran importància en camps com el 400

²¹kg K₂O/Ha: any = 400/(%arg + 5)·%MO

on les formes d'erosió actuals no impedeixen que es mantinguin concentracions altes de potassi. Exceptuant aquest camp, a la resta d'erosionats tant a obaga com a solana sí que és possible constatar la pèrdua d'aquest catió en les submostres extrems dels espais més degradats.

La presència de concentracions baixes en algun sector de camps actius degudes en part al freqüent rentat per erosió difòsa i concentrada, ja s'ha comentat reiteradament en apartats anteriors. El camp 900 abandonat cap a 1965, conté un sector especialment degradat, a causa del pendent global de la parcel·la que hi concentra gran part de les aigües de drenatge superficial (figura A.11, annex 1). Les submostres recollides en aquesta àrea presenten les concentracions més baixes de potassi de tot el camp amb valors de 200 ppm, unes 50-190 ppm menys que la resta de submostres. Un fet similar succeeix en exposicions de baixa radiació, en el camp 1000 l'erosió és de caràcter generalitzat i fonamentalment difús sever, exceptuant dues submostres recollides en la part més baixa i plana protegida pel marge de pedra seca. La valoració global de l'àrea és la de correcta amb 176 ppm de K i una CIC de 13,2 meq/100g, tot i així els valors més propers al llindar de les 100 ppm es situen en una zona afectada per la capçalera remuntant d'un xaragall. Altres submostres amb un 25% de pedregositat superficial i absència d'erosió concentrada, contenen entre 150 ppm i 170 ppm.

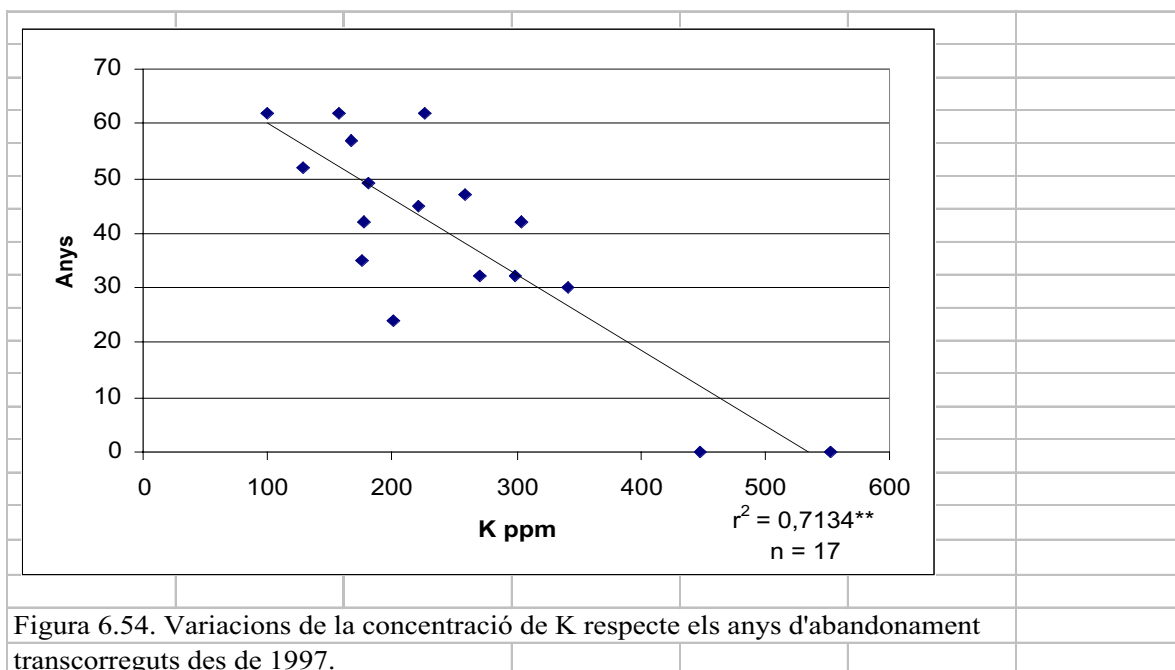
Per últim, els camps inestables amb majors diferències entre submostres degudes a l'erosió, són els que fa més temps que es van abandonar a obaga. La parcel·la 500 és la única amb valors baixos i una CIC mitjana (12,7 meq/100g), entre totes les àrees analitzades amb capacitats d'intercanvi catiónic superiors o similars. Les pèrdues de potassi en aquesta terrassa són generals i únicament es mantenen reserves importants a les parts baixes o aquelles que es troben en procés d'aforestació. És evident que l'adequada conservació de les feixes i la protecció del sòl per part de la vegetació arbòria en comunitats xeròfiles o mesoxeròfiles, es destaca com un tret fonamental per mantenir o recuperar els nivells de K assimilable.

6.5.1.2 Evolució temporal del potassi segons l'exposició i presència d'erosió en els camps.

La bona correlació entre els anys d'abandonament i les concentracions de K de la gràfica 6.54., ens mostra la importància d'aquest macroelement com a indicador de la pèrdua de fertilitat agronòmica d'un conreu sotmès al procés de naturalització. Els decrements observats no impliquen necessàriament la reducció de valors per sota els nivells de normalitat i possiblement es produeixi una estabilització entorn als valors més baixos de la gràfica que es pot traduir en recuperació a partir de l'aforestació. Només en aquelles situacions on la pèrdua de sòl és molt important, el potassi pot esdevenir escàs i actuar com

a factor limitant en el creixement de la vegetació.

En general, es produeix una pèrdua important de K entre el moment que es deixa de conrear un camp i les primeres dècades d'abandonament, alentint-se el procés a mesura que perdura la inactivitat. En els camps estables a solana, aquesta tendència és més acusada en el sector de Cava que en el de Josa on predomina l'estabilització en uns nivells alts de K (gràfica 6.55.); és lògic pensar que les pèrdues més importants en camps estables seran majors quan més elevades siguin les concentracions d'aquest catió i s'estabilitzaran a mesura que l'estructura del sòl millori la capacitat de cohesió de les partícules que es pot haver perdut en el llaurat, o l'escolament superficial no afecti el sòl nu d'un camp actiu. La forta reducció de valors a Cava cal matisar-la a partir de la CIC, en els dos camps abandonats és de 8 meq/100g i 9,7 meq/100g, bo i donant lloc a una valoració global d'excessiva i alta, mentre que per al camp actiu, amb 15,2 meq/100g, la qualificació és d'excessiva. A efectes de disponibilitat del catió, és evident que les concentracions minven, però es mantenen òptimes per al desenvolupament vegetal.



La importància del K en la resistència de les plantes a la sequera pot tenir alguna relació amb la davallada de valors a obaga. El pendent de la corba de la gràfica 6.56. és manté constant i a la parcel·la abandonada el 1957 (200) s'assoleixen valors més baixos que a solana. Un fet similar succeeix a Cava entre el camp actiu (1200) i l'actiu el 1957 (710): a diferència de la solana la CIC no presenta gaire diferències entre parcel·les. La humitat del sòl en aquests camps pot incrementar-se fins un 5% respecte els d'elevada insolació, quantitat suficient per evitar períodes més llargs d'estrès hídric i en conseqüència disminuir les demandes de K assimilable en les plantes per regular l'aparell estomàtic. El descens de les concentracions per sota les 200 ppm, tot apropant-se a les 100 ppm, es torna a repetir en

els camps situats al fons de vall (figura 6.59.) i també els inestables a obaga (figura 6.58.); en ambdós casos la mitjanana anual de radiació és de moderada a baixa (de 300 a 700 $Kj:10/(m^2.micròmetre)$) i els percentatges d'humitat al sòl més elevats que a solana. La

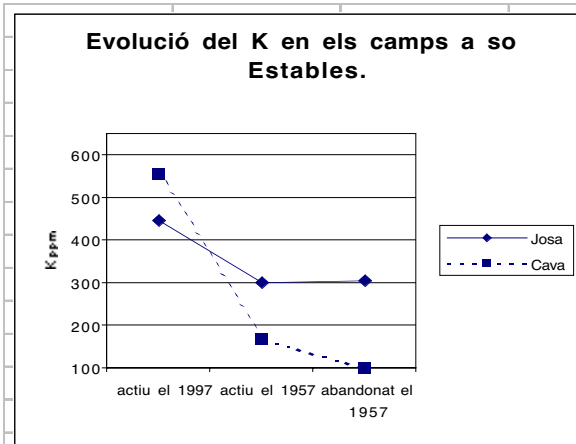


Figura 6.55.

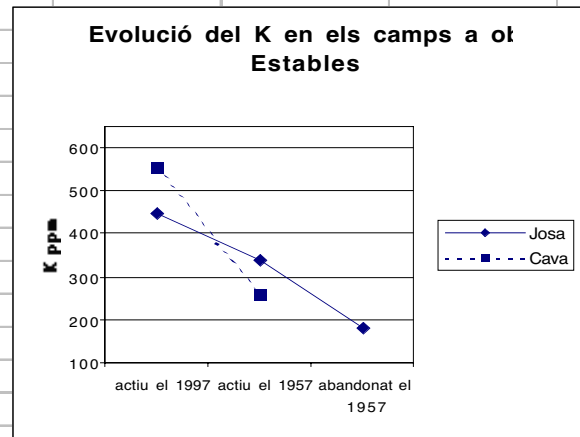


Figura 6.56.

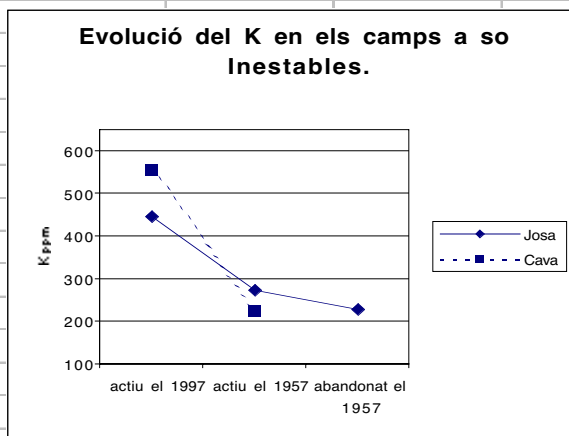


Figura 6.57.

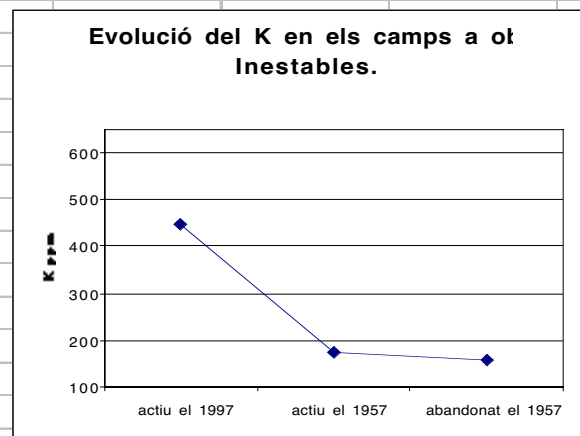


Figura 6.58.

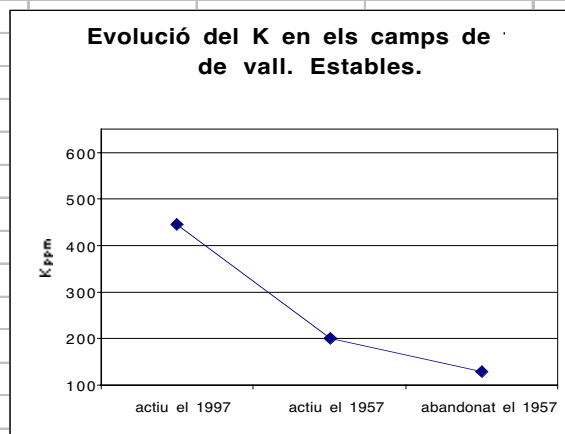


Figura 6.59.

ponderació d'aquests valors cal realitzar-la sota una CIC d'entre 10 i 20 meq/100g i, per tant, la lectura de les gràfiques permet la comparació directa dels resultats. En els camps de fons de vall estables, les 129 ppm de K de la parcel·la 300 abandonada el 1957, són inferiors a l'anterior de similars característiques degut a la naturalesa sorrenca dels sòls situats damunt d'un con al·luvial.

Els camps inestables presenten caigudes de valors més acusades que els seus homònims estables, més importants a obaga que a solana. Les pèrdues en aquests camps s'accentuen per l'efecte del rentat superficial, que afecta més severament algunes zones de la parcel·la i provoca el descens en el valor mitjà de les submostres. Si comparem les gràfiques 6.57. i 6.58., en el primer estadi d'abandonament s'estableixen diferències de 28 ppm i s'incrementen fins a 77 ppm en el segon; el mateix exercici de comparació a obaga accentua les diferències entre els camps actius el 1957 (165 ppm) però es redueixen en els abandonats el mateix any (25 ppm), degut en part que a mesura que els valors de K són cada vegada més baixos, és difícil augmentar les diferències en termes absoluts.

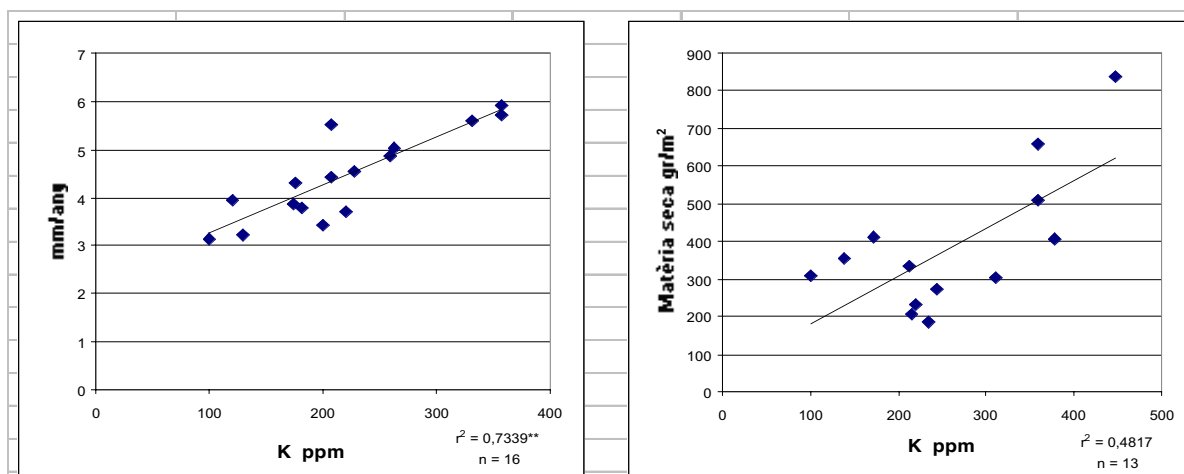


Figura 6.60. Igual que succeeix amb el P el K és un nutrient fonamental en la vegetació de prats i boscos. Però a diferència del fòsfor, la importància d'aquest macroelement resideix en la millora del creixement de les pinedes joves (esquerra) i no tant en la productivitat de les pastures (dreta).

Els valors mínims s'assoleixen en situacions de baixa radiació (figures 6.56., 6.58. i 6.59.) i en menor mesura a solana (figures 6.55. i 6.57.), i els efectes de l'erosió queden en segon terme si només tenim en compte el resultat mitjà de la parcel·la, però cal puntualitzar que en aquests casos és més apropiat l'estudi de les submostres per a cada camp vist a l'apartat anterior. Tot i les pèrdues de concentracions entre els sòls agrícoles i els de característiques més naturals, els elevats valors en la majoria de camps afavoreixen una bona productivitat de les pastures amb una correlació acceptable ($R^2 = 0,48$) entre matèria seca i K assimilable (figura 6.60.) però menor a la que s'obté amb el P. El K també influeix en el creixement dels *Pinus sylvestris*, tal com demostra la bona correlació ($R^2 = 0,73$) de

la gràfica 6.67., fet que posa de manifest la importància d'aquest macroelement en la resistència a la sequera de les noves pinedes i l'òptima adaptació d'aquestes a les obagues. La taula 6.8. ens confirma aquesta hipòtesi: en comparar els creixement d'alguns pins en una mateixa parcel·la i el valor de K assimilable de la submostra més propera a cada arbre, es constata com en semblants condicions d'humitat del sòl, la taxa de creixement anual augmenta amb els increments de les concentracions de K.

Camp	Anys	Creixement	K	Humitat
	resp.1999	mm/any	ppm	% grav.
200	23	3,8	181	11,2
200	17	4,9	260	10,5
400	22	4,5	227	9,7
400	19	3,4	200	9,7
700	27	5,6	331	10
700	15	5,7	358	10
700	19	5,9	358	10
500	19	4,4	207	11
500	18	5,5	207	11
1000	23	3,9	174	7,6
1000	21	3,2	130	7,6
710	33	2,7	246	8,9
710	32	2,4	246	8,9
610	19	5,0	263	8,7
610	26	4,3	175	11,4
910	22	3,7	221	6,9

Taula 6.8. Relació de cores extrets en els *Pinus sylvestris* arrelats en camps abandonats.

6.5.2 El potassi en prats i pastures.

A la bibliografia agronòmica és un fet recurrent assignar els orígens de potassi als minerals primaris i a la biomassa (COBERTERA, 1983, SAÑA *et al.* 1996), primant en alguns casos les fonts inorgàniques abundants en gran nombre de substrats. És per això que l'estructura i dimensions del sistema radicular de les plantes s'associa a les possibilitats d'accedir a reserves profundes (LÓPEZ & LÓPEZ, 1990) en el cas de deficiències en els horitzons superficials. L'abundància de silicats com el $KAlSi_3O_8$ en els sòls de la majoria de pastures del parc, estarà en funció de les característiques del substrat litològic i d'aspectes climàtics que afavoreixin el rentat dels cations.

Les pastures seleccionades al transecte es troben damunt de substrats calcaris, que sovint donen lloc a litosòls descarbonatats amb intercalacions lutítiques típiques del sector oriental; aquestes característiques afavoreixen l'absència de $CaCO_3$ però no suposen un augment apreciable de K. Per tant, les àrees amb elevats continguts de K assimilable possiblement tinguin un origen orgànic a partir dels detritus vegetals o de l'adob dels

ramats. Un altre tret característic d'aquests usos és l'elevada CIC present en totes les àrees, (exceptuant els terrenys més àcids) la qual sobrepassa els 25 meq/100g i, tot i ser un indicatiu d'elevada fertilitat, pot provocar dèficits de nutrició, degut que caldran aportaments elevats de cations al complex de canvi²².

6.5.2.1 El potassi en prats i pastures montano-subalpines.

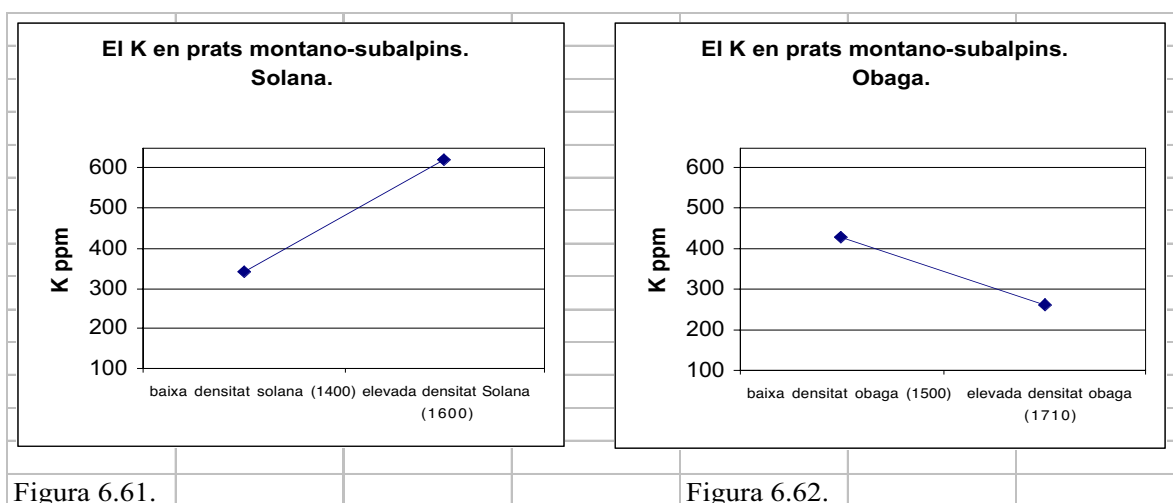
La resposta del K a la intensitat d'ús de les pastures situades per sota els 1.800 m, presenta algunes especificitats que el diferencien del P, tot i tenir un cicle similar però amb càrregues elèctriques oposades. Els valors de K assimilable són molt elevats en la majoria d'espais que utilitza o ha utilitzat la ramaderia, de la mateixa manera que succeeix amb el fòsfor, però, com veurem, les diferències entre les zones d'elevada i baixa pressió ramadera hi intervé quelcom més que la simple incorporació de matèria orgànica.

El potassi en les pastures de baixa densitat a solana (1400) és elevat si tenim en compte les característiques de l'àrea amb continguts insignificants de carbonats, tot i trobant-nos damunt d'una superfície estructural calcària amb sòls molt prims. Aquest fet cal atribuir-lo a les elevades taxes de rentat provocades per la incipient carstificació i abundants precipitacions: la poca presència de Ca^{++} possibilita que les argiles mineralògiques i la matèria orgànica aportin una mitjanana de 340 ppm de K, amb màxims de 597 ppm en submostres situades sota els pocs exemplars de *Quercus humilis*, passant per les 350 ppm de la majoria de submostres recollides prop de l'antic camí ramader, fins les 173 ppm en els espais més erosionats i amb sòls més pobres. La ponderació d'aquests valors a partir de la CIC ens indica que ens trobem en la banda alta d'intercanvi catiònic amb 29,7 meq/100g, idèntic qualificatiu que també s'assigna a la fertilitat potàssica mitjanana de l'àrea. Per a similars condicions de radiació solar però amb una pressió ramadera molt més elevada, les pastures existents en una zona recentment apletada (1600) contenen els valors més elevats de potassi de tot el transecte amb 621 ppm. Els valors de les submostres són alts però molt diversos en funció del lloc on s'han extret: les recollides sota importants acumulacions de fems en superfície assoleixen les 887 ppm, a diferència de sectors colonitzats per herbassar o vegetació nitròfila amb 500 ppm. En aquest prat la CIC encara és més elevada que l'anterior i és evident que manté una estreta relació amb l'ús que s'ha donat a aquest sòl, 34 meq/100g en condicions d'elevats aportaments de fems o 10-20 meq/100g en camps abandonats utilitzats com a pastures extensives i conservant la resta de paràmetres físics idèntics.

En ambdós tipus de pastures a solana, les concentracions són molt elevades i augmenten a mesura que augmenta la pressió ramadera; també es pot comprovar com els

²² Vegeu l'apartat 6.6.2.

fems poden aportar més quantitat de K orgànic que la biomassa dels roures, així com la importància dels antics aportaments dels ramats que encara determinen la distribució de les concentracions actuals en molts sòls. La darrera constatació es repeteix en unes característiques d'ús semblants a la 1400 però a obaga: l'àrea 1500 augmenta el valor mitjà fins les 429 ppm, amb concentracions molt elevades arran de l'antic camí de fins a 598 ppm, que davallen a 226 ppm de K en els sectors més pedregosos i allunyats. La CIC d'aquest sòl encara és més elevada que a solana (+54,8 meq/100g), en part degut al 25,2% de matèria orgànica. Aquestes dues àrees tant properes i similars però en orientacions contrastades destaquen per valors de potassi similars als dels camps actius; tanmateix, cal puntualitzar que la feblesa i discontinuïtat del sòl junt a la xericitat de la vegetació, impedeix l'establiment de prats de qualitat. Sense moure'ns de l'obaga, les àrees d'elevada densitat (1710) no superen les 275 ppm que cabria interpretar com a normals a partir d'una CIC de 29 meq /100g.



El denominador comú d'aquestes pastures resideix en l'elevada capacitat d'intercanvi catiònic i les altes concentracions del catió monovalent. L'ascens en les concentracions que es pot observar a la gràfica 6.61. a solana respon a la gran quantitat de fems existents a l'àrea 1600, en canvi a la 1710 els aportaments actuals dels ramats que la pasturen són quantitativament molt inferiors respecte els dels usos pretèrits; el rentat de K durant el temps transcorregut fins l'actualitat possiblement ha evitat que s'acumulessin concentracions de més de 400 ppm. La matèria orgànica d'aquestes pastures a obaga és un 2% més elevada que a solana, però la major part del seu origen resideix en la densa boixeda que l'ha colonitzat en les darreres dècades, en canvi el 12% de la parcel·la 1600 és bàsicament d'origen animal.

Les pastures forestals acidòfiles, com succeeix amb altres determinacions, donen lloc als resultats més baixos de K assimilable tot i que, ponderats per unes CIC inferiors a 10 meq/100g, es situen en l'interval dels valors normals. La roureda adevesada de Cava

(1420) respon de forma similar al fòsfor amb característiques més properes a un camp abandonat que a un ús exclusivament ramader.

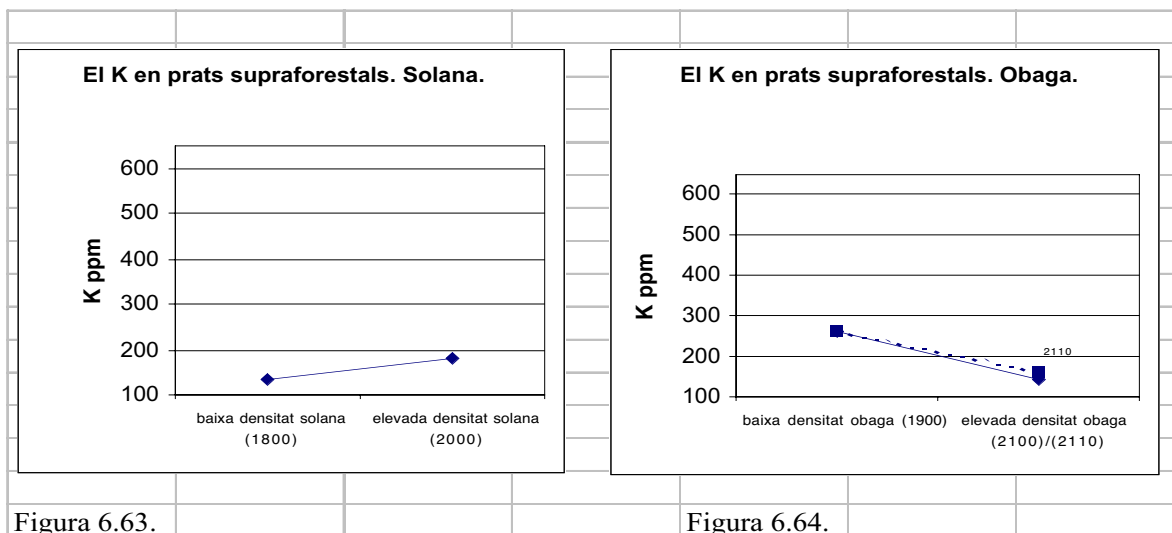
Els resultats ens indiquen que els valors de K tendeixen a augmentar en els sectors amb major evapotranspiració deguda a la radiació solar i menors continguts d'aigua al sòl (figura 6.112.). Les concentracions d'aquest macroelement en aquestes pastures depenen de la quantitat de potassi orgànic, que assolirà taxes més o menys grans d'assimilabilitat en funció de la matèria orgànica i el contingut d'argiles com a precursors principals d'una adequada CIC. Els valors de K en les pastures de baixa pressió ramadera són lleugerament més alts a obaga gràcies l'11% més de matèria orgànica, però les elevades demandes de potassi per part de moltes plantes subjectes a estrès hídric provoquen l'increment de concentracions al sòl que en alguns casos s'equiparen als valors de submostres a obaga. Entre les àrees 1410 i 1510 succeeix un fet similar: a obaga (1510) hi ha un 5,4% de matèria orgànica i una CIC de 10,9 meq/100g i a solana, per contra, la matèria orgànica és del 3,9% i la CIC de 8 meq/100g, però supera en 15 ppm la concentració de K. La més evident de les comparacions és la que es dona entre les àrees 1600 i 1710, però tal com s'ha dit amb anterioritat, les diferències de concentració, si bé també es poden explicar per l'exposició, en aquest cas cal atribuir-les fonamentalment als fems recents aportats pels ramats.

6.5.2.2 El potassi en prats i pastures supraforestals.

A les pastures d'alçada es produeix una variació dels continguts de K assimilable en funció de la intensitat d'ús similar a la de la resta de l'espai ramader. Si comparem les figures 6.63. i 6.64. amb les homòlogues en el sector montà-subalpí (figures 6.66. a 6.68.), constatarem la coincidència entre les tendències dels dos usos principals a obaga i solana, tot i que la magnitud dels valors sigui diferent.

Aquests sòls són els que tenen els continguts mitjanans de potassi més baixos de tots els usos, només comparables amb els boscos més explotats (figures 6.74. i 6.75.), els resultats absoluts de K cal corregir-los tenint en compte que la CIC d'aquestes pastures és molt alta i per tant també caldran concentracions molt elevades per assolir els nivells normals en aquest nutrient. Per interpretar aquestes dades cal analitzar les entrades i sortides en el cicle del K per a les condicions específiques d'alta muntanya i en aquest sentit l'elevada pluviometria existent per damunt dels 2.000 m (la isohieta 2.000 mm és propera als 2.400 m²³) i la insuficiència, tant dels aportaments mineralògics de potassi com dels orgànics, afavoreixen les concentracions mitjanes-baixes. Si utilitzem l'equació del rentat de potassi aplicada en l'apartat dels camps abandonats, ens adonarem que el potencial de pèrdues d'aquests sòls és molt elevat amb valors entorn als 5-7 kg K₂O/Ha.

²³ Vegeu el punt 8.4.



Les 132 ppm de K a solana es consideren un valor baix en les escales de diagnòstic en funció de la CIC i, de forma més acusada que en les pastures montano-subalpines, els aportaments de matèria orgànica en aquestes condicions són totalment insuficients per reposar aquest macroelement. Tot i estar situades damunt d'un substrat calcari, el procés de descarbonatació és molt accentuat ($6,1\% \text{ Ca CO}_3$) i el material argilós remanent no sembla aportar gran quantitat d'esmetites, en conseqüència la proporció de cations del complex de canvi pateix un dèficit important tant de K^+ i de Mg^{++} . Tal com mostra la gràfica 6.63, la millora en les concentracions de K en les pastures d'elevada càrrega (2000) fa possible satisfer les necessitats de la vegetació pradenca, amb un risc evident d'arribar al límit d'insuficiència (150 ppm). La variabilitat del K en aquesta àrea es posa de manifest en els valors de les submostres en funció del punt d'extracció, aquelles que es situen en tapisos d'*Alchemillo-Festucetum* o en la banda de creixement d'ussona (*Festuca scoparia*) contenen fins a 258 ppm, a diferència de les 132 ppm d'aquelles amb vegetació discontinua o situades en les acumulacions pedregoses de les terrassetes.

A obaga la comparació entre ambdós tipus de pastures dóna lloc a una evolució negativa entre els valors elevats de la parcel·la 1900 i els inferiors a 200 ppm de K en la 2100 o 2110, de forma semblant al que succeeix en les pastures montano-subalpines. La feixa de difícil accés corresponent a les pastures de baixa càrrega ramadera a obaga (1900) conté un valor mitjà de 262 ppm de K assimilable però amb fortes diferències degudes a l'existència de canals on el l'escolament superficial és més intens, formes que no apareixien en l'àrea similar 1800 situada a solana. Les submostres corresponents als sectors on la vegetació estabilitza el sòl, el K assoleix les 349 ppm de mitjanana, amb màxims de fins a

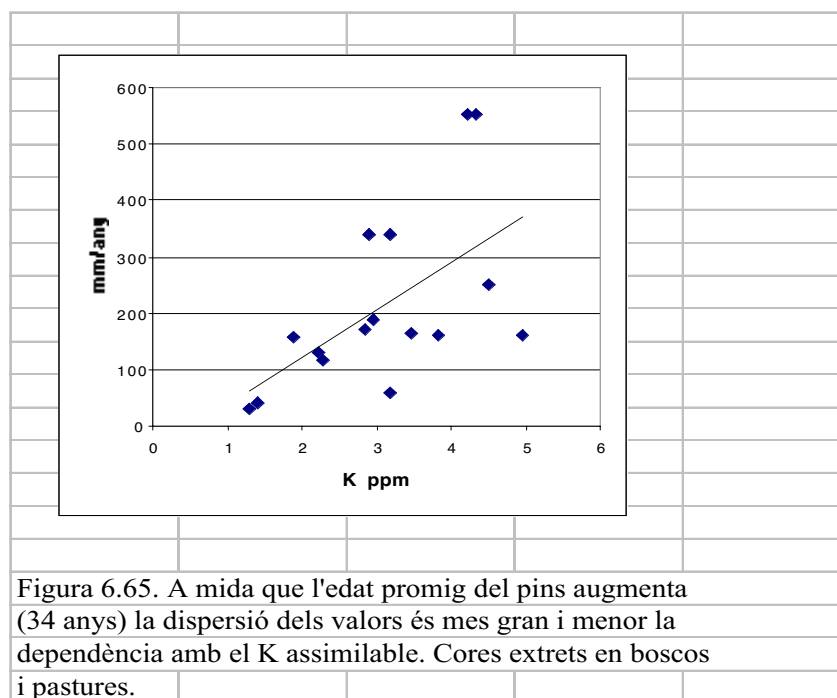
487 ppm; a molt poca distància però en una àrea erosionada amb un sòl molt pedregós, els valors cauen fins les 131 ppm. La característica fonamental del migrat sòl d'aquest replà és la importància de la fracció orgànica, d'origen quasi exclusivament vegetal en un prat que pot tancar el cicle vegetatiu amb poques pèrdues de biomassa per la pastura. L'estreta relació que s'estableix entre la matèria orgànica i el K assimilable es posa de manifest entre les pèrdues d'un i altre per erosió i quan es perd fins el 65% de matèria orgànica respecte a les submostres més riques, el potassi també ho fa en la mateixa proporció.

Per altra banda, les pastures amb un gran nombre de caps de bestiar al llarg de la temporada superen molt justament el llinar entre les concentracions baixes i correctes en condicions de CIC elevada. Els prats del pla d'Anyella (2100) prop d'un abeurador, presenten continguts d'entre 160 i 180 ppm de K en la densa comunitat pradenca d'*Alchemillo-Festucetum* i a mesura que ens apropem a la zona intensament trepitjada pel bestiar i nua de vegetació, els valors davallen fins a les 42 ppm. La parcel·la 2110 al coll de Collell presenta valors molt similars, amb 161 ppm en els sectors menys afectats per solifluxió generalitzada.

Tot i la reducció evident dels valors de potassi en les pastures supraforestals, en aquestes també es produeix una evolució positiva entre les pastures de baixa càrrega ramadera i les d'elevada càrrega a solana i una tendència negativa a obaga. Les diferències de concentracions no són tan acusades com en les pastures montano-subalpines, però el canvi de consideració en les taules d'interpretació del K i la CIC entre sòls deficitaris i nivell de suficiència, significa un canvi important per a la nutrició potàssica de les comunitats herbàcies. Tal com succeïa amb el fòsfor, les dificultats en la mineralització de la matèria orgànica degudes a les condicions climàtiques de l'alçada poden afectar les concentracions de molts macroelements de procedència orgànica; d'altra banda les necessitats de K per part de les plantes no seran tant acusades en uns sòls amb percentatges mitjanans anuals d'humitat entre el 16% i el 45%, tot i estar exposats a elevats valors de radiació solar. L'altre fet que cal destacar de l'anàlisi del K en aquest tipus de pastures és les importants pèrdues per erosió constatables en alguns dels prats que donen lloc als valors més baixos de potassi de tot el transecte: les causes naturals, com els canals de desguàs de la parcel·la 1900, les antròpiques tan esteses al pla d'Anyella o la combinació d'ambdues al coll de Collell, on la solifluxió i el pas dels ramats donen lloc a formes característiques, provoquen pèrdues de fins el 75% entre els valors més rics i més pobres en potassi. Pèrdues que ajuden a comprendre la facilitat amb la que es produeix el rentat de nutrients a l'alta muntanya i la lentitud i dificultats a reposar-los.

6.5.3 El potassi en els boscos.

La pèrdua de fertilitat a l'espai forestal per l'explotació dels recursos, és una constant que afecta tots els paràmetres analitzats i també el K assimilable. Sembla lògic pressuposar que la disminució dels horitzons orgànics determinarà els aportaments de la resta de nutrients que en depenen directament i només podran ésser substituïts per un substrat molt ric en compostos potàssics minerals. El paper d'aquest macroelement en el creixement de la vegetació arbòria és prou important, tal com ens mostra la figura 6.65., sobretot en els primers anys de desenvolupament dels plançons i exemplars joves de *Pinus sylvestris*; tanmateix, les necessitats de potassi poden ser menors a mesura que l'estructura radicular dels pins augmenta i disminueix el creixement en alçada (figura 6.65.).



Els continguts de K a la roureda (2210) són correctes en aquelles submostres situades a les clarianes, amb valors propers a les 150 ppm i alts en les localitzades sota els arbres, on els aportaments d'humus al sòl fan possible concentracions de 250-300 ppm. El valor mitjà de potassi a la parcel·la és de 283 ppm, conjuntament amb una CIC de 13,4 meq/100g, donen lloc a una diagnosi alta de la fertilitat potàssica, en canvi la roureda intensament explotada (2410) presenta uns continguts molt més baixos (111 ppm) però que si es ponderen amb els 6,6 meq/100g de la CIC, el conjunt de les submostres es troben entre valors alts i excessius. La variació que aparentment mostra la gràfica 6.66. no és tal si es té

en compte la CIC i tant en la roureda més intervinguda com en els sectors més estables de la poc intervinguda, les concentracions de potassi al sòl són més que suficients en unes condicions d'humitat edàfica per sota del 10% i una radiació solar potencial propera als 1.100 kj.10/m².micròmetre, que provocaran un elevada regulació estomàtica de les espècies vegetals amb gran demanda d'aportaments de K en els moments de major evapotranspiració.

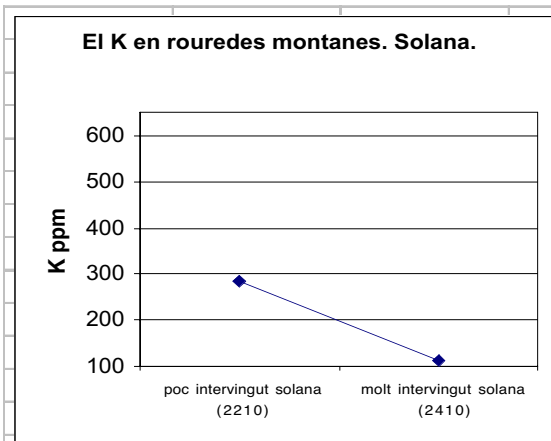


Figura 6.66.

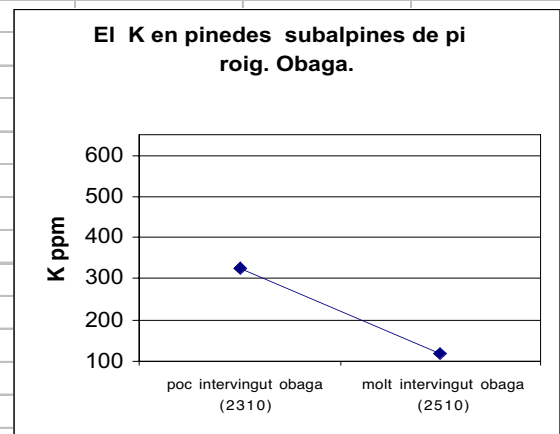


Figura 6.67.

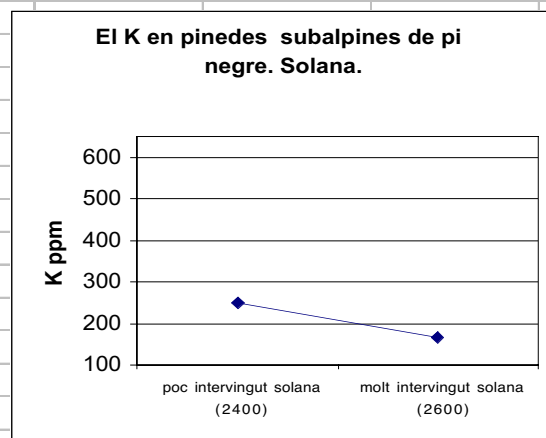


Figura 6.68.

La variació decreixent de les gràfiques 6.67. i 6.68. a les pinedes sí que reflecteix una pèrdua real de fertilitat potàssica, tot i que en cap cas la concentració en el sòl d'aquest catió suposa un limitant per a la nutrició vegetal. Les pinedes subalpines situades en el vessant nord de la serra del Cadí reflecteixen el nivell d'explotació forestal també a partir de les concentracions de K, mentre que els boscos menys intervinguts (2310) presenten continguts de 325 ppm amb matisos en funció del grau de mineralització de la matèria orgànica. Les relacions C/N molt elevades de la submostra recollida en punts amb gran acumulació de virosta, no contenen tant K (254 ppm) com aquelles recollides a alguns

centímetres més de profunditat, amb un percentatge similar de matèria orgànica però amb una relació C/N més propera a la de l'humus *moder* (415 ppm de K) (LÓPEZ & LÓPEZ, 1990). L'establiment d'un sostre en les aportacions de K assimilable a partir del K orgànic d'origen vegetal queda definit en aquesta àrea homogènia representativa dels espais forestals més madurs; concentracions similars només es superen en parcel·les amb percentatges molt alts de matèria orgànica provinent tant dels ramats com de la vegetació natural a les pastures a obaga (1500, 598 ppm) i més clarament en la pleta (fins a 887 ppm) o en els camps de conreu (fins a 909 ppm) amb aportaments orgànics d'origen exclusivament animal²⁴.

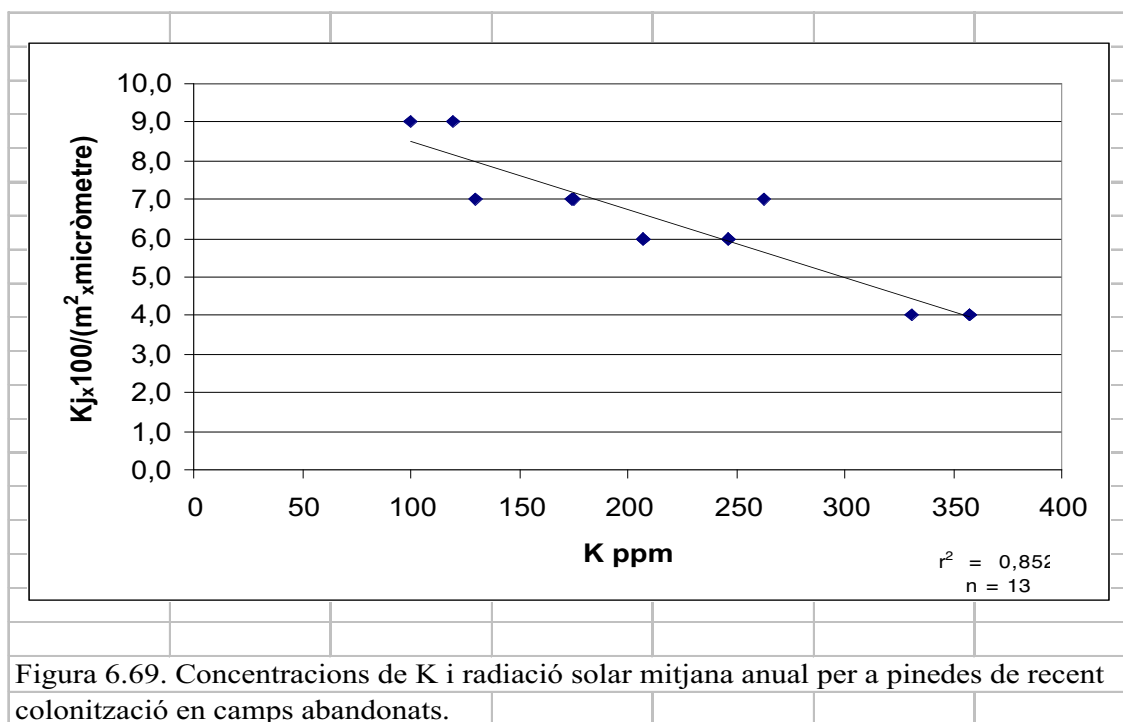
A pocs metres d'aquest rodal de *Pinus sylvestris* amb alguns *Pinus uncinata* preservat de les tales periòdiques, el K a l'àrea 2510 amb una explotació més intensa dels recursos forestals disminueix fins les 118 ppm. En aquest cas els valors de les dues submostres confeccionades amb idèntics criteris que la parcel·la anterior són molt semblants (106 i 132 ppm) degut a la regularitat de l'àrea on s'han efectuat les extraccions i al major grau d'homogeneïtat dels horitzons orgànics en aquest entorn forestal. La CIC és 49 meq/100g menor que la mostra anterior però la diagnosi de fertilitat no varia dins l'interval de normalitat.

El darrer espai forestal es correspon a les comunitats de pi negre (*Pinus uncinata*) situades prop dels 2.000 m del que en resulten unes dades molt similars a les pinedes situades en cotes inferiors. En aquest cas els resultats de l'àrea 2400 pràcticament coincideixen amb la submostra de més baixa relació C/N de l'àrea 2310 i les concentracions de K assimilable entorn a 250 ppm a partir del 30-40% de matèria orgànica impliquen unes taxes de mineralització del K orgànic semblants. Fora dels espais forestals amb individus més antics, l'àrea silvopastoral 2600 es situa damunt d'un sòl on les concentracions de potassi també són similars a la 2510. Tot i estar en exposicions contrastades, aquestes pinedes no mostren una resposta diferenciada al grau d'insolació amb la xericitat que podria implicar en altres estatges o exposicions, degut que per damunt dels 1.700 m queda totalment mitigada per la gran quantitat d'humitat al sòl (entre 15% i 50% del pes de la mostra, de mitjanana anual).

El K en els sòls forestals mostrejats garanteix en escriu les necessitats d'aquest macroelement per les comunitats arboreo-arbustives i és palesa la diferència que hi ha entre els boscos molt explotats i els que s'han preservat millor en les darreres centúries. Un altre element diferenciador respecte a la resta de determinacions, és l'augment de concentracions en la roureda xeròfila que, tot i presentar els valors més baixos de matèria orgànica forestal, en canvi assoleix els màxims diagnòstics del catió monovalent intercanviable, degut en gran part a la sequedat del biòtop i a la litologia calcoesquistosa.

²⁴ La CIC de totes aquestes àrees és superior a 20 meq/100g a excepció del conreu, que es troba entre els 10 i 20 meq/100g.

Tal i com analitzarem en capítols posteriors, l'abundància de K en els sòls en procés d'aforestació pot ser un element decisiu en la qualitat dels nous boscos i la velocitat de colonització a solana, en canvi la productivitat per a fusta d'aquest forests necessàriament implicarà a la resta de nutrients. L'exposició de les pinedes joves en camps abandonats és un factor determinant en la disponibilitat de potassi (figura 6.69.). Aquelles situades a solana hauran de fer una despesa més elevada de K i per tant n'extrauran més del sòl que les situades a obaga (caldría verificar aquesta afirmació amb anàlisis d'extraccions en vegetals, aspecte totalment fora de l'abast d'aquest estudi).



6.6 LES PROPIETATS QUÍMIQUES: EL MAGNESI

El magnesi és un dels elements intercanviables essencials en la nutrició vegetal, ja que forma part dels constituents de la clorofil·la, protochlorofil·la, pectina i fitina (LÓPEZ & LÓPEZ, 1990); des del punt de vista estrictament edàfic és un agent estructurant junt al Ca^{++} i les concentracions adequades al sòl han de garantir les necessitats en Mg dels ramats en les pastures (SAÑA *et al.*, 1996). Tot i la importància del Mg, l'anàlisi dels resultats pretén complementar l'apartat anterior del K i determinar l'existència de paral·lelismes amb la resta de cations intercanviables i amb aquesta finalitat es reduirà l'exhaustivitat en el comentari dels resultats, tot centrant-se en les variacions que afecten els diversos usos a partir de les gràfiques d'evolució o d'intensitat d'ús.

El Mg⁺⁺ es dona en condicions similars al Ca⁺⁺ però és més abundant en terrenys dolomítics amb MgCO₃; tot i així, el fet que la solubilització del carbonat de Mg sigui més lenta que el de Ca i la major inestabilitat en el complex de canvi, afavoreix la preeminència del calci en els sòls (COBERTERA, 1983). Els resultats de la taula 6.7. confirmen les relacions normals entre aquests cations tot i que en molts casos la proporció desitjable no s'acompleixi.

6.6.1 El magnesi en camps actius i abandonats.

Les concentracions de Mg tant en conreus com en camps abandonats no són inferiors en cap cas a les 40 ppm (taula 6.9.), llinard que separa les concentracions baixes de les correctes en les normes de diagnòstic que fan intervenir la CIC (COTTENIE, 1984). La majoria de resultats es situen en la banda alta o excessiva, essent prou significativa la correlació negativa entre la radiació solar potencial i el Mg ($R^2 = 0,52$). A diferència d'altres macroelements com el fòsfor o el potassi, el contingut de Mg al sòl no depèn tant dels aportaments orgànics com d'altres factors que es podrien associar a la humitat del sòl però sobretot a l'existència de materials dolomítics. Tot i que aquest catió no es correlacioni gaire bé amb la productivitat de les pastures, alguns dels camps amb les quantitats més elevades de matèria seca per unitat de superfície es troben en exposicions obagues o en fons de vall (700 i 800), bo i coincidint amb els valors més alts de Mg, que sens dubte afavoriran la nutrició dels ramats que els pasturen.

		Mg ppm			Mg ppm
Camps abandonats abans de 1957	estables solana (100)	113	Pastures montano-subalpines	baixa densitat solana (1400)	168
	estables obaga (200)	438		baixa densitat solana (1410)	98
	estables solana (210)	100		b.d.solana, devesa (1420)	82
	fons de vall (300)	252		baixa densitat obaga (1500)	214
	inestables solana (400)	77		baixa densitat obaga (1510)	49
	inestables obaga (500)	54		el. dens solana, pleta (1600)	312
Camps actius el 1957	estables a solana (600)	105	Pastures supraforestals	elev densitat obaga (1710)	93
	estables a solana (610)	91		baixa densitat solana (1800)	98
	estables a solana (620)	243		baixa densitat obaga (1900)	158
	estables a obaga (700)	253		elev densitat solana (2000)	108
	estables a obaga (710)	120		el.den.obaga devesa (2110)	304
	fons de vall (800)	215	elev densitat obaga (2100)	55	
	inestables a solana (900)	87	Rouredes montanes	poc intervingut solana (2210)	148
	inestables a solana (910)	128		molt intervingut solana (2410)	90
	inestables a obaga (1000)	68	Pinedes montano-subalpines	poc intervingut obaga (2310)	385
Camps actius el 1997	solana (1100)	209		molt intervingut obaga (2510)	103
	solana (1200)	116	Pinedes subalpines	poc intervingut solana (2400)	304
				molt intervingut solana (2600)	113

Taula 6.9. Valors mitjans de magnesi per a totes les tipologies.

Les proporcions més desitjables entre els cations intercanviables es donen en aquells camps amb continguts en carbonats inferiors al 25%, situats majoritàriament en el sector nord del transecte, en els camps a obaga (200 i 700) damunt de calcàries estratificades i dolomies del Lias, en camps damunt d'al·luvions o en el camp actiu 1100.

La variabilitat del Mg en funció de paràmetres com la posició del camp, el recobriment arbori o l'erosió, és similar a la resta de determinacions. En la majoria de feixes els valors de Mg augmenten en les zones mitjanes i baixes, els aportaments orgànics derivats de l'aforestació alliberen el Mg d'origen vegetal i afavoreixen l'increment de la fracció assimilable; en darrer terme, aquells camps afectats per processos erosius redueixen les concentracions de Mg fins a un 20% respecte a la mitjanana de la parcel·la o fins a un 50% en els camps actius. Un tret diferencial d'aquest catió respecte a d'altres paràmetres edàfics i que posa de manifest la dependència als materials del substrat, són les notables però no excessivament elevades concentracions en els camps actius, superades per un bon nombre de camps abandonats, sobretot els situats damunt litologies dolomítiques (200 i 700) o amb al·luvions d'idèntic origen (300).

En l'anàlisi de l'evolució del Mg entre les diverses etapes d'activitat i abandonament en condicions d'orientació i estabilitat contrastades, caldrà tenir en compte les característiques del substrat, ja que la presència $MgCO_3$ desequilibrarà les variacions degudes als aportaments orgànics. A partir de les figures 6.71. i 6.74. es confirma aquesta hipòtesi en els increments de Mg dels camps estables a obaga i els de fons de vall situats damunt d'aquest tipus de litologies, en canvi les reduccions entre els camps actius i les diverses fases d'abandonament es produeixen en sòls bàsics rics en carbonat de calci (figures 6.70., 6.72. i 6.73.). La ponderació d'aquests valors amb la CIC deixa palès l'increment d'aquest macroelement en els camps amb carbonats de magnesi (200, 700 i 300), on sempre s'assoleixen valors excessius; en canvi, en els camps estables a solana ens podem trobar amb lleugers decrements en passar de valors alts (1100) a correctes (600 i 100) o d'alts (1200) a excessiu en sòls descarbonatats com els del sector de Cava. El darrer cas posa de manifest que l'absència de carbonats afavoreix la proporció adequada de cations en els camps 610 (5,68% K^+ , 9,27% Mg^{++} , 85,1% Ca^{++}) i 210 (2,63% K^+ , 8,49% Mg^{++} , 88,9% Ca^{++}) comparable només amb camps amb un contingut inferior al 20% de $CaCO_3$ o en els actius (taula 6.7.).

Entre els camps rics en calci, les pèrdues més acusades de Mg es produeixen en les parcel·les subjectes a erosió, tot accelerant el rentat d'aquest element fertilitzant fins assolir valors globals correctes però que en determinades submostres es situen en l'interval dels baixos per sota els 0,33 meq/100g (CIC 10-20 meq/100g). A la llum d'aquests resultats podem concloure que el Mg manté concentracions idònies pel desenvolupament vegetal en la majoria de les submostres de camps actius i abandonats, les concentracions en excés

depenen en major mesura de la naturalesa del substrat i en segon terme dels aportaments orgànics (fems en els camps actius o augment de matèria orgànica sota els arbres) i les pèrdues estan associades a l'increment del rentat molt evident en terrenys on l'escolament superficial ha donat lloc a morfologies erosives.

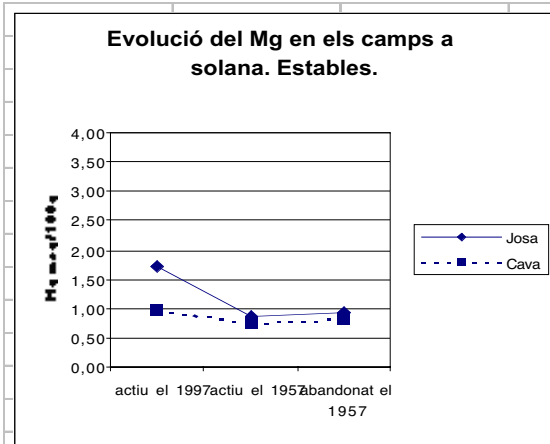


Figura 6.70.

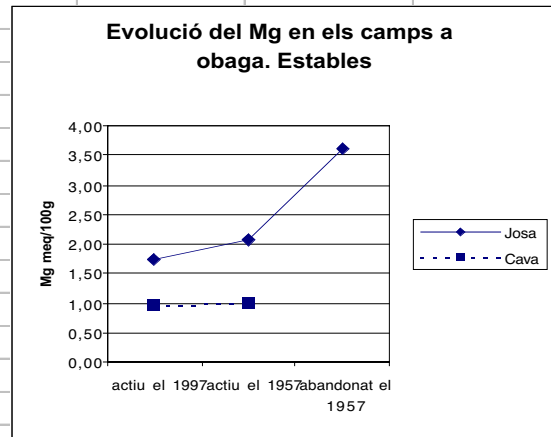


Figura 6.71.

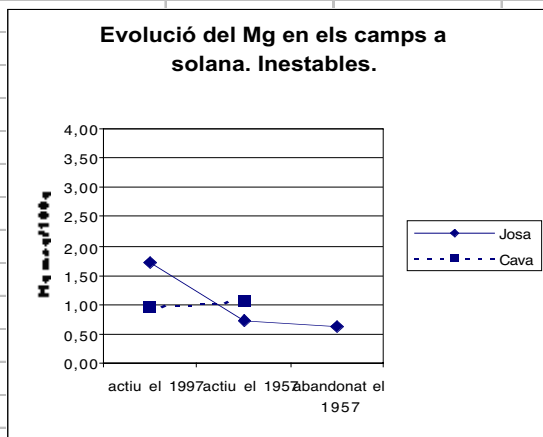


Figura 6.72.

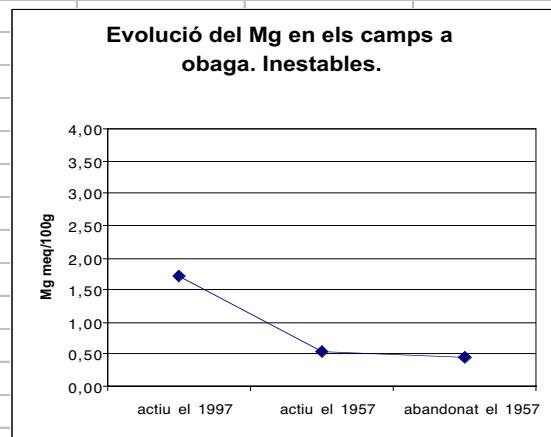


Figura 6.73.

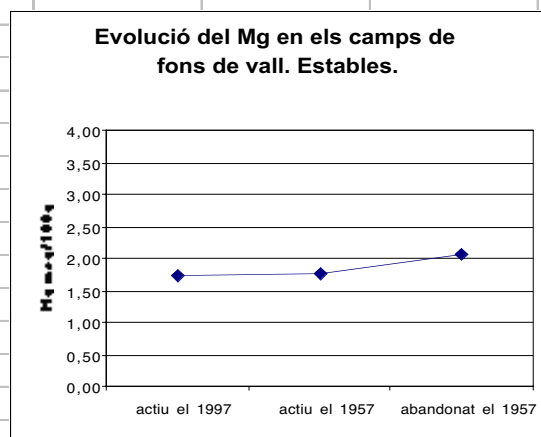
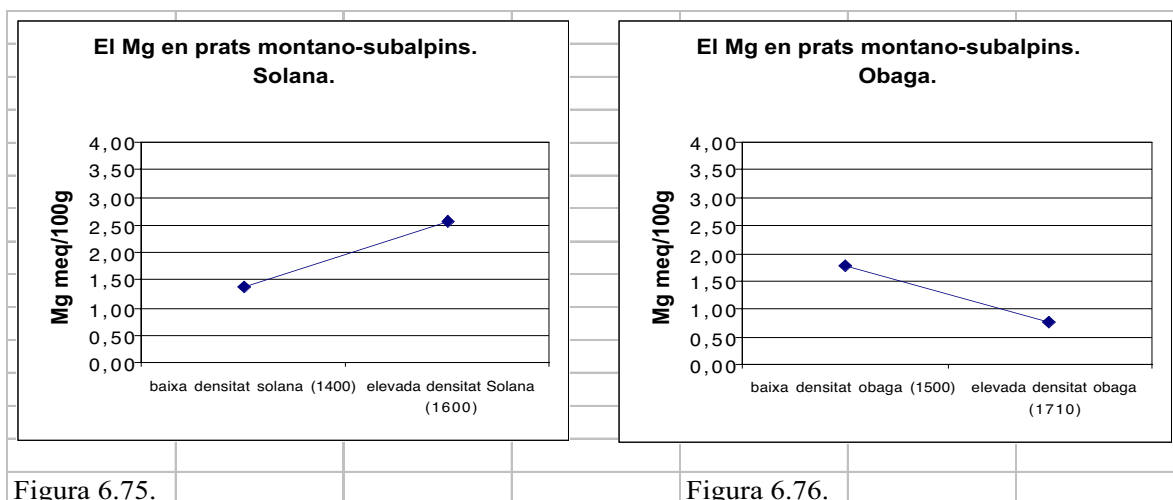


Figura 6.74.

6.6.2 El magnesi en prats i pastures.

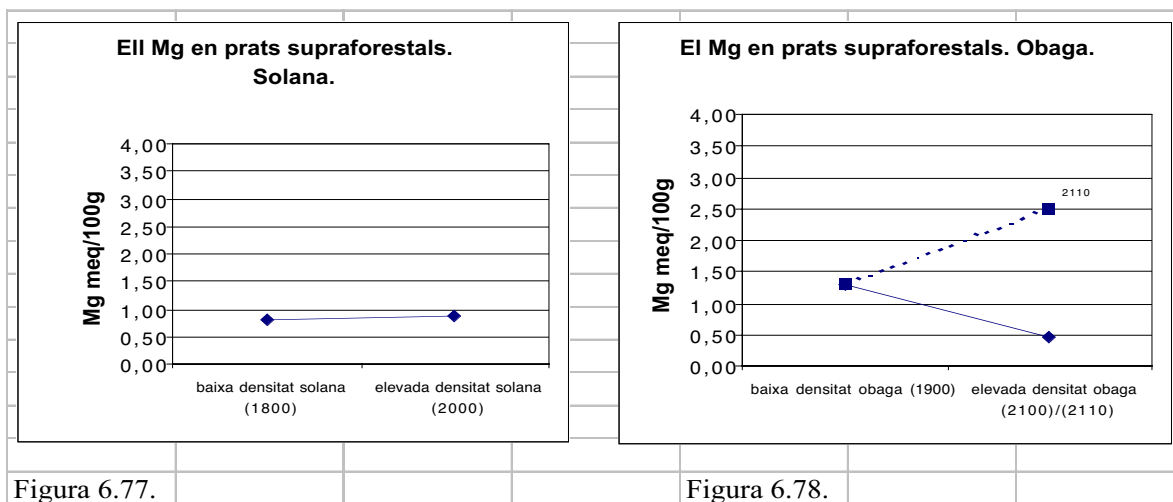
El valor agronòmic del Mg es fonamenta a dotar una bona proporció de cations al complex de canvi i, junt al Ca actua d'agent estructurant, l'acció floculant del Mg és similar a la del Ca, però aquest darrer és més abundant en la majoria de sòls agrícoles i naturals. Tanmateix el magnesi és absolutament imprescindible en la nutrició animal i no tant en la vegetal, com pot ser el cas del K: normalment, el 10% d'aquest catió en la CIC assegura les necessitats de la majoria de ramats (GARCIA VIÑAO *et al.*, 1986; SAÑA *et al.*, 1996) que aprofiten els conreus farratgers o els prats i pastures naturals.

La majoria de prats de l'àrea d'estudi no aconsegueixen aquesta exigència i es situen entre el 2% i el 7% de la CIC, encara que cal prendre amb prudència aquests resultats degut a la determinació indirecta d'aquest paràmetre. En canvi, si diagnosticuem el Mg al sòl en funció de la CIC, totes les àrees de pastura es situen per damunt de les concentracions normals i moltes en valors alts o excessius; és evident que aquesta interpretació és útil des del punt de vista agronòmic però no des del ramader, en el que calen concentracions quasi excessives per assolir la proporció del 10% en el complex de canvi. Aquest fet no es constata només analitzant els resultats dels usos ramaders, sinó que només els camps abandonats localitzats damunt terrenys dolomítics assoleixen concentracions de Mg òptimes pels ramats.



En les pastures montano-subalpines i en les supraforestals el Mg segueix una dinàmica similar al K: en les primeres augmenten les concentracions en les àrees d'elevada pressió ramadera a solana i es produeix un efecte contrari a obaga (figures 6.75. i 6.76.), sempre amb valors de CIC superiors als 29 meq/100g. En els prats d'alçada (figures 6.77. i 6.78.) també es repeteixen les tendències i si a solana els valors de Mg es mantenen

estables, a obaga decreixen amb l'augment de la càrrega ramadera, tot i que a la figura 6.78. es pot veure com les pastures del coll de Collell (2110) són el segon valor més alt de Mg (304 ppm) de totes les pastures, només superades per la pleta (1600, 311 ppm). En el segon cas les concentracions de magnesi provenen de la potent capa de fems, mentre que a les pastures supraforestals (2110) afloren unitats dolomítiques del Juràssic que, igual que succeïa en alguns camps, son la font més important de Mg.



La reduïda presència de Mg es pot interpretar com un element de manca de qualitat dels prats i especialment els alpins, tot i que la ramaderia ha ocupat un paper cabdal en l'economia tradicional d'aquest territori. De fet, les comunitats herbàcies dels conjunts orogràfics del Cadí, Moixeró, Tossa d'Alp i Montgrony es caracteritzen per la pobresa en la varietat d'espècies i el baix valor nutritiu de moltes d'elles, com les calcícoles *Festuca scoparia* i *Festuca supina* o el *Nardus stricta* de caire acidòfil (GÓMEZ, 1988), si a aquest fet unim les deficiències en magnesi, entendrem perquè només aquells prats alts amb una producció vegetal més elevada com els del Pla d'Anyella, els del Moixeró, o sectors més reduïts de característiques mesòfiles, han rebut tradicionalment gran quantitat de caps de bestiar amb la rotació típica de boví i oví, mentre que la resta de l'espai ramader s'ha destinat exclusivament als ramats d'ovelles.

6.6.3 El magnesi en els boscos.

Les concentracions de Mg i la variació respecte a la intensitat de l'explotació forestal, obtenen valoracions de fertilitat i diferències relatives similars a la majoria de determinacions i en concret a la del K i el P. Les gràfiques corresponents (figures 6.79. a 6.81.) ens indiquen una variació negativa entre les àrees poc explotades i les talades periòdicament, amb disminucions importants d'aquest catió que en cap cas impliquen valors inferiors als correctes, ans el contrari: normalment es troben situats en la banda alta del

diagnòstic ponderat amb la CIC. Un tret característic d'aquests sòls forestals és l'heterogeneïtat de la capacitat d'intercanvi catiònic respecte a la present en camps o pastures: els valors oscil·len entre els 6 meq/100g i els 65 meq/100g mentre que la majoria d'àrees de l'àmbit agrícola es troben entre 10 meq/100g i 20 meq/100 i en el ramader entorn a 30 meq/100g, tanmateix els valors més elevats en els boscos i en les pastures coincideixen amb percentatges de matèria orgànica superiors al 25% i quasi exclusivament d'origen vegetal tant en zones de baixa pressió ramadera com en els desenvolupats horitzons orgànics dels conjunts forestals més antics.

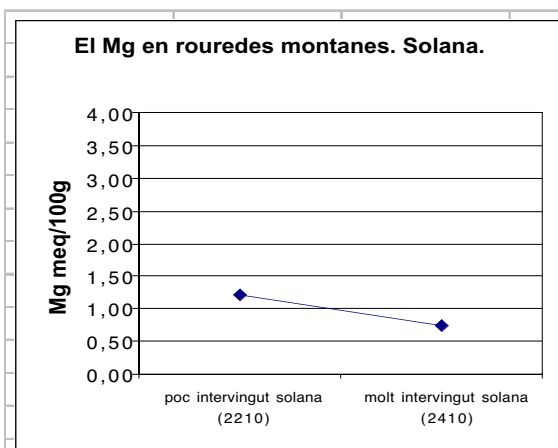


Figura 6.79.

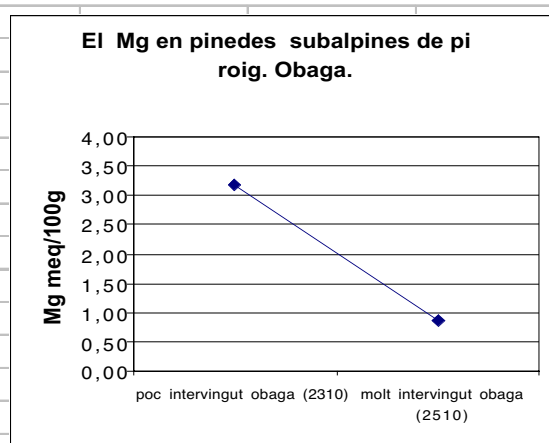


Figura 6.80.

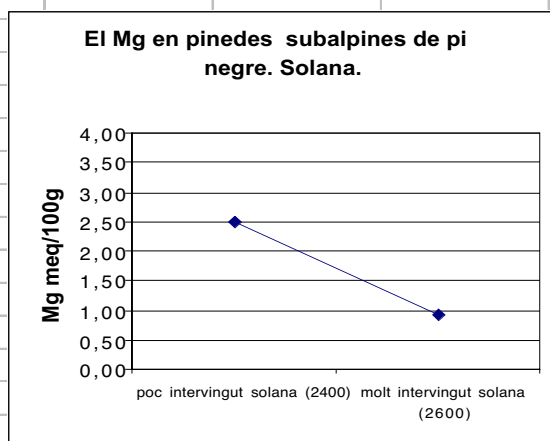


Figura 6.81.

La gràfica 6.79. correspon a la roureda amb boix neutroacidòfila i és l'únic cas on es modifica la lectura dels valors absoluts a partir de la ponderació amb la CIC. Com també succeïa amb el K, els roures mes antics (2210) es sustenten en un sòl amb continguts alts de Mg, en contrast amb l'excés d'aquest element en la roureda degradada, i en ambdós casos s'estableixen les proporcions més idònies entre els cations del complex de canvi de l'àmbit forestal (taula 6.7.), tot i que el percentatge de carbonats és pràcticament nul com a la resta

d'àrees. La interpretació d'aquest fet es podria relacionar amb els elevats continguts de K o amb hipotètiques aportacions de carbonats magnèsics del substrat calcopelític.

Pel que respecta a les pinedes, les concentracions de Mg en els boscos poc intervinguts tripliquen els valors de les àrees 2510 i 2600 intensament explotades o deforestades. La gran diferència de contingut no es tal a efectes agronòmics, ja que en cap cas ens trobem per sota dels valors alts; en canvi, si comparem aquests terrenys forestals descarbonatats amb camps abandonats de característiques similars, comprovarem que en els primers no s'assoleixen relacions òptimes en el complex de canvi i en els camps sí, fet que podria estar relacionat amb les característiques dels aportaments orgànics que han rebut aquests sòls al llarg del temps o a diferències entre els valors de CIC. La lectura agronòmica dels valors de magnesi en l'àmbit forestal no té gaire sentit, tenint present que la vegetació natural tolera nivells de fertilitat inferiors als cultius menys exigents i les espècies arbòries poden captar nutrients en tota la potència del sòl i aprofitar aquells elements que es poden trobar en els horitzons d'el·luviació, però és evident que la recuperació de molts nutrients es produeix a partir dels aportaments orgànics superficials i les variacions de concentracions en els primers 20 cm de sòl són un bon indicador, en el cas del Mg i d'altres, de les relacions entre el tipus i gestió de la biomassa forestal i el sòl.

6.7 ALTRES PROPIETATS QUÍMIQUES: EL PH I ELS CARBONATS TOTALS.

Fins ara hem analitzat aquells paràmetres referits a la fertilitat del sòl que informaven sobre quantitats objectives d'elements que necessiten els vegetals per poder desenvolupar-se correctament o la repercussió en la nutrició animal. Ara bé, la disponibilitat en forma assimilable d'aquest nutrients manté una estreta relació amb la concentració²⁵ d'ions H^+ d'una solució aquosa del sòl en estat d'equilibri anomenada pH i que s'acostuma a expressar en les típiques gràfiques que relacionen l'assimilabilitat (solubilitat) dels macro i microelements essencials amb el valor del pH. En aquest sentit també és clar el paper que juguen les bases dins el complex de canvi o complex adsorbent a l'hora d'imprimir un caràcter més bàsic i àcid al sòl i en conseqüència la importància dels carbonats en els pH neutres o bàsics.

La majoria de sòls del transecte són alcalins, amb un pH entre 7,7 i 8,1 fonamentalment en els usos agrícoles, on també hi ha algunes parcel·les neutres o àcides damunt substrats paleozoics al sector de Cava. En canvi els prats i pastures es troben en sòls neutres amb una concentració de valors propera a 7,2 en els de tipus supraforestal, mentre que són lleugerament àcids tots els forestals degut a la litologia però també a les especials

²⁵ En forma logarítmica.

característiques dels horitzons orgànics. Aquests resultats estan estretament relacionats amb el percentatge de carbonats, tal com es pot apreciar a la gràfica 6.82., ja que el Ca és una base molt abundant en la majoria de sòls sobretot si ens trobem en les litologies calcàries característiques de les serralades exteriors pirinenques com la del Cadí-Moixeró.

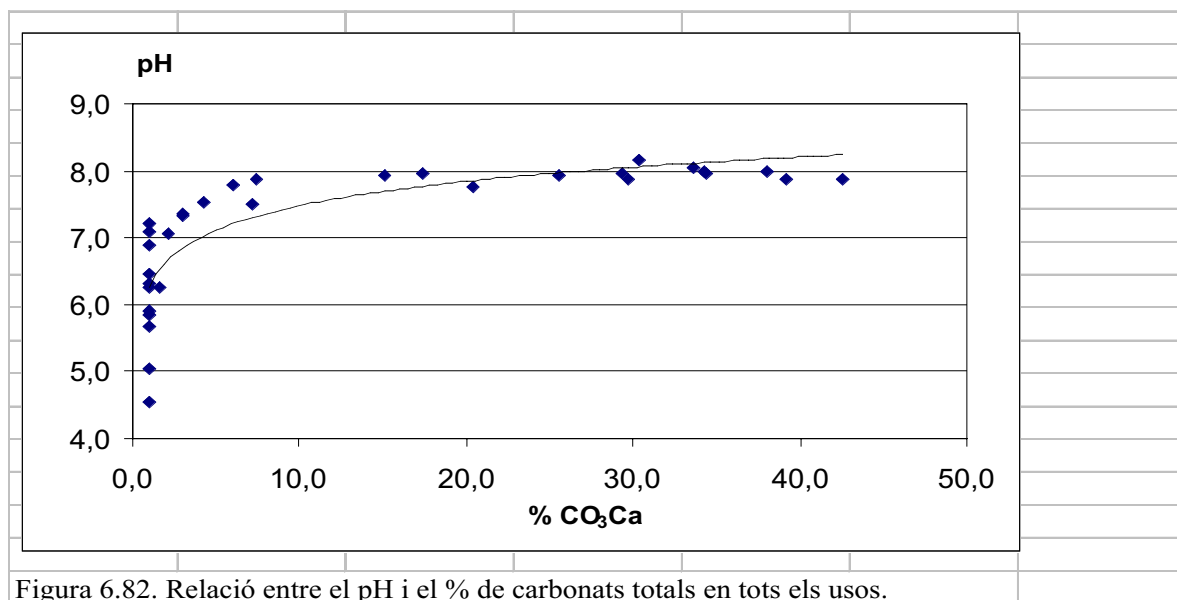


Figura 6.82. Relació entre el pH i el % de carbonats totals en tots els usos.

En general els sòls bàsics dels camps actius i abandonats poden presentar uns continguts més elevats en nitrogen, potassi i calci que els de naturalesa diferent, els neutres afavoriran l'òptima concentració de fòsfor i els àcids no tindran problemes amb alguns microelements metàl·lics. Tot i així, les diferències constatades en els resultats entre els diversos macroelements no responen fidelment a la capacitat de solubilització i tan sols es fan evidents les pèrdues de fertilitat en els valors de pH extrems. Els diversos tipus i varietats de cultius són susceptibles a aquests processos químics cabdals pel seu desenvolupament (CLERC *et al.* 1982, a SAÑA *et al.*, 1996) i per això la rotació tradicional de les parcel·les, ha tingut en compte aquest fet. Però la importància dels nivells de pH i carbonats en els camps abandonats i a la resta d'espais subjectes a la recolonització de la vegetació natural, rau en l'adaptació d'aquesta als continguts de calcària activa²⁶, que a la fi determinarà el caràcter basòfil, neutròfil o acidòfil de les diverses comunitats.

La calcària activa no forma part del conjunt de determinacions analitzades al laboratori i els resultats son el producte de l'aplicació d'una equació de regressió que sí relaciona els resultats de les analítiques entre els carbonats totals i la calcària activa en camps abandonats i d'altres usos a l'antic municipi de Tuixén, una àrea propera i similar a la del transecte (SORIANO, 1994). Les gràfiques de la figura 6.83. ens indiquen el divers

grau de correlació existent entre les mostres recollides en tots els camps abandonats o agrupades en funció del tipus de recobriment vegetal. En general les correlacions son acceptables però s'ha seleccionat l'equació II per l'elevat grau de significació i la similitud amb les tipologies de les parcel·les de camps abandonats en l'àrea d'estudi. Atesa la importància que té aquest element en el creixement de determinades espècies arbòries (BAZIN, 1992), cal incorporar-lo en l'anàlisi de la dispersió d'algunes espècies d'aciculifolis en camps abandonats i zones de pastura per entendre millor els ritmes i condicions de creixement. Les mancances de carbonats poden suposar greus problemes en la CIC de determinats sòls, així com deficiències estructurals; alguns autors consideren el 0,2% de CaCO_3 (%CCE²⁷) com la concentració mínima acceptable (MARIN-LAFLECHE, 1974 a SAÑA *et al.*, 1996). Tanmateix, un excés de carbonats pot donar lloc a concentracions també excessives de calci actiu per damunt del 9% de la CCE (YÁNEZ, 1989), amb els consegüents problemes nutritius en moltes de les espècies arbòries, especialment les conreades.

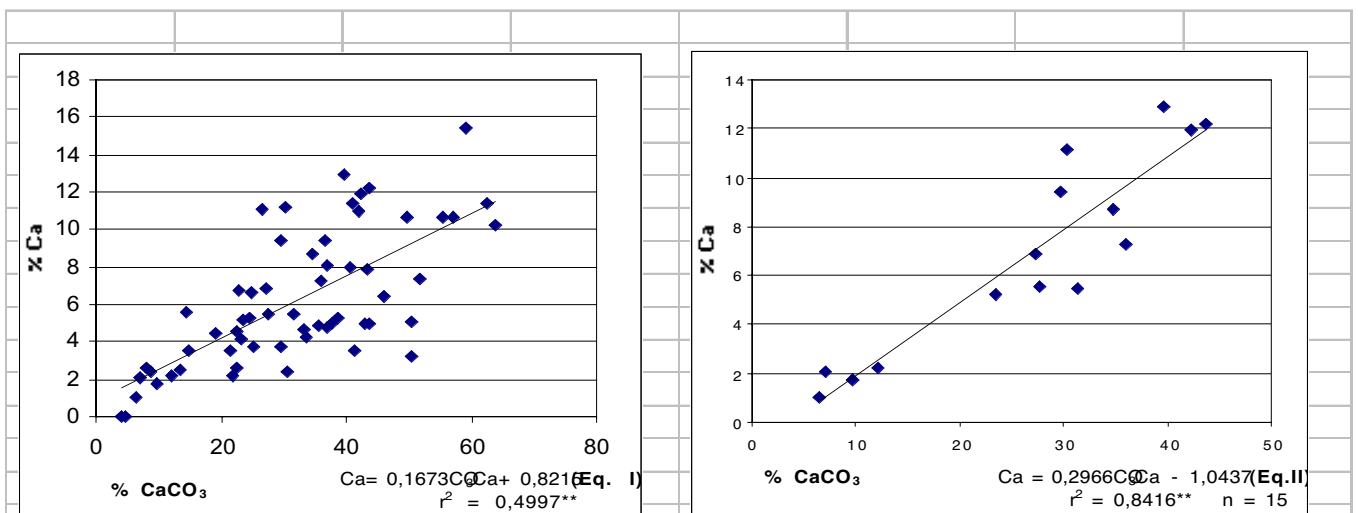


Figura 6.83. Relació entre els carbonats totals i la calcària activa per a una col·lecció de sòls de Tuixén (SORIANO, 1994), a partir de mostres extretes a idèntica profunditat que les del present estudi i similars característiques. L'equació I (esquerra) correspon a la correlació entre tots els tipus de camps abandonats, en canvi la II (dreta) només inclou els camps recoberts per herbassar.

L'elecció de les àrees homogènies ha tingut en compte el pH del sòl, degut a les grans diferències edàfiques que pot donar lloc aquest paràmetre, en aquest sentit el caràcter calcícola de la majoria de sòls del transecte afavoreixen la comparació entre parcel·les alcalines. El grau de basicitat disminueix amb el canvi de substrat però també amb

²⁶ La calcària activa es correspon a la fracció de carbonats susceptible de solubilitzar-se en aigua carbònica (PORTA *et al.* 1986). O segons els químics: "fracció de calç total que reacciona amb una solució d'oxalat amònic N/5, després d'una agitació de dues hores" (CESOCA, 1972).

²⁷ Carbonat de calci equivalent.

l'augment de les precipitacions en alçada, tal com es pot comprovar en la progressiva neutrificació de les pastures situades damunt litologies carbonatades i, a mesura que el grau de desenvolupament edàfic implica l'allunyament de les característiques del substrat, esdevenen sòls acidòfils forestals. Tant el pH com els carbonats totals són paràmetres constants per a cadascun dels tres grans grups d'usos, fet que facilita les comparacions que es podran establir entre les diferents àrees homogènies i que, degut a l'existència d'algunes parcel·les situades en dominis àcids, ajudarà a entendre millor la resposta a la fertilitat en uns i altres sòls.

6.7.1. El pH i els carbonats en camps actius i abandonats.

Els valors de pH pels camps del vessant sud de la serra del Cadí oscil·la entre 7,8 i 8,1 tot i que el 55% de les mostres mitjanes de cada parcel·la es situen en el 7,9. El pH és una determinació espacialment molt homogènia i així ho demostren els diversos coeficients de variació no superiors al 5% i normalment situats prop del 1%. Les possibles diferències que es podrien derivar de canvis en la unitat litològica per a cada àrea homogènia, no s'han detectat en el sector de Josa degut que la majoria de substrats són calcaris o margo-calcaris i la presència de dolomies en les parcel·les 200 i 700 o al·luvions de divers origen en la 300 i 800 no són motiu suficient per provocar variacions en la concentració d' H^+ en la solució aquosa del sòl.

L'alternança de sòls àcids, neutres o bàsics es produeix al sector nord del transecte degut a la gran varietat litològica producte de la seqüència incompleta des de l'Ordovicià a l'Eocè. A Cava s'han mostrejat camps abandonats en sòls àcids (210 i 620) però la majoria es troben en substrats basòfils similars als de Josa (610, 710, 910 i 1200) tot i que molt diferents quant al contingut de carbonats totals. Mentre a Josa la majoria de camps situats damunt margo-calcàries contenen entre el 30% i 40% de $CaCO_3$ i els situats en calcàries i dolomies del 10% al 20% de $CaCO_3$, a Cava els valors més semblants només es troben en el camp actiu (1200) situat damunt col·luvions calcaris de matriu argilosa i la resta difícilment superen el 3% de $CaCO_3$. El mateix que succeeix amb la resta d'àrees homogènies, en els camps actius i abandonats la presència de carbonats determina clarament el valor del pH tal com ho indica la gràfica de la figura 6.84. que, malgrat algunes excepcions²⁸, presenta una correlació acceptable.

Si la quasi nul·la variabilitat del pH no ens indica cap tipus de diferències entre la majoria de camps i entre les submostres de cada parcel·la i els carbonats totals experimenten lleugers canvis en funció del punt on ens trobem de la feixa i el grau d'erosió, però són

²⁸ Els camps 610 i 910 són molt alcalins en absència de carbonat de calci. L'explicació més raonable cal cercar-la en l'elevada porositat d'uns sòls molt sorrencs (56% i 48% de sorres respectivament) on hi precipiten fàcilment les bases aportades per les aigües d'escolament riques en carbonats provinents de les parts altes del vessant.

indiferents a l'acumulació de matèria orgànica d'origen forestal. En termes generals els carbonats augmenten entre un 3% i un 10% en les parts altes dels camps respecte als sectors baixos i aquestes diferències encara són més acusades quan els resultats provenen de submostres de zones erosionades. La pèrdua de sòl que implica un cas o l'altre, permet l'aparició de la capa d'alteració i un augment de la pedregositat provinents del substrat ric en carbonats de calci. Per tant, l'augment dels carbonats totals en aquest tipus de camps s'associa a la pèrdua de potència i fracció fina del sòl, mentre que en d'altres casos es limitarà a indicar la incorporació de carbonats al·loctons i la variabilitat s'expressarà de formes diverses²⁹. El camp actiu de Cava (1200) és el que presenta més diferències al respecte, tot assolint el 52,8% de CaCO₃ a les parts altes i erosionades, passa pel 30% a les zones mitjanes, i es queda en el 14,7% a les baixes.

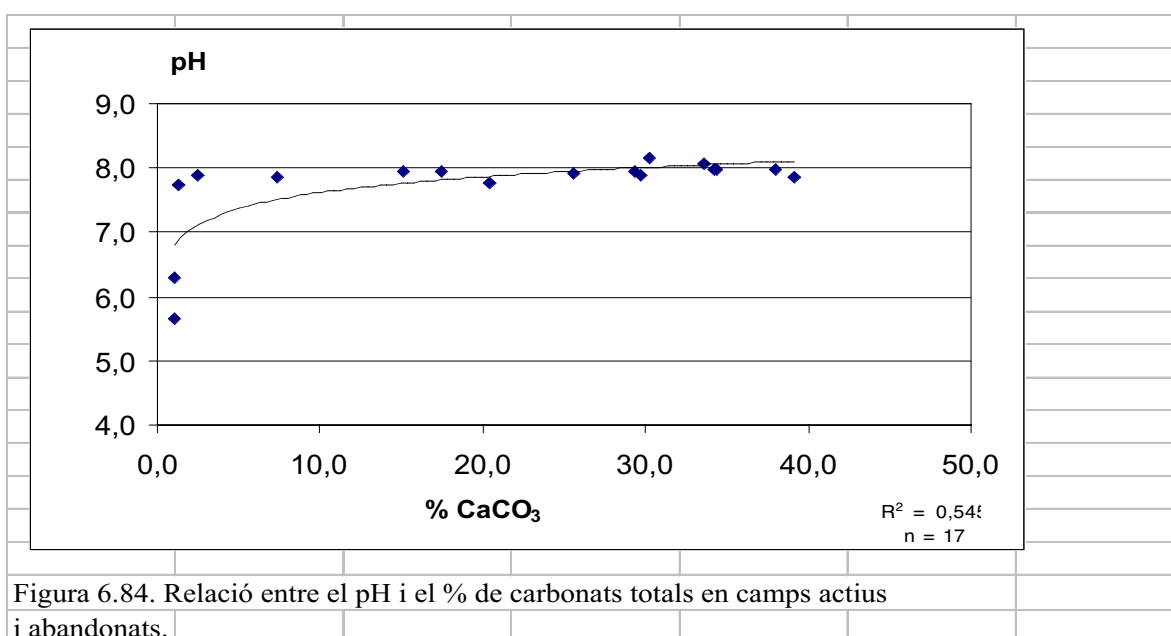


Figura 6.84. Relació entre el pH i el % de carbonats totals en camps actius i abandonats.

Però l'efecte més important de la concentració de carbonats totals en la vegetació és la fracció de calcària activa que se'n deriva. A la taula 6.10. podem observar que la majoria de valors referits a concentracions superiors al 8% de carbonats totals (PORTA *et al.* 1986) superen el 6% de calcària activa, considerat com a problemàtic per a plantes sensibles a aquest element (YÁNEZ, 1989); 7 àrees homogènies contenen més del 9% de calcària activa, fet que determina absolutament el caràcter calcícola de les espècies que les colonitzen i podria ser un problema per al creixement de determinats arbres cultivats.

²⁹ La devesa 1420, que en algun moment històric s'ha conreat, és un clar exemple d'una distribució diferent dels carbonats. El substrat d'aquesta parcel·la es caracteritza per una mescla entre toves volcàniques autòctones i col·luvions calcaris que donen lloc a una major acumulació de carbonats en la part baixa en detriment de les zones altes degut a l'efecte de la gravetat en els clasts de calcària.

		%CaCO ₃	% Ca			%CaCO ₃	% Ca
Camps abandonats	estables solana (100)	39,1	10,6	Pastures montano-	baixa densitat solana (1400)	3,0	1,0
abans de 1957	estables obaga (200)	15,1	3,4	subalpines	baixa densitat solana (1410)	0,0	1,0
	estables solana (210)	0,0	1,0		b.d.solana, devesa (1420)	42,6	11,6
	fons de vall (300)	7,4	1,2		baixa densitat obaga (1500)	7,2	1,1
	inestables solana (400)	38,0	10,2		baixa densitat obaga (1510)	0,0	1,0
	inestables obaga (500)	30,3	7,9		el. dens solana, pleta (1600)	39,7	10,7
					elev densitat obaga (1710)	0,0	1,0
Camps actius	estables a solana (600)	34,3	9,1				
el 1957	estables a solana (610)	1,2	1,0	Pastures	baixa densitat solana (1800)	6,1	0,8
	estables a solana (620)	1,0	1,0	supraforestals	baixa densitat obaga (1900)	3,0	1,0
	estables a obaga (700)	20,5	5,0		elev densitat solana (2000)	1,1	1,0
	estables a obaga (710)	17,4	4,1		el.den.obaga devesa (2110)	1,0	1,0
	fons de vall (800)	34,3	9,1		elev densitat obaga (2100)	2,1	1,0
	inestables a solana (900)	33,6	8,9				
	inestables a solana (910)	2,5	1,0	Rouredes montanes	poc intervingut solana (2210)	4,3	0,2
	inestables a obaga (1000)	29,3	7,7		molt intervingut solana (2410)	1,7	1,0
Camps actius	solana (1100)	25,6	6,5	Pinedes montano-	poc intervingut obaga (2310)	1,0	1,0
el 1997	solana (1200)	29,7	7,8	subalpines	molt intervingut obaga (2510)	1,0	1,0
				Pinedes subalpines	poc intervingut solana (2400)	1,0	1,0
					molt intervingut solana (2610)	1,0	1,0

Taula 6.10. Valors mitjans de carbonat càlcic total i els corresponents de calcària activa calculats a partir de l'equació II (figura 6.83.).

6.7.2. El pH i els carbonats en prats i pastures.

Gran part dels prats supraforestals i alpins del Parc Natural del Cadí-Moixeró s'estableixen en un continu litològic calcari només interromput per discontinuïtats silíciques en les pissarres de la Tossa d'Alp o les lutites del pla d'Anyella. La resta de prats i pastures dels estatges montà i subalpi contenen una varietat litològica major però amb un clar domini de materials carbonatats; tanmateix, en ambdós casos els sòls tendeixen a ser neutròfils, amb un pH quasi invariable que rarament supera el 7,5, tant si ens trobem en les pastures montano-subalpines de l'esquena del Cadí com damunt de calcàries massives com les del Devonianà al Moixeró o Castellar de n'Hug. En qualsevol cas, és evident que la il·lumiació dels carbonats en aquests sòls és molt important i difícilment queden retinguts en els horitzons superficials o en els minsos litosòls (ALBERA, 1988).

Entre les pastures montano-subalpines era d'esperar la nul·la presència de carbonats en els espais silícicoles de Cava, però sobta l'elevada descarbonatció dels sectors obacs i solells de Josa, on els sòls damunt calcàries amb prou feines assoleixen el 7% de CaCO₃

totals. Tot i que a 1.500 m d'alçada les precipitacions són abundants, la pèrdua de bases s'accentua en estatges superiors i si ens fixem en els valors parcials de les mostres 1400 i 1500 observarem com s'aprecia una variabilitat important en la concentració de carbonats directament relacionada al desenvolupament del sòl i a la quantitat de material calcari que contingui; en un i altre cas s'assoleixen valors entre el 2% i el 20% de carbonats en funció d'aquest fet. El pH és neutre en la majoria de les submostres, tot i que a obaga s'acosta a valors alcalins degut a les característiques particulars d'un sòl fonamentalment orgànic però amb abundants sorres (55%) d'origen calcari. Per contra altres espais ramaders de baixa densitat amb sòls més potents i on s'ha donat la combinació d'usos amb l'agricultura, els carbonats són molt més elevats (42,6%) i també ho és la calcària activa (10,7%), un fet similar succeeix en espais d'elevada pressió ramadera com la pleta (1600) on les abundants acumulacions de fems no impliquen una disminució de carbonats en superfície (39,7%) però en canvi sí que afecten al pH bo i reduint-lo fins a un 15% respecte a espais similars que actualment són camps actius o abandonats.

La descarbonatació augmenta en les pastures supraforestals i és evident en els prats alpins de la serra del Cadí, com es pot comprovar en els resultats de l'àrea 2000. En uns sòls molt prims i pedregosos damunt de substrats calcaris només apareixen traces de CaCO_3 tant en exposicions de solana com d'obaga (1900) i únicament són significatives en àrees amb substrats molt degradats. El mateix succeeix en altres àrees calcícoles amb intercalacions lutíiques, com en el coll de Collell (2110) o el pla d'Anyella (2100) sempre per damunt dels 1.900 m.

6.7.3. El pH i els carbonats en els boscos.

La naturalesa del pH en els sòls forestals mostrejats està determinada pel tipus de substrat litològic existent en aquelles àrees on simultàniament hi ha boscos madurs i intensament explotats; degut a la particularitat d'aquesta restricció, la majoria de parcel·les es troben en el vessant nord de la serra tant en l'àmbit montà com en el subalpí. Els boscos caducifolis d'aquesta àrea creixen damunt terrenys silicis al llarg d'una extensa franja que ocupa el sector més septentrional del parc, mentre que els aciculifolis estan representats per forests situats damunt de les lutites i conglomerats del Permotrias i Triàsic a obaga i per les calcàries eocenes a solana, en el límit de l'estatge subalpí.

L'absència de carbonats en aquest sòls forestals és absoluta degut al fet litològic, la descarbonatació o l'abundància d'horitzons orgànics, tanmateix s'estableixen diferències de pH en funció del nivell d'intervenció en aquests boscos normalment associades a la quantitat de matèria orgànica. En idèntiques condicions de substrat, les pinedes poc intervingudes donen lloc a sòls àcids com els de les àrees 2310 i 2400, que es van neutralitzant a mesura que s'incrementa l'explotació forestal (2510 i 2600). El cas de les

rouredes és diferent, degut en part al baix contingut de matèria orgànica en el bosc madur i també a l'existència carbonats i bases saturades en algunes submostres de l'àrea 2210 a causa de la presència de calcopelites.

6.8 LES PROPIETATS FÍSiques: GRANULOMETRIA I TEXTURA

La dimensió i la distribució de les partícules sòlides dels sòls, són dos dels factors importants en l'assimilabilitat dels nutrients per part de les plantes. Una adequada circulació de la solució aquosa, una bona aireació i la facilitat en la germinació i arrelament, estan directament relacionats amb aquests paràmetres edàfic.

S'han realitzat anàlisis granulomètriques per a cadascuna de les àrees homogènies a partir de mostres extretes per a la determinació de la fracció fina i de cates de 0,0156 m³ (25x25x25cm) per a la fracció grollera. Una vegada assecades les mostres a l'aire i passades pel sedàs de 2 mm, el percentatge en pes de sorres, llims i argiles s'ha calculat a partir del mètode de Bouyoucos abreviat (SHEPARD & MOORE, 1955; COBERTERA, 1993), en canvi el tamisat per a elements superiors a 2 mm s'ha efectuat en humit. Els resultats d'aquestes analítiques s'expressen a la taula 6.11. i a la figura 6.86. amb les classes texturals segons els criteris USDA (MAPA, 1986).

Els sòls d'aquest sector de la serralada del Cadí-Moixeró són prou representatius de la majoria d'àmbits del parc i en general es poden considerar dels tipus franc-argilos, franc a franc-argilo-sorrenc. Tanmateix, hi ha una concentració de valors entorn a la primera categoria per a les mostres del sector de Josa, mentre que la variabilitat és més gran quan es produeixen canvis importants en el substrat litològic. Si ens atenem als valors de la taula 6.12., veurem com el coeficient de variació és més elevat entre totes les mostres, per contra disminueix si només es consideren els camps i entre aquests els situats a Josa.

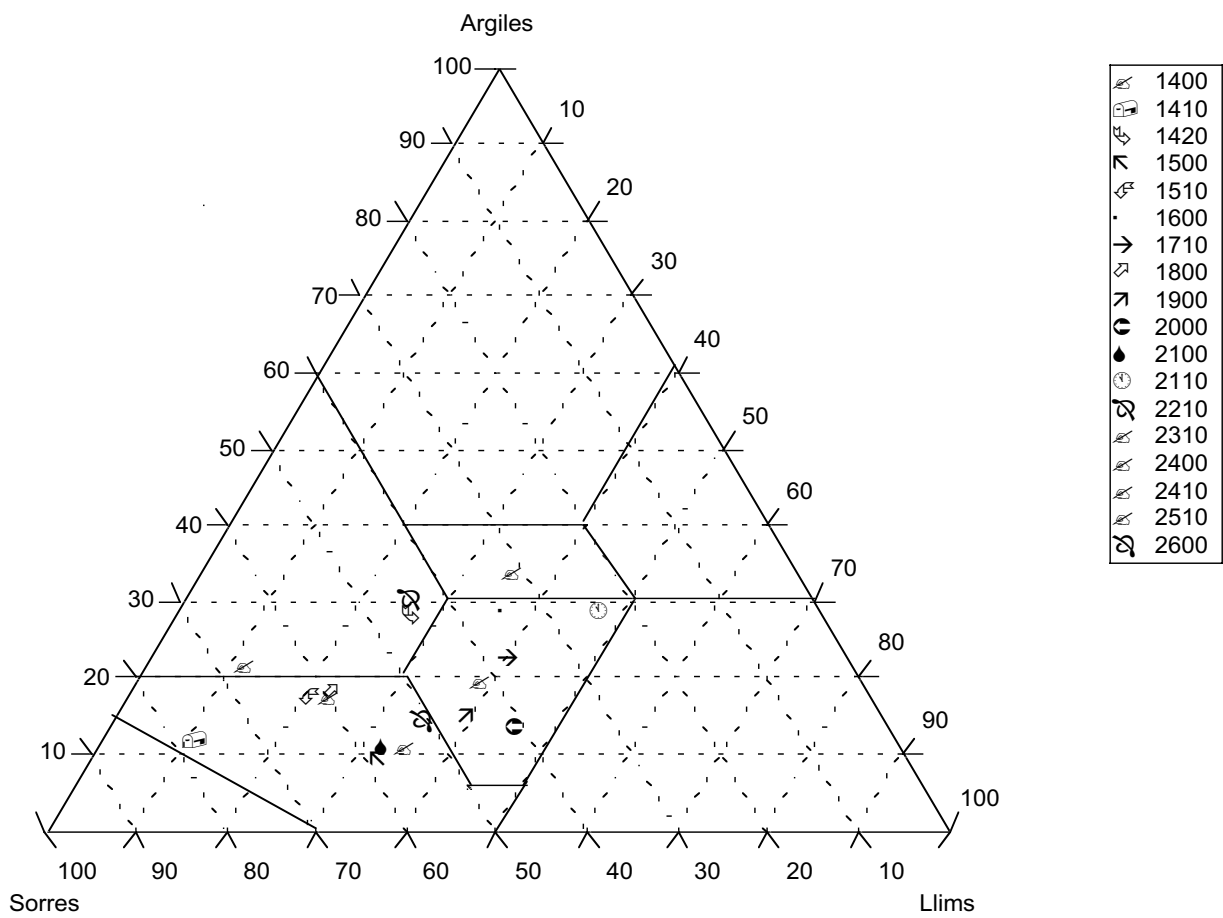
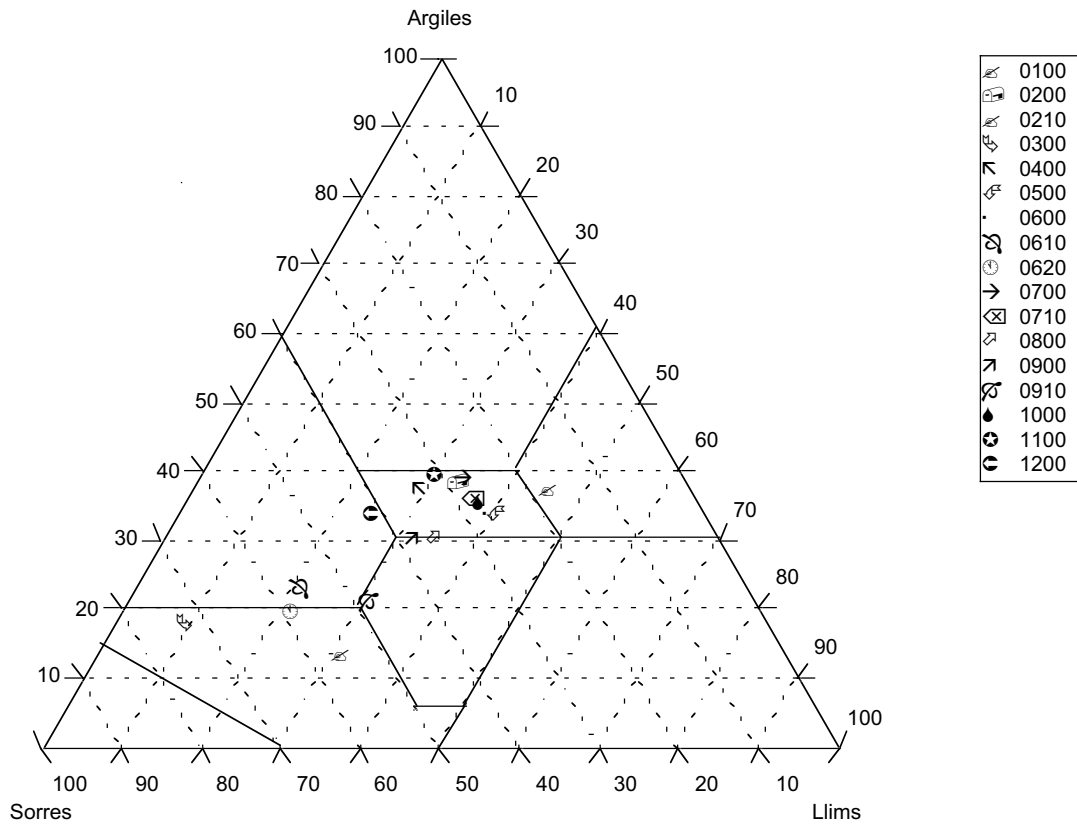


Figura 6.85. Classes texturals segons els criteris de classificació USDA, per a camps actius i abandonats (pàgina anterior) i prats, pastures i boscos.

Mostra	%Argiles <25 mm	%Llms 2-40 mm	%Sorres 40-2000 mm	% Elements fins <2000 mm	% Elements grollers >2000 mm
100	37,6	44,8	17,6	74,6	25,4
200	38,7	32,6	28,7	58,0	42,0
210	13,3	30,5	56,2	42,4	57,6
300	18,0	9,0	72,9	98,1	1,9
400	37,3	28,7	34,0	49,8	50,2
500	33,8	40,5	25,7	85,4	14,6
600	33,8	39,5	26,6	68,1	31,9
610	23,4	20,3	56,3	63,3	36,7
620	19,8	21,2	59,0	37,2	62,8
700	38,9	33,4	27,7	39,9	60,1
710	35,9	35,8	28,3	28,3	71,7
800	30,3	34,3	35,4	51,8	48,2
900	30,4	31,4	38,2	51,1	48,9
910	21,2	30,1	48,7	53,7	46,3
1000	35,4	37,5	27,1	54,1	45,9
1100	39,7	29,5	30,8	49,4	50,6
1200	33,9	24,3	41,8	62,4	37,6
1400	10,9	33,9	55,2	47,0	53,0
1410	11,7	10,2	78,1	37,1	62,9
1420	28,0	26,5	45,4	81,7	18,3
1500	9,3	32,1	58,5	67,6	32,4
1510	17,6	20,1	62,2	31,0	69,0
1600	28,9	36,7	34,4	75,7	24,3
1710	22,6	39,8	37,6	61,9	38,1
1800	18,0	22,8	59,3	55,0	45,0
1900	14,8	39,2	46,0	85,0	15,0
2000	13,6	45,1	41,3	28,1	71,9
2100	10,7	31,9	57,4	65,3	34,7
2110	28,6	47,0	24,4	46,7	53,3
2210	30,2	24,7	45,1	30,5	69,5
2310	33,8	34,5	31,6	19,7	80,3
2400	19,6	38,0	42,4	99,8	0,2
2410	21,4	11,0	67,6	71,4	28,6
2510	17,6	22,3	60,1	51,0	49,0
2600	14,7	33,9	51,5	94,3	5,7

Taula 6.11. Contingut de fins, sorres i material groller (graves i blocs) de les 35 àrees homònies del transecte nord-sud al la serra del Cadí.

Mostres	Estadistic	% argiles	% llims	% sorres	% EF	% EG
Totes	Mitjana	25,0	30,7	44,4	57,6	42,4
	Desv est	9,6	9,5	15,3	20,7	20,7
	Coef var	38,7	30,9	34,4	35,9	48,8
Camps	Mitjana	30,7	30,8	38,5	56,9	43,1
	Desv est	8,5	8,7	15,5	18,0	18,0
	Coef var	27,8	28,3	40,3	31,7	41,9
Camps a Josa	Mitjana	34,0	32,8	33,2	61,8	38,2
	Desv est	8,3	6,0	11,5	14,7	14,7
	Coef var	24,4	18,2	34,7	23,8	38,6
Pastures i Boscos	Mitjana	19,6	30,5	49,9	58,3	41,7
	Desv est	7,6	10,5	13,7	23,8	23,8
	Coef var	38,8	34,2	27,4	40,8	56,9
Taula 6.12.Desviacions estàndard i coeficients de variació pels conjunts de mostres agrupades segons criteris d'ús i afinitats edàfiques.						

Els elements grossos (>2mm) són un bon indicador de l'estat d'evolució dels sòls i l'elevat contingut és un fet recurrent a la majoria de sòls d'àrees de muntanya (RUIZ-FLAÑ O, 1993; RABADÀ, 1995). La mitjanana del percentatge d'aquests elements per a totes les mostres és del 42,4% del pes, el que suposa una reducció molt important de la fracció útil pels vegetals. Però aquest fet, que no sol tenir gaire transcendència en sòls naturals degut a l'adaptabilitat tant dels prats com boscos i matollars a aquests substrats, sí que suposa un impediment en sòls agrícoles, sobretot si a la fracció grollera hi abunden blocs superiors a 100 mm de diàmetre. En la majoria de camps actius i abandonats el percentge d'elements grossos és elevat (43,1%), tot i així poden haver diferències importants entre la mida de les rudites en funció del tipus de substrats: mentre a Josa hi són molt abundants però no acostumen a superar el 1000 mm de diàmetre, en alguns sectors de Cava els sòls damunt un important paquet de col·luvions contenen blocs de grans dimensions, fet que en deixen constància els munts de clasts apilats durant generacions en els marges dels camps i sovint freqüents en molts camps abandonats del Cadí-Moixeró.

Les diferències entre els sòls agrícoles i els silvo-pastorals també es posen de manifest en la desviació estàndard que, amb valors de 18 i 23,8 respectivament, donen lloc a coeficients de variació molt elevats, sobretot en els segons (41,9% i 56,9%). És evident que, tot i les possibles pèrdues d'elements fins degut als efectes del llaurat i l'escolament superficial en els camps, aquestes dades ens indiquen que l'espai cultivat s'ha centrat en els

millors sòls possibles d'aquesta àrea de muntanya, relegant els espais marginals i més pedregosos a usos silvícoles o ramaders³⁰.

Les sorres (2 a 0,04 mm) presenten un valor mitjà del 44,4% pel conjunt de les mostres però amb coeficients de variació majors en els camps (40,3%) que en la resta d'espais (34,4%). Cal remarcar que les sorres són la fracció predominant en la majoria d'àrees de bosc i prats, mentre que els camps abandonats i actius tendeixen a presentar relacions entre fraccions més equilibrades.

Els llims (0,04 a 0,025mm) constitueixen el 30,7% de la fracció fina de les mostres i són, després de les sorres, els elements més abundants, tot i que la desviació típica de 9,46 dona lloc a coeficients de variació del 30,9%. El contingut de llims en els sòls de totes les mostres presenta un comportament més homogeni que la resta de fraccions, disminuint el coeficient de variació a mesura que s'uniformitza el substrat. Aquest és el cas dels sòls en camps abandonats a Josa, amb una desviació estàndard de 6 i un dels coeficients de variació més baixos (18,2).

Les argiles (<0,025 mm) suposen el 25% de la fracció fina per a totes les àrees mostrejades però, en canvi, són la fracció predominant en els camps (30,7%). El coeficient de variació pel conjunt de les mostres és del 38,7% però davalla al 27,8% si només es tenen en compte els camps i és d'un 24,4% entre els camps de Josa. Per contra, el contingut d'argiles entre la resta d'usos és molt baix (19,6%) i molt variable (38,8%).

A diferència de les mostres utilitzades en les anàlisis de fertilitat química o per la determinació de la fracció grollera, en el cas de la fracció fina s'han extret mostres a fondàries superiors als 25 cm³¹ en aquells sòls prou potents on era possible distingir més d'un horitzó. Els resultats de la taula 6.13. mostren els percentatges de sorres, llims i argiles, i de la seva lectura es deriva un augment generalitzat del contingut d'argiles en relació a la fondària, tal com ho confirma la gràfica 6.99., referida a sòls de l'espai agrícola. Les mostres corresponents a l'horitzó C, o zones pròximes, contenen un 40% d'argiles de mitjanana³² i un coeficient de variació del 0,9%, mentre que els més superficials H1 i H2 contenen una mitjana de 29,7% i 34,5% (CV 28,2% i 24,1%) respectivament. D'altra banda la disminució de materials fins es compensa amb un increment en l'abundància de sorres fet que podria tenir certa relació amb la intensitat del rentat dels horitzonts superiors i les diferències creixents respecte a la matriu litològica (MORGAN, 1986; MEYER *et al.*, 1992), sobretot en sòls que han estat desprotegits de vegetació (agrícoles actius o abandonats) i situats en forts pendents (GONZÁLEZ HIDALGO, 1995).

³⁰ S'han d'excepcuar els sòls situats més enllà dels límits fitoclimàtics dels cultius (temperatures baixes a obagues i en alçada) o molt allunyats dels pobles o masos.

³¹ Les profunditats de cada horitzó es troben a la taula 6.14. de l'apartat referit a la potència del sòl.

Mostra	% Argiles			% Llims			% Sorres		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3
J101	37,6	40,5		44,8	43,6		17,6	15,8	
J201	38,7	38,5	39,8	32,6	32,5	44,0	28,7	29,0	16,2
Ji301	18,0	17,5	13,4	9,0	21,1	17,0	72,9	61,4	69,6
Js301	17,1	15,0		35,2	36,2		47,7	48,8	
J501	33,8	40,4		40,5	35,0		25,7	24,6	
J601	33,8	46,0		39,5	33,4		26,6	20,6	
J801	30,3	36,4		34,3	30,4		35,4	33,2	
J901	30,4	35,5		31,4	25,3		38,2	39,2	
J1001	35,4	38,4	40,4	37,5	32,3	41,5	27,1	29,3	18,1
J1101	39,7	41,8		29,5	36,6		30,8	21,5	
C201	13,3	23,3		30,5	22,2		56,2	54,5	
C601	23,4	25,4		20,3	12,1		56,3	62,5	
C901	21,2	21,5	19,4	30,1	30,0	15,9	48,7	48,5	64,7
C1201	33,9	42,4		24,3	22,5		41,8	35,1	
C1421	28,0	23,9		26,5	22,4		45,4	53,8	
C1701	22,6	29,3	39,7	39,8	37,4	31,0	37,6	33,3	29,3
C2201	14,7	20,7		30,2	42,5		24,7	18,5	

Taula 6.13. Contingut d'argiles, llims i sorres per aquelles mostres que presenten més d'un horitzó edàfic. Generalment H1 correspon a A, H2 és la transició d'A a C (B és rar) i H3 és C.

6.9 LES PROPIETATS FÍSQUES: POTÈNCIA I TERRA FINA

És evident que des del punt de vista agronòmic la millor de les fertilitats químiques i biològiques no tindrà cap sentit en sòls prims i pedregosos que dificultin el treball de la terra; altrament, si estem parlant d'aprofitaments forestals o ramaders és possible que aquests paràmetres edàfics es deixin en segon terme. Tot i així, és evident que tant si parlem de cultius com de vegetació natural, el desenvolupament dels individus millora en sòls de textures i potències adequades que no presentin gaires problemes a l'expansió radicular.

³² Exceptuant els sòls més sorrencs.

PARCEL.LA	POTÈNCIA MÀXIMA cm	POTÈNCIA MÍNIMA cm	POTÈNCIA MITJA cm	MOSTRES GRANULOM	PROFUNDITAT MOSTREIG cm
100	150	40	95	0100a	0-15
				0100b	15-40
200	84	25	54,5	0200a	0-50
				0200b	50-80
				0200c	80-130
210	90	60	75	0210a	0-35
				0210b	35-90
300	70	30	50	0300ia	0-20
				0300ib	20-33
				0300ic	33-250
				0300sa	0-20
				0300sb	20-30
400	35	0	17,5	0400a	0-35
500	145	50	97,5	0500a	0-15
				0500b	15-145
600	200	50	125	0600a	0-20
				0600b	20-50
610	150	70	110	0610a	0-40
				0610b	40-150
620	100	100	100	0620a	0-20
700	270	35	152,5	0700a	0-30
710	150	50	100	0710a	0-20
800	130	85	107,5	0800a	0-20
				0800b	20-40
900	300	0	150	0900a	0-20
				0900b	20-300
910	130	70	100	0910a	0-30
				0910b	30-70
				0910c	70-130
1000	120	30	75	1000a	0-15
				1000b	15-40
				1000c	40-120
1100	230	80	155	1100a	0-30
				1100b	30-230
1200	300	70	185	1200a	0-10
				1200b	10-30
1400	15	5	10	1400a	0-15
1410	20	5	12,5	1410a	0-15
1420	80	70	75	1420a	0-20
				1420b	20-80
1500	20	5	12,5	1500a	0-10
1510	40	15	27,5	1510a	0-40
1600	80	80	80	1600a	0-20
1710	100	80	90	1710a	0-25
				1710b	25-60
				1710c	60-100
1800	35	0	17,5	1800a	0-35
1900	15	5	10	1900a	0-15
2000	20	10	15	2000a	0-20
2100	50	0	25	2100a	0-20
2110	10	10	10	2010a	0-10
2210	50	10	30	2210a	0-5
				2210b	5-50
2310	50	20	35	2310a	0-15
2400	50	30	40	2400a	0-20
2410	40	30	35	2410a	0-6
				2410b	6-35
2510	50	30	40	2510a	0-30
2600	50	30	40	2600a	0-20

Taula 6.14. Valors de les potències dels sòls de cadascuna de les àrees homogènies, junt els corresponents horitzonts sondejats per les anàlisis granulomètriques.

La fondària dels sòls en àrees de muntanya és molt variable i generalment està en funció del tipus de relleu, el pendent i els processos de transport i acumulació de matèria molt lligats al tipus de geofomes dominants (DUCHAUFOR, 1984); ara bé, molts dels sòls estudiats han sofert modificacions per tal d'adaptar-los a les necessitats de la població al llarg del temps, com l'aterassament per poder cultivar, l'artigueig i roturació, el trepig més o menys intens dels ramats, etc, aquests canvis expliquen en part la gran variabilitat de potències entre les parcel·les de camps abandonats i en menor mesura la d'algunes pastures, en contrast amb els sòls forestals (taula 6.14.).

La potència en camps afeixats està estretament relacionada amb la quantitat de sòl disponible en un vessant i la inclinació d'aquest, a mesura que augmenta el pendent cal corregir l'horitzontalitat del camp amb la construcció de murs de pedra seca més alts, que caldrà reomplir a partir del buidat de terra de les zones elevades amb el conseqüent risc d'aparició d'horitzonts lítics. Les dades de la fondària dels sòls en camps ens mostren una gran irregularitat, amb un valor mig de 102,9 cm i una desviació estàndard de 42,4 cm. Aquest valor es 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 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, degut a les exigències de la mecanització. El fet que els sòls agrícoles més primers s'hagin abandonat abans respon a restriccions de fertilitat, però també de les derivades de l'introducció dels tractors i a factors d'accessibilitat, tal com ens indiquen les figures 6.86. i 6.87.

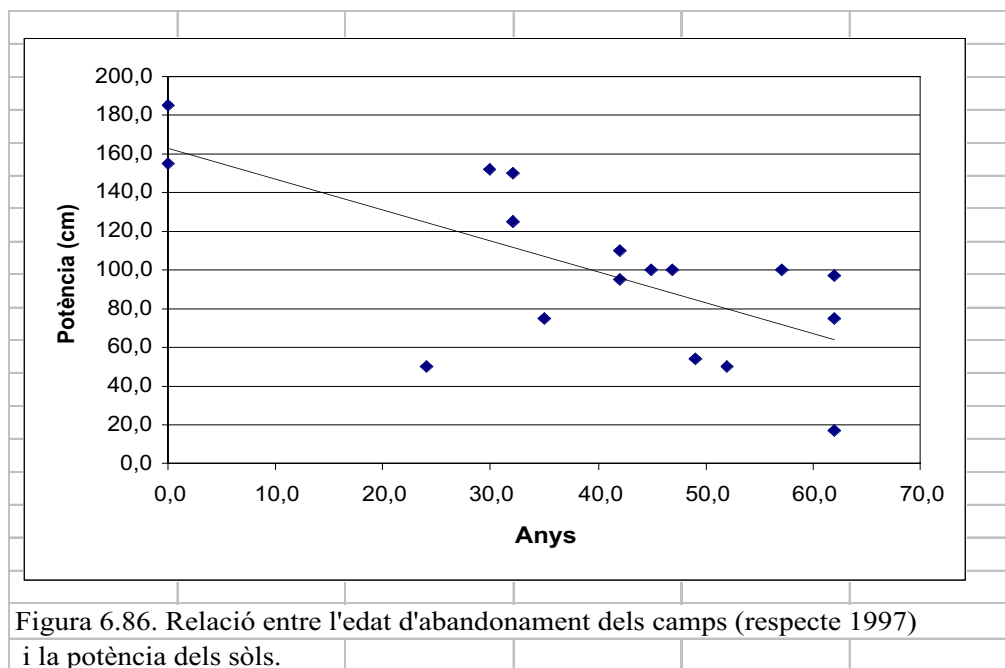


Figura 6.86. Relació entre l'edat d'abandonament dels camps (respecte 1997) i la potència dels sòls.

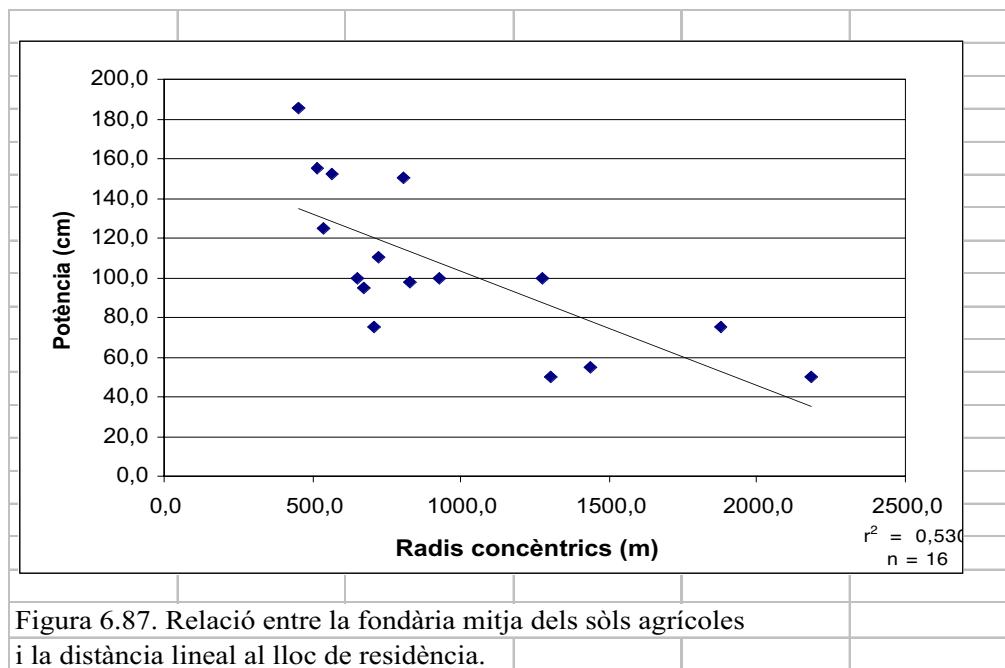


Figura 6.87. Relació entre la fondària mitja dels sòls agrícoles i la distància lineal al lloc de residència.

Les potències dels sòls naturals són menors que les de l'espai agrícola, sobretot entre els prats i pastures, amb una mitjanana de 32,1 cm i un coeficient de variació del 19,4% per l'àmbit supraforestal i 43,9 cm de fondària mitjanana en les pastures montano-subalpines però extremadament variable (82%). Cal destacar la irregularitat en la profunditat dels sòls per sota els 1800 m degut a les particulars característiques dels diversos espais destinats a pastures, en general zones de caràcter marginal amb abundants afloraments rocosos o obagues deforestades, en els que s'alternen sòls molt prims amb d'altres de més potents damunt col·luvions o en collets, relleixos i altres formes topogràfiques en pendents suaus. Els prats alpins i l'extensió natural d'aquests en els sectors més elevats de l'estatge subalpí, es veuen sotmesos a processos de solifluxió i altres de caire periglacial que impedeixen un bon desenvolupament del mantell edàfic i el degraden en zones clarament resistètiques.

Els sòls forestals no són gaire profunds i entre els mostrejats el valor mitjà és de 36,7 cm, però amb una desviació estàndard baixa (4,1 cm), que dona lloc a un coeficient de variació de l'11,1%. El tipus d'ús que tradicionalment hom ha destinat a aquests espais, no ha determinat tant la potència natural dels sòls com les activitats agro-ramaderes i només en moments puntuals la sobreexplotació pot haver induït processos de pèrdua de sòl (carboneig i forns de calç fins els anys quaranta o tallades arreu els cinquanta i seixanta per posar dos exemples propers), però en cap cas impliquen la desaparició de la cobertura vegetal com en la roturació de terres o la crema de matolls.

A partir de la determinació de les fondàries dels sòls i coneguda la relació entre la fracció fina i la grollera, és possible calcular un paràmetre de gran utilitat agronòmica com el de la quantitat de terra fina per hectàrea (COBERTERA, 1993). Aquest indicador no només té una aplicació evident en la productivitat dels cultius, sinó que en aquest cas també

ens donarà informació sobre la qualitat dels sòls en funció de la seva pedregositat i l'ús a què han estat destinats.

Parlar d'un valor mig de terra fina per a totes les àrees homogènies no té gaire sentit després de comprovar la gran diversitat de potències i percentatge d'elements grollers, d'altra banda la massa de sòl que es considera idònia per a espais agraris productius normalment es situa entre les 2300 i les 5600 tm/ha (BOIFFIN *et al.*, 1986), tot i que es consideren suficients aquells sòls per damunt les 1000 tm/ha (COBERTERA, 1993). L'ús de la terra determina en bona mesura el nivell d'exigència d'aquest paràmetre, fins i tot entre les diverses espècies conreades, per tant el medi forestal requerirà uns volums de terra fina diferents a les comunitats pradenques i aquests poden variar en funció del model de gestió que s'apliqui.

La mitjanana de les 35 mostres és de 412,8 Tm de TF/Ha però amb grans diferències entre elles i un coeficient de variació molt alt (95%). Per aquest motiu hem agrupat les àrees a partir de l'afinitat d'ús i es constata un augment apreciable de sòl útil en les mostres agrícoles amb 1230 Tm de TF/Ha, i una desviació estàndard de 688,5. Entre aquestes també cal destacar la reducció dels valors entre els camps abandonats inestables (993,2 Tm de TF/Ha), lleugerament per sota del nivell de suficiència, en canvi l'augment és progressiu entre els estables que, amb 1142,9 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: 2257,3 Tm de TF/Ha. Amb tot, el camp de Cava (1200) supera amb escreix els valors dels sòls considerats bons i en aguns punts es situaria dins els molt bons (>4000 Tm de TF/Ha).

Els coeficients de variació més elevats corresponen a les mostres de l'espai ramader i el forestal, a diferència del que succeïa amb les potències. La fondària dels sòls en els camps aterrassats varia degut a 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 a nivell de macroforma (des de la carena al fons de vall, etc) i són més regulars en parcel·les reduïdes. En canvi la quantitat d'elements grollers sí que és un bon indicador per 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 (exceptuant el 400, exponent de les pèrdues més elevades), 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 molt variables (desviació estàndard de 558,2) a diferència de les supraforestals amb un grau de similitud més elevat 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 (CV (coeficient de variació) de 8,2%) i els reductes forestals amb exemplars més antics: 322,6 Tm de TF/Ha (CV de 102,6%).