

5. Resultats i interpretació

5.1. Evolució de les propietats químiques dels sòls

En aquest primer punt de la interpretació dels resultats obtinguts en les analítiques realitzades es comenten les variables següents: pH, conductivitat elèctrica, matèria orgànica, fòsfor, potassi, nitrogen, carbonat, magnesi, relació carboni/nitrogen i índex de fertilitat. Per a cadascuna d'elles s'ha fet un comentari general de les dades obtingudes, de la relació d'aquestes amb treballs d'altres autors i també s'han qualificat segons diverses taules de ponderació.

Després d'aquesta valoració general s'ha tractat per separat els resultats obtinguts als camps de conreu, a les zones de bosc i a les bosquines i pastures. Per a cadascuna d'aquestes tres situacions s'han comparat les dades segons l'orientació de les parcel·les d'estudi (nord, sud) i la seva geofoma (còncava, convexa i plana).

A més d'aquestes valoracions, hi ha paràmetres que s'han creuat seguint la metodologia d'autors com Saña, Lòpez-Ritas i Porta, àmpliament citats en aquests apartat. En aquest sentit la matèria orgànica s'ha valorat en funció del pH i dels carbonats; i el potassi, el magnesi i els carbonats en funció de la Capacitat d'Intercanvi Catiònic.

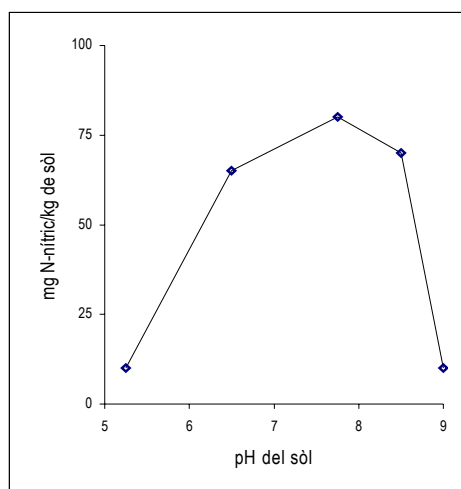
5.1.1. pH

La disponibilitat en forma assimilable dels nutrients que les plantes necessiten per al seu desenvolupament està en funció del pH del sòl. De fet, per a molts autors aquest paràmetre és el més important del sòl, ja que té un efecte decisiu sobre les seves característiques físiques, químiques i biològiques del sòl (JACKSON, 1970; SAÑA, 1996). El pH

expressa el caràcter àcid o bàsic d'un compost, però aplicat al sòl això no és exacte¹⁵⁴, perquè els sòls minerals àcids no són únicament aquells que presenten una alta concentració en oxoni H_3O^+ , sinó essencialment aquells sòls que presenten una alta concentració del catió alumini III (Al^{+++}) (PORTA, 1994: 230).

Així doncs, el pH fa referència a la concentració d'ions hidrogen (H^+) d'una solució aquosa mantinguda en contacte amb el sòl el temps suficient per assolir l'equilibri: aquesta concentració és inferior a 7 en sòls àcids, i superior a 7 en els bàsics.

De les diferents formes de mesurar el pH (actual, potencial, en $CaCl_2$, etc.), l'anàlisi d'aquest treball s'ha fet seguint el primer procediment, és a dir pH actual o pH en aigua. En aquest procediment, en posar en contacte el sòl amb aigua destil·lada, aquesta adquireix els cations H^+ que no estan retinguts pel complex de canvi; aquests cations tenen una gran activitat química dins del sòl i influeixen en la vida microbiana, solubilitzant les sals insolubles, establint equilibris entre components, etc. El pH en aigua, però, és força inestable degut a la relació que s'estableix amb la concentració de CO_2 , motiu pel qual és imprescindible indicar sempre si la mesura s'ha realitzat al laboratori o en el propi camp, ja que els valors poden variar fins a una unitat.



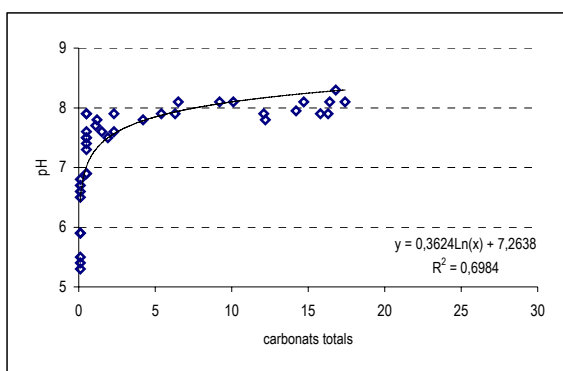
Gràfic 5.1: Efecte del pH sobre el NO_3^- (SAÑA, 1996: 111)

Els valors de pH en sòls agrícoles oscil·len entre 5,5 i 8,5. SAÑA (1996: 110) troba un valor mitjà per a una col·lecció de 15 mostres en sòls bàsics de 7,64, valor molt proper als 7,98 d'aquest treball. De fet diversos autors (FAYOLLE, 1991; SPRING, 1993) han trobat que quan el pH és inferior a 6 hi ha una ralentització de l'activitat biològica, a causa de l'efecte negatiu que l'acidesa provoca en les bactèries, i que arriba a desaparèixer processos com la

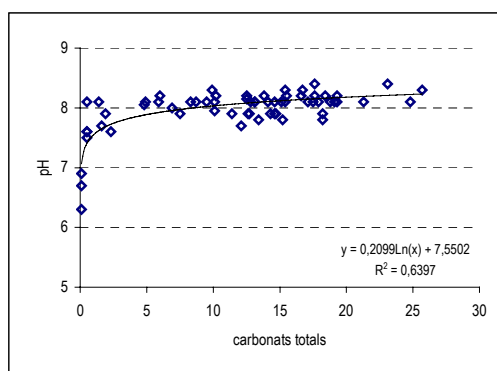
¹⁵⁴ Per aprofundir en aquest camp, es poden llegir els treballs de BLACK, 1975; ADAMS, HATHCOCK, 1984, entre altres.

nitrificació o la fixació del nitrogen atmosfèric. Per contra, en sòls lleugerament bàsics el nombre de microorganismes és superior i són més actius, sobretot amb una abundant presència de calcària activa, tot i que amb nivells de pH superiors a 9 aquesta activitat torna a desaparèixer (FABRE, KOCKMANN, 1990), tal i com mostra el gràfic 5.1.

Tant en els camps de conreu, actius i abandonats, com en els boscos i les bosquines, la relació entre el pH i els carbonats totals és força bona (vegeu la correlació d'ambdós dels gràfics 5.2 i 5.3).



Gràfic 5.2: Relació entre pH i carbonats totals als usos forestals del present estudi



Gràfic 5.3: Relació entre pH i carbonats totals als usos agrícoles del present estudi

Valors de pH en camps de conreu abandonats i actius

Tal i com s'ha dit, el valor del pH per si sol no aporta excessiva informació, motiu pel qual la interpretació d'aquest paràmetre es fa en relació als carbonats, al fòsfor, etc. Tot i això una comparació entre els valors obtinguts en aquest treball i els que van obtenir SORIANO (1994) i MOLINA (2000) servirà per tenir una primera visió del territori.

	mitjana	DS*	%CV**	valors extrems (màx.-mín.)
ab56	7,97	0,26	3,32	(8,3-7,6)
ac56	7,88	0,52	6,59	(8,3-6,7)
ac72	8,06	0,11	1,38	(8,2-7,9)
ac94	7,98	0,30	3,72	(8,3-7,2)

*DS: desviació estàndard. **%CV: percentatge de coeficient de variació

Taula 5.1: Valors mitjans de pH en els camps de conreu actius i abandonats

En tots els casos l'evolució dels nivells de pH és aleatòria i està dins d'un rang petit, que va de 7,72 a 8,11 (taula 5.1). Aquests valors estan a la banda alta de l'escala que cita SAÑA (1996: 109) com a habitual en sòls agrícoles, però pel fet d'estar dins de l'interval ja es

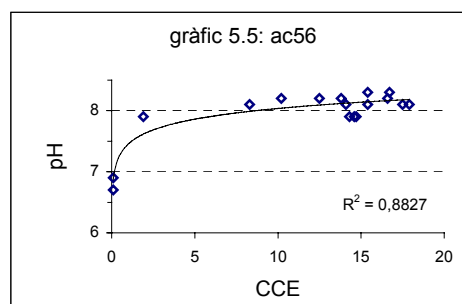
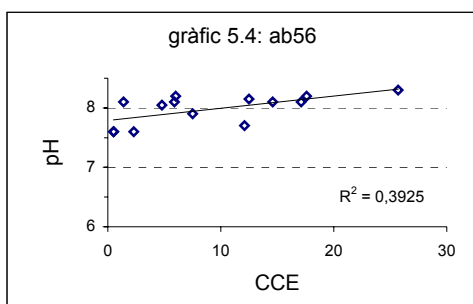
pot pensar en una normalitat *a priori*, tot i que la manca d'una relació clara entre pH i període d'abandonament no permeti treure'n cap conclusió de moment.

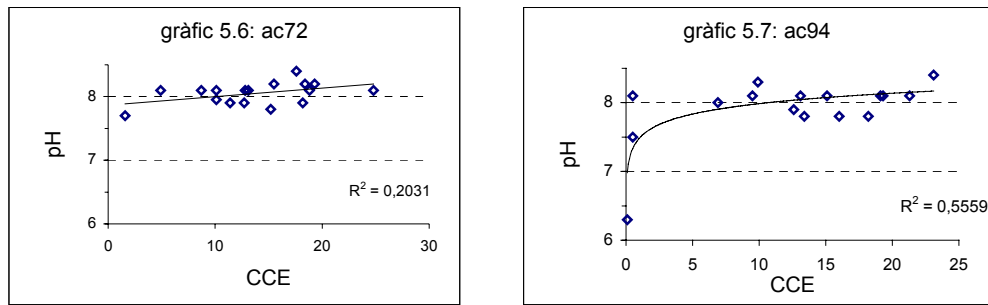
Si atenem a la relació que s'estableix entre textura del sòl i pH (taula 5.2), quasi totes les àrees agrícoles treballades tenen un valor de pH massa alt. Pensem, però, que aquest àbac potser no és prou correcte per a sòls carbonatats, ja que aquests tenen quasi sempre valors superiors a 6,5, que en aquesta classificació ja es consideren alts.

% d'argila	pH	Valoració del pH
< 15	< 5,8	massa baix
	5,8-6,2	baix
	6,2-6,4	correcte
	6,4-6,6	alt
	> 6,6	massa alt
15-25	< 6,0	massa baix
	6,0-6,5	baix
	6,5-7,0	correcte
	7,0-7,3	alt
	> 7,3	massa alt
> 25	< 7,0	massa baix
	7,0-7,4	correcte
	> 7,4	massa baix

Taula 5.2: Relació entre pH i textura del sòl (GUIGOU, et al. 1989)

La relació que sí sembla donar-se és la que s'estableix amb els carbonats totals (gràfics 5.4 a 5.7).





Gràfics 5.4 a 5.7: Relació ph/CCE per als diferents períodes d'abandonament

Orientació

No hi ha una relació clara entre el pH i l'orientació de les parcel·les treballades. Tot i això els vessants nord tenen uns nivells lleugerament superiors, però sempre dins d'un rang molt petit. Aquesta realitat s'inverteix totalment en els camps ac56, en els quals al nord baixa 0,36 punts respecte de l'anterior període d'abandonament. En les altres categories les diferències pràcticament no existeixen, fins i tot sense tenir en compte la desviació estàndard (DS) (taula 5.3).

	SORIANO (1994)		MOLINA (2000)		Present estudi	
	N	S	N	S	N	S
ab56	7,95	7,72	7,93	7,86	8,01	7,93
ac56	8,0	7,89	7,86	7,85	7,65	8,11
ac72	7,77	7,63	-	-	8,04	8,08
ac94	7,95	-	-	7,9	8,01	7,94

Orientació: N, nord; S, sud

Taula 5.3: Comparació de valors mitjans de pH en els camps de conreu actius i abandonats per a diferents estudis, segons l'orientació

Geoforma

En els paràmetres on la quantitat i la qualitat del sòl juguen un paper primordial la geoforma té una incidència més important. En el cas del pH aquest fet no es dona (vegeu la taula 5.4) i les geoformes s'ordenen de manera aleatòria entre els diversos períodes d'abandonament.

	còncav (c)	convex (x)	pla (p)	ordre
ab56	8,18	7,95	7,9	p < x < c
ac56	7,3	8,1	7,55	c < p < x
ac72	8,0	7,98	8,15	x < c < p
ac94	7,83	8,1	8,1	c < x = p

geoforma c: còncav, x: convex i p: pla

Taula 5.4: Valors de pH als camps de conreu en funció de la geoforma

Valors de pH en zones forestals

Les diferències en els valors de pH obtinguts en les zones forestals són notablement superiors a les dels camps de conreu.

Segons el tipus de cobertura vegetal els valors de pH s'ordenen en:

roureda < alzinar < pineda

A la taula 5.5 s'observa la dependència que té el pH del substrat litològic. Per al present estudi i per a MOLINA (2000), amb litologies predominantment calcàries, els valors són clarament més alts que per a la resta d'autors, que han treballat substrats paleozoics.

	CARCELLER (1995)	HERETER (1986)	BONILLA*	MAYOR (1990)	MOLINA (2000)	present estudi
alzinar		4,2	4,59 (±0,09)	4,60 (±0,038)	-	6,60
pineda	4,44	-	-	-	6,06	7,89
roureda	5,3		-		6,27	5,8

Taula 5.5: Valors pH en H₂O per a diferents estudis

*Citat a MAYOR, 1990

Orientació

Les diferències entre obagues i solanes no tenen rellevància estadística, ja que la desviació estàndard que presenten les sèries fa que les diferències de valors no siguin significatives. Tot i això, els vessants sud tenen valors de pH més alts que els vessant nord en tots tres usos (taula 5.6).

	N	S
alzinar	6,8 (±0,78)	7,05 (±0,68)
roureda	5,4 (±0,14)	6,2 (±0,42)
pineda	7,82 (±0,22)	7,96 (±0,14)

Taula 5.6: Valors de pH al usos forestals en funció de l'orientació

Geoforma

Igual que succeeix amb els camps de conreu, les zones forestals tampoc no presenten relació entre la geoforma i el valor de pH (taula 5.7). El fet que en cap cas les àrees convexes siguin les que tenen un valor més baix de pH, no creiem que denoti res, ja que les diferències entre geoformes no són significatives.

	<i>còncav (c)</i>	<i>convex (x)</i>	<i>pla (p)</i>	<i>relació</i>
alzinar	6,75 ($\pm 0,79$)	7,23 ($\pm 0,25$)	6,8 ($\pm 0,99$)	$c < p < x$
roureda*	5,3	5,9	6	$p < x < c$
pineda	7,95 ($\pm 0,30$)	7,85 ($\pm 0,04$)	7,86 ($\pm 0,16$)	$c < p < x$

*Cobertura amb poques àrees mostrejades

Taula 5.7: Valors de pH als boscos en funció de la geoforma.

5.1.2. Conductivitat elèctrica

Aquesta determinació serveix per mesurar les sals solubles que es troben en el sòl, proporcionals a la conductivitat elèctrica i en funció de la temperatura, i fer una primera valoració de la salinitat del sòl i de la seva disponibilitat a acceptar conreus (taula 5.8). Aquesta determinació es pot complementar amb SAR (Relació d'Adsorció de Sodi) si els valors són prou alts com per pensar en quantitats importants de sals dissoltes.

dSm^{-1} a 25°	<i>Característiques del sòl</i>	<i>Conseqüències</i>
0-2	Sense salinitat	No n'hi han
2-4	Una mica de salinitat	Afecta a conreus sensibles
4-8	Salinitat mitjana	Afecta a tots els conreus no resistents
8-16	Salinitat elevada	Només s'adapten els molt resistents
més de 16	Salinitat molt elevada i alcalinitat	No s'hi adapta cap conreu

Taula 5.8: Nivells de salinitat del sòl

Sovint, però, encara que no se sospiti que hi pot haver una presència important de sals es determina la conductivitat elèctrica perquè és una analítica molt simple de realitzar i que dona un diagnòstic segur. Aquest ha estat el cas del present estudi, on les condicions ambientals i agrícoles no feien pensar en problemes d'aquest tipus. Un cop feta l'analítica, tal

i com es pensava, els resultats són molt baixos, amb una mitjana de totes les àrees d'estudi de $0,18 \text{ dSm}^{-1}$ i amb un valor màxim de $0,44 \text{ dSm}^{-1}$, pel que no sembla necessari tractar per separat les diferents àrees homogènies, doncs tots els valors se situen en el primer grup de la taula 5.8.

5.1.3. Matèria orgànica

La importància de la matèria orgànica per si sola és relativa, ja que cal estudiar-la en relació al pH del sòl i al contingut en argiles; tot i això té un paper rellevant en la formació del sòl perquè el seu comportament condiona el creixement de les plantes i dels microorganismes, alhora que influeix en el moviment i emmagatzematge d'aigua i en l'intercanvi catiònic i constitueix una font de nutrients. També intervé en la formació i estabilitat dels agregats, en l'aireació del sòl, en la resistència a l'encrostant, l'adsorció i l'intercanvi iònic, en el subministrament d'energia i nutrients, en la velocitat d'infiltració, en la capacitat de retenció d'humitat, en la circulació d'aigua i la penetració d'arrels, en diversos processos edafogènics. A més protegeix contra la degradació del sòl per erosió. Per últim, cal dir que l'enfosquiment del color del sòl que aporta la matèria orgànica suposa una disminució de l'albedo i un increment de la temperatura (PORTA, 1994: 167).

Les restes vegetals que cauen al terra constitueixen la font principal de la matèria orgànica del sòl on comença el procés de descomposició, que es divideix en mineralització i humificació. El primer implica la formació de compostos minerals solubles o gasosos i el segon la transformació en compostos orgànics col·loïdals.

La quantitat de matèria orgànica del sòl és la diferència entre la biomassa total rebuda i la biomassa mineralitzada de forma relativament ràpida més l'humus mineralitzat de forma més lenta, amb diferents valors segons sigui la coberta vegetal del sòl (vegeu la taula 5.9).

Prat	5-8%
Torbera	>40%
Sòl de secà semiàrid	1-2%
Sòl de regadiu	2-4%
Sòls de zona temperada	6-8%

Taula 5.9: Contingut en matèria orgànica de diverses cobertes vegetals (PORTA, 1994: 187)

En relació a la fertilitat física del sòl, la matèria orgànica intervé en la formació i estabilitat d'agregats per l'acció de substàncies húmiques. La fertilitat sostenible a llarg termini implica que hi hagi sempre nutrients disponibles i, malgrat que en cap ecosistema això no es compleix totalment, els que més s'hi assemblen són els forestals en estat estacionari, en els que les pèrdues de nutrients per erosió, rentat i volatilització es compensen amb els aportats atmosfèrics i la meteorització de roques i minerals.

Hi ha dos factors climàtics que tenen una influència positiva en l'acumulació de compostos orgànics: l'augment de les precipitacions i la disminució de les temperatures. Tots dos es donen a escala regional en funció de l'altitud, ja que la variació de latitud només és significativa en àmbits territorials relativament extensos. Un efecte derivat de l'anterior és l'augment de l'aridesa a mesura que ens apropem a cotes baixes, amb la disminució del contingut de matèria orgànica que això suposa (MARTÍ, 1992: 28).

La taxa de mineralització de la matèria orgànica està íntimament relacionada amb la intensitat del conreu; aquesta taxa augmenta en roturar el terreny i sotmetre'l a un conreu intens i continuat, de forma que el conreu és beneficiós des d'aquest punt de vista, ja que produeix un augment de la concentració d'elements nutritius (PORTA, 1994: 194).

Els efectes beneficiosos de la matèria orgànica són una progressiva cessió de nutrients al llarg de la seva descomposició; la millora de les propietats físiques dels sòls: disminució de la densitat aparent, augment de l'estabilitat dels agregats i increment del contingut d'aigua útil; la formació de complexos amb els microelements; l'alliberament d'àcids orgànics al llarg del seu procés de descomposició; l'increment de la capacitat esmorteïdora del sòl; la retenció de nutrients en forma reversible; l'enfosquiment del sòl, que fa augmentar l'absorció de calor; l'afavoriment del control biològic; i la interacció amb substàncies residuals naturals o d'origen antròpic.

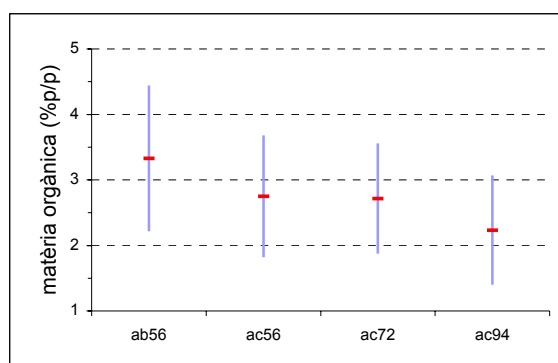
Parlar de valors generals de matèria orgànica és molt difícil, ja que aquest paràmetre té una gran variabilitat espacial, tan vertical com horitzontal, i que en sòls agrícoles pot variar entre 0,3% i 21% si es tracta de zones àrides o de muntanya. SAÑA (1996) fa un estudi a diverses localitats de Catalunya i troba valors mínims de 0,7% i màxims de 8,66%, amb una mitjana del 2,8%, que està bastant d'acord amb l'exposat per PORTA (1994). De fet un rang que variï del 2 al 7,5% de matèria orgànica en sòls agrícoles acostuma a ser el normal acceptat per molts autors.

A l'àrea d'estudi el rang de valors mitjans en funció de la coberta vegetal del sòl és bastant reduït, amb un màxim a les bosquines del 5,2% i un mínim als camps de conreu actius, com era d'esperar, del 2,2%. Aquests valors estan molt lluny del que citen autors com MOLINA (2000) o SORIANO (1994) per al Cadí i CARCELLER (1995) per al Moncayo, on a causa del factor altitud, doblen el contingut en matèria orgànica dels sòls de Sant Llorenç.

Al mateix temps, els valors obtinguts per a Sant Llorenç i l'Obac, s'apropen força als que dona MAYOR (1990) per als alzinars del Montseny. En els alzinars de l'àrea d'estudi s'han trobat valors mitjans de 3,9%, amb un mínim de 2,9% i un màxim de 5,5%. Les rouredes tenen valors molt baixos degut al seus pH, amb una mitjana de 2,4% i valors extrems d'1,9% i 2,9%. Les pinedes presenten contingut similar al dels alzinars: 3,6% de mitjana, i extrems de 2,6 i 4,9.

Presència de matèria orgànica en camps de conreu abandonats i actius

Els camps de conreu ocupen una superfície molt limitada en el parc, responent a un tipus d'agricultura prou lligada amb la tradicional. Tant a la vall d'Horta com a les zones properes a Mura (mapa 4), els conreus actuals són de cereals, llegums i alguna petita horta per a l'autoconsum.



Gràfic 5.8: Presència de matèria orgànica en els camps de conreu

S'han mostrejat entre 14 i 17 camps de cadascuna de les categories (ab56, ac56, ac72 i ac94) a les citades zones de la vall d'Horta i Mura, excepte alguns que pertanyen a la Mata (àrees 6112018, 6212021, 6222020 i 7132030), al Farell (7122047 i 8232046), can Pèlachs (8231063 i 9231064) i el Daví (923060).

En termes generals, la coberta vegetal dels camps abandonats és de pi i alzina, amb un recobriment molt important en els ab56 i amb un sotabosc format per roldó (*Coriaria*

myrtifolia), gatosa (*Ulex parviflorus*), argelaga (*Genista scorpius*), llentiscle (*Pistacia lentiscus*) i romaní (*Rosmarinus officinalis*), entre altres espècies.

	mitjana	DS	%CV	valors extrems (màx.-mín.)
ab56	3,33	1,09	32,83	(4,8-1,6)
ac56	2,75	0,91	33,05	(4,9-1,82)
ac72	2,71	0,82	30,25	(4,6-1,9)
ac94	2,23	0,81	36,48	(3,9-1,4)

Taula 5.10: Valors mitjans de matèria orgànica en els camps de conreu (%p/p)

Pel que fa al contingut en matèria orgànica, hi ha una gradació de valors en funció de l'edat d'abandonament, des dels actius als abandonats amb anterioritat al 1956, amb valors de 2,22% i 3,33% respectivament (vegeu la taula 5.10 i el gràfic 5.8), tot i que aquestes diferències no són estadísticament significatives.

Orientació

Cal suposar que els camps a obaga tindran una quantitat superior de matèria orgànica als solells, per l'esmentat efecte que té la disminució de la temperatura, i en conseqüència augment de la humitat, en l'acumulació de compostos orgànics.

	SORIANO (1994)		MOLINA (2000)		present estudi	
	N	S	N	S	N	S
ab56	6,3	-	5,3	5,3	2,98 (±1,28)	3,68 (±0,83)
ac56	9,9	9,5	6,4	5,3	2,89 (±0,68)	2,61 (±1,14)
ac72	5,7	8,5	-	-	2,89 (±0,99)	2,51 (±0,6)
ac94	6,6	9,7	-	4,1	2,49 (±0,62)	1,98 (±0,96)

Orientació: N, nord; S, sud

Taula 5.11: Valors de percentatge de matèria orgànica en funció de l'orientació

Els valors mitjans (taula 5.11) reflecteix aquest fet per als camps ac56, ac72 i ac94, però no succeeix el mateix en els ab56. Aquesta inversió del resultat en aquests darrers camps queda una mica matisada si no es pren la dada de l'àrea 6112018, que presenta un valor molt baix (1,6%), mig punt per sota del següent valor mínim. Aquesta àrea homogènia es troba a la zona de la Mata (vegeu annex 8.1) i la seva àrea complementària (62112021), de la qual només la diferència l'orientació, té un 0,5% més de matèria orgànica, valor també molt per sota de la mitjana dels ab56.

En qualsevol cas, tampoc no sembla que aquesta manca de regularitat nord-sud en totes les fases d'abandonament sigui anormal, ja que altres autors obtenen alternances de valors similars.

El rang de valors mitjans a l'orientació nord és molt més tancat que a l'orientació sud, amb un coeficient de variació (CV) del 7,88% i del 26,42% respectivament. Aquest fet es reflecteix en els valors màxims i mínims de les sèries, que se separen de la mitjana en 0,17 i 0,32 punts respectivament per al nord; i 0,99 i 1,01 per al sud. El mateix succeeix si prenem els valors de totes les parcel·les i no només les mitjanes; entre els valors extrems hi ha 1,99 i 1,21 punts al nord i 2,21 i 1,29 al sud.

Comparant els resultats obtinguts per MOLINA (2000) i per SORIANO (1994) (vegeu la taula 5.11) s'observa clarament l'efecte que introdueix l'alçada, lligat a la disminució de la temperatura. Aquests dos autors, en estudis comparables al present pel que fa a la fertilitat dels sòls obtenen valors molt més elevats, que arriben a un màxim de quasi el 10% de matèria orgànica en el sòl.

Geoforma

Cal pensar *a priori* que de les tres geoformes estudiades (vessants còncaves, convexes i plans), les primeres haurien de ser les que tinguessin valors més alts; seguides de les planes, en un lloc intermedi; i amb valors menors les convexes, donat la seva posició exportadora de materials. Si s'observa la taula 5.12, això no hi queda reflectit, ja que els camps amb forma còncava tenen un percentatge de matèria orgànica igual o inferior als convexes, els quals tampoc no presenten valors clarament superiors als plans. Al mateix temps, aquests darrers tenen el valor màxim i el mínim de les sèries.

	còncava (c)	convex (c)	pla (p)	ordre
ab56	3,0	3,0	4,1	c = x < p
ac56	2,6	2,9	2,4	p < c < x
ac72	2,7	2,9	2,6	p < c < x
ac94	2,5	2,2	1,9	p < x < c

Taula 5.12: Valors de percentatge de matèria orgànica als camps de conreu en funció de la geoforma

D'aquestes dades no es pot extreure cap conclusió clara. És a dir, que no hi ha cap relació entre la geoforma del camp i el seu contingut en matèria orgànica. Això pensem que és pel fet que en la classe *camp de conreu* no es pot parlar de zona convexa com a

exportadora de materials i zona còncava com a receptora, explicació que s'ajusta més a una realitat natural en llocs proclius a l'erosió. L'estabilització dels vessants en els camps és molt elevada, ja sigui perquè es mantenen els murs de pedra seca relativament funcionals o perquè, on aquests no existeixen, la vegetació ha fixat suficientment el sòl.

Presència de matèria orgànica en zones forestals

S'han mostrejat dos tipus d'àrees forestals representatives de gran part de la coberta vegetal del parc, l'alzinar i la pineda. També s'ha treballat una tercera àrea, les rouredes, que malgrat ser molt reduïdes al parc, permetrà comparar les dades obtingudes amb altres treballs.

Dels alzinars s'han mostrejat 13 àrees homogènies (mapa 15), fonamentalment a la carena del Pagès, a més d'un únic cas al torrent dels Codolosos (Sant Llorenç). A l'Obac els mostreigs han estat al coll de Tres Creus i a la Falconera, a més d'un únic cas també a la Gavarra de l'Obac. Els valors que presenten aquestes àrees són molt uniformes (vegeu la taula 5.13) amb un valor mitjà del 3,87%, un màxim de 5,5% (a l'àrea 1212051) i un mínim 2,9% (a 1231075).

Aquests valors són comparables als dels alzinars del Montseny, estudiats per altres autors. Així HERETER (1986) i BONILLA, amb valors pràcticament idèntics, només obtenen 0,6 i 0,7 punts per sobre del que s'ha presentat aquí. Per contra MAYOR (1990) troba valors bastant més alts en la mateixa zona del Montseny, la qual cosa evidencia que solen ser habituals les variacions en el contingut de matèria orgànica en un mateix ús (taula 5.13).

De les pinedes de pi blanc s'han obtingut 18 mostres repartides per diverses parts baixes del parc. Aquestes zones van ser les més antropitzades, ja sigui amb conreus o desbosc, i per tant ara presenten les pinedes més extenses. En el sector de Sant Llorenç s'han fet 6 mostreigs al torrent dels Codolosos i al sector de la serra de l'Obac n'hi ha cinc a Santa Creu de Palou-les Boades. La resta estan repartits en la vall d'Horta i la vall de Mur. Aquesta distribució d'àrees es pot seguir exactament en el mapa 15.

El valor mitjà és de 3,86% amb un màxim de 4,8% i un mínim de 2,4%, valors menys separats que els extrems dels alzinars, producte de l'homogeneïtat introduïda per l'home en aquesta coberta vegetal. El que la major part de pinedes siguin boscos de substitució dóna nivells de cobertura molt dispersos, però sempre amb aportacions de matèria orgànica menys diferenciades entre elles que en els alzinars, boscos més madurs i amb més diversitat

d'ambients. Les pinedes quasi sempre formen comunitats constituïdes per alguns exemplars de certa edat i per un sotabosc dens. Malgrat aquestes petites desigualtats entre alzinars i pinedes, la DS de les sèries fa que no es pugui parlar realment de diferències significatives.

	HERETER (1986)	BONILLA	MAYOR (1990)	MOLINA (2000)	present estudi
alzinar	4,4	4,5 ($\pm 0,5$)	5,84 ($\pm 0,47$)	-	3,87 ($\pm 0,81$)
roureda	-	-	-	3,21	2,43 ($\pm 0,46$)
pineda	-	-	-	7,86	3,86 ($\pm 0,71$)

Taula 5.13: Valors mitjans de percentatge de matèria orgànica en diversos estudis

Si a l'alzinar s'ha trobat similituds amb els valors obtinguts per diversos autors al Montseny, per al cas de la pineda les dades que s'han pogut utilitzar no resulten comparables. MOLINA (2000) dona un percentatge de matèria orgànica de l'ordre de 8-9, valors que doblen els obtinguts al Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i Serra de l'Obac. Cal pensar que això s'explica pels dos factors ja esmentats: la diferència d'altitud (1500 m al Cadí, enfront del 300-700 de Sant Llorenç) i la maduresa dels boscos (pinedes ben constituïdes al Pirineu).

Pel que fa a les àrees homogènies en roureda, aquestes són a la canal de les Teixoneres, única roureda ben formada, tot i que exemplars de roure (que no pas boscos encara) s'estan estenent per indrets del Parc on fins ara sols hi havia alzina. S'han fet quatre mostreigs, dos a solana i dos a obaga, en geofomes diferents, però sense poder arribar a completar totes les combinacions possibles.

Els valors obtinguts en les rouredes són els més baixos de totes les cobertes vegetals analitzades, i no arriben mai al 3%, amb un valor mig del 2,43% (vegeu la taula 5.13). Aquest valor se situa prop del llindar del mínim acceptat per diversos autors (COBERTERA, 1993), que és del 2%. Aquest fet cal associar-lo a la coneguda relació que hi ha entre valors baixos de pH i continguts en matèria orgànica pobres (PORTA, *et al.*, 1993).

Al Cadí, MOLINA (2000) troba valors de 3,21% en les rouredes de pH similar als d'aquesta memòria, que resulten molt propers. Per contra, CARCELLER (1995) en el seu estudi al Moncayo dona un valor de 7,9%, molt superior al dels estudis mencionats, producte de valors de pH propers a 5. Un altre treball és el de SORIANO (1994), però fa referència a rouredes instal·lades sobre camps de conreu abandonats i pensem que és a causa d'aquest fet que el seu valor mitjà assoleix el 12,7%.

Orientació

Igual que dèiem en els camps de conreu, en els boscos cal suposar valors més elevats a obaga que a solana (taula 5.14). Per als alzinars el valor mitjà de matèria orgànica en els vessants nord és 0,3 punts menor que en el sud, diferència de valors que és quasi insignificant, tot i que pren una mica més d'importància si es tenen en compte els valors extrems, que a l'obaga són quasi un punt percentual superior.

A la pineda la relació s'inverteix i l'obaga pren uns valors clarament superiors, tant en les mitjanes com en els valors màxims. En aquest cas sí que es pot parlar d'un efecte de la temperatura en el contingut de matèria orgànica en el sòl en la majoria dels casos. Les pinedes de pi blanc del parc no estan formades per arbres de gran port amb un grau de cobertura suficient com per reduir les diferències d'insolació entre vessants, fet que sí que succeeix en els alzinars. En el vessant nord, exceptuant les àrees 3122007 i 3131008, que tenen un valor proper al 3%, la resta se situa sobre el 5%, mentre que al vessant sud només hi ha dues àrees que tenen valors superiors al 4%.

A les rouredes tampoc no es pot parlar d'un efecte orientació ja que el vessant obac té un contingut en matèria orgànica netament inferior al solell. En qualsevol cas en aquesta coberta no es pot considerar d'una roureda ben formada a solana, perquè malgrat que les capçades dominants són de roure, més del 50% de peus són d'alzina i de pi, la qual cosa explica que aquest contingut de matèria orgànica sigui més elevat que al nord, tot i que continuen sent els més baixos del parc.

	N	S
alzinar	3,73 ($\pm 0,66$)	4,02 ($\pm 0,98$)
roureda	2,05 ($\pm 0,21$)	2,80 ($\pm 0,14$)
pineda	4,21 ($\pm 0,52$)	3,52 ($\pm 0,75$)

Taula 5.14: Valors de matèria orgànica en funció de l'orientació (%)

Geoforma

Les limitades dimensions de les rouredes del parc han fet, tal i com s'ha dit, que en els mostreigs que s'han fet a la canal de les Teixoneres no hagi estat possible trobar les tres geoformes: còncava, convexa i plana. És per això que ara no se'n poden treure conclusions en funció d'aquesta variable i que a la taula corresponent apareixen els valors en cursiva (taula 5.14).

Per que fa als alzinars, els valors mitjans de les formes còncaues i convexes (taula 5.15) són força diferents, per la qual cosa es pot parlar de l'efecte de la concavitat (profunditat del sòl, granulometria més fina, etc.) que dona un contingut en matèria orgànica més alt que a les convexitats (0,71 punts per sobre) i el valor absolut de l'alzinar més alt és de 5,49 %. La diferència teòrica que s'hauria de donar també entre les àrees convexes i les planes, per la mateixa raó, no es dona, tot i que tenen valors molt propers. Les pinedes tenen unes mitjanes per les diferents geofomes molt iguals, separades tan sols de 0,43 punts entre elles, per la qual cosa cal considerar que no és una diferència significativa.

	<i>còncav (c)</i>	<i>convex (x)</i>	<i>pla (p)</i>	<i>ordre</i>
alzinar	4,47 ($\pm 0,89$)	3,76 ($\pm 0,76$)	3,38 ($\pm 0,46$)	$p < x < c$
roureda*	2,20	2,90	2,30 ($\pm 0,57$)	$c < p < x$
pineda	4,10 ($\pm 1,14$)	3,74 ($\pm 0,34$)	3,67 ($\pm 0,14$)	$p < x < c$

* Cobertura amb poques àrees mostrejades

Taula 5.15: Valors de matèria orgànica als boscos en funció de la geofoma (%)

Presència de matèria orgànica a bosquines i pastures

Igual que succeeix amb la roureda, les àrees de bosquina extenses no són gaire abundants al parc. La zona escollida per situar-hi les àrees homogènies han estat les Foradades, a la zona de l'Obac. Els valors obtinguts són els més alts de tots els usos estudiats, excepte l'àrea 4222065, que es queda en un 3,26%.

Els punts de mostreig de les àrees de pastura són dos: els vessants propers al cim de la Mola i diversos punts de l'Obac, centrats principalment a les Cases. La diferència de valors entre les dues àrees és molt considerable, producte de la diferent pressió ramadera. A Sant Llorenç pasturen les mules del monestir, que malgrat que no permeten desenvolupar a la vegetació arbustiva, els seus aportos orgànics no són suficients per incrementar la matèria orgànica del sòl. A l'Obac, tot i no haver-hi cap ramat gran, el nivell de pastoreig és més intensiu. Les dades obtingudes (taula 5.16) contrasten amb les d'autors com MOLINA (2000) que observen una pèrdua relativa de matèria orgànica quan la pressió ramadera augmenta. Un efecte afegit a la diferent pressió ramadera és el que incorpora la variable altitud (COBERTERA, 1993: 112), que a les àrees de Sant Llorenç és de 1000 metres i a la zona treballada a l'Obac és de 400-500 metres.

	<i>bosquina</i>	<i>pastures</i>
mitjana	5,22	4,42
DS	1,49	4,13
CV	28,49	93,26

Taula 5.16: Valors mitjans de matèria orgànica en bosquines i pastures (%)

Orientació

Els valors de les pastures de Sant Llorenç i l'Obac són tan diferents que no poden ser tractats de forma conjunta, ja que les mitjanes obtingudes no respondrien a la realitat del territori. Per a Sant Llorenç l'efecte orientació és determinant, ja que el vessant nord dobla el contingut de matèria orgànica al sud. Tot i això cal tenir en compte que la pressió ramadera és molt baixa, tal i com s'ha dit, per la qual cosa diferències tan grans poden tenir la causa en aquest fet.

A l'Obac aquesta diferència en el percentatge de matèria orgànica en funció de l'orientació no es dona: els valors són pràcticament iguals (2,0 per al nord i 2,2 per al sud). Aquí l'explicació rau en el poc pendent de les àrees, fet que matisa molt les diferències d'insolació, tot el contrari del que succeeix a les àrees de Sant Llorenç.

Geforma

Tal i com s'ha comentat per a l'orientació en les àrees homogènies de pastures, la variable geforma no es pot tractar de forma conjunta per a Sant Llorenç i per a l'Obac. Per al primer només hi ha dues àrees, de manera que no es poden treure conclusions en funció de la geforma; i per a l'Obac els valors no segueixen la seqüència $c > p > x$. Cal atribuir aquest fet a la matisació de geformes que introdueixen els antics camps de conreu sobre els quals s'instal·len les pastures actuals, com ja s'ha esmentat en el punt que feia referència als camps de conreu.

Pel que fa a les bosquines, no sembla prudent fer comparacions en funció de l'orientació i de la geforma. Tot i això pot ser útil constatar que les àrees 4132067 i 4232071 que tenen orientacions enfrontades presenten valors similars (6,1% i 6,6 respectivament), per la qual cosa no es pot parlar de diferències entre elles.

Valoració de la matèria orgànica en funció del pH i dels carbonats

Tal i com dèiem en iniciar aquest apartat, la matèria orgànica cal considerar-la en relació a diversos elements. Pel que fa al pH, un valor excessivament baix alenteix l'activitat biològica del sòl, disminueix la velocitat de mineralització de la matèria orgànica i dona lloc a concentracions importants d'aquest element en sòls àcids. Aquest fet també es pot donar en sòls molt bàsics, tot i que en aquest cas és conseqüència d'efectes secundaris i no directament del valor del pH (SAÑA, 1996: 136).

Un segon element a tenir en compte són els carbonats, perquè els sòls calcaris necessitaran un nivell de matèria orgànica més alt per compensar un ritme de mineralització més lent.

Per últim, cal valorar el volum de matèria orgànica en funció del contingut en argiles del sòl. Un sòl argilós ha de tenir-ne un nivell alt per ajudar a mantenir estructurats els abundants col·loides d'argila; un sòl sorrenc també necessita d'un nivell alt, tot i que ara és per retenir aigua i cohesionar les partícules de mida mitjana.

Hi ha nombroses taules que valoren de forma qualitativa la matèria orgànica en funció d'aquests elements (GUIGOU, 1989; SOLTNER, 1988; JACQUIN, 1977; QUÉMÉNER, 1985). En aquest estudi s'ha utilitzat l'àbac de Quéméner, per a la relació matèria orgànica amb el pH i amb els carbonats, que originalment contenien set classes i que SAÑA (1996) ha reduït a quatre (*excessiu*, *bo*, *correcte* i *pobre*) (taula 5.17).

	<i>excessiu</i>	<i>bo</i>	<i>correcte</i>	<i>pobre</i>
alzinar	46	54	0	0
roureda	0	50	25	25
pineda	39	56	0	5
bosquina	75	0	0	25
pastura	22	33	11	34
ab56	36	29	21	14
ac56	12	47	18	23
ac72	12	53	18	17
ac94	7	27	13	53

Taula 5.17: Relació matèria orgànica-pH. Percentatge d'àrees homogènies per a cadascuna de les classes (vegeu annex 8.2)

En general tots els usos del sòl tenen més del 50% de les àrees mostrejades amb un nivell *bo* o *correcte* de matèria orgànica en relació al seu valor de pH. Destaca, però, la bosquina on tres de les quatre àrees tenen un valor *excessiu* i una quarta el té pobre; i els camps de conreu actius, on només el 40% assolixen aquests valors, restant la majoria d'àrees amb la qualificació de pobres. Per obtenir uns valors més acurats d'aquest darrer ús caldria fer mostreigs en diversos moment del cicle de conreus i així eliminar el factor estacional.

	<i>excessiu</i>	<i>bo</i>	<i>correcte</i>	<i>pobre</i>
alzinar	46	54	0	0
roureda	0	25	50	25
pineda	44	11	39	6
bosquina	75	25	0	0
pastura	22	11	22	45
ab56	50	7	29	14
ac56	12	12	35	41
ac72	18	0	59	23
ac94	7	13	20	60

Taula 5.18: Relació matèria orgànica-carbonats. Percentatge d'àrees homogènies per a cadascuna de les classes (vegeu annex 8.2)

Els resultats en la qualificació de la matèria orgànica en relació als carbonats guarden la relació establerta en el pH, però amb percentatges menors (taula 5.18). Ara només hi ha quatre usos (alzinar, roureda, pineda i ac72) amb més del 50% d'àrees amb classificació adequada; la resta tenen percentatges una mica inferiors, excepte la bosquina on només en una de les àrees és *bo*.

5.1.4. Fòsfor

En la majoria de sòls el nivell de fòsfor total és suficient, però no ho són els continguts en forma assimilable, pel que sovint es presenten mancances d'aquest element en les plantes, fet que determina l'existència de certes espècies vegetals. Aquestes deficiències entre fòsfor no assimilable i fòsfor assimilable són de l'ordre de 6 Tn/ha per al primer i de 5 a 25 kg/ha per al segon. De fet la relació que s'estableix entre ambdós és de l'ordre del 0,8 al 4‰ (COBERTERA, 1993: 104).

El contingut en fòsfor en el sòl té un origen mineral en un 40 al 80% (COBERTERA, 1993: 102) i la resta és fòsfor orgànic. Aquest darrer no és només un element de reserva, sinó que suposa una millora en les condicions d'assimilabilitat del fòsfor, fet que està en relació amb l'humus i els carbonats.

El fòsfor no assimilable es troba en el sòl en forma de reserva mineral, entre les argiles i en l'humus. L'assimilable, per altra banda, es presenta per meteorització del fòsfor mineral, per intercanvi de les dissolucions i per mineralització del fòsfor orgànic.

Encara hi ha una darrera qüestió per entendre la disponibilitat de fòsfor que presenta un sòl: les formes que el fòsfor assimilable passa a no assimilable. Aquestes són: per transformació del fòsfor orgànic; per atracció elèctrica no reversible en sòls rics en carbonats; per precipitació dels fosfats d'alumini i ferro a pH superior a 6,5 o inferior a 5,5; i per insolubilització dels fosfats càlcics a pH superior a 7,5.

Així doncs, la màxima assimilabilitat del fòsfor es dona en sòls amb baix contingut de carbonats, amb pH 4,5 a 7,5 i amb poques argiles tipus montmorillonites, però al mateix temps en els sòls mancats d'argiles, de carbonats i d'humus, el fòsfor soluble no queda retingut i es renta amb les aigües de drenatge.

Els valors desitjables de fòsfor varien molt segons el mètode utilitzat per a la determinació del fòsfor assimilable, i fins i tot segons l'autor que valora un mateix mètode (taula 5.19).

nivell de fertilitat	COTTENIE (1984)	SEN-TRAN, SIROUX (1987)
Molt baix	<5	<12
Baix	5-10	
Correcte	10-18	12-25
Alt	18-25	>25
Excessiu	>25	

Taula 5.19: Valors líndar de fòsfor obtingut pel mètode Olsen segons diferents autors (mg P/kg sòl)

De les relacions exposades del fòsfor amb altres elements, es desprèn que per a una correcta interpretació cal tenir en compte la Capacitat d'Intercanvi Catiónic (CIC), tot i que el més habitual és que es valori en relació l'argila o a la classe textural (GAGNARD, 1988) (vegeu la taula 5.20).

Nivell de fertilitat	% d'argila		
	<12%	12-22%	>22%
Molt baix	<25	<30	<40
Baix	25-45	20-50	40-70
Correcte	45-70	50-90	70-115
Alt	70-90	90-110	115-135
Excessiu	>90	>110	>135

Taula 5.20: Valors líndar de fòsfor en mg P/kg de sòl (mètode Joret-Herbert) segons el contingut d'argila del sòl (GAGNARD, 1988)

Presència de fòsfor en camps de conreu abandonats i actius

Tal i com s'ha vist la interpretació dels valors de fòsfor presenta diversos problemes metodològics, com ara la variabilitat de valors en funció del mètode d'anàlisi emprat, el nivell de fertilitat que per a un mateix valor consideren diversos autors i la ponderació que s'ha d'establir en funció d'altres paràmetres. Així doncs, els resultats obtinguts serviran fonamentalment per establir punts de comparació entre els usos estudiats, més que per fer-ne una lectura dels valors absoluts.

Tant si ens fixem únicament en els valors de fòsfor com si ho fem en relació al contingut d'argila del sòl, els nivells dels camps de conreu abandonats són pobres, o baixos i molt baixos, segons la classificació utilitzada (taules 5.19 i 5.20). Cal entendre, però, que les classificacions elaborades estan pensades per ser utilitzades en sòls agrícoles on les necessitats de fòsfor per part dels conreus són molt elevades i per aquest motiu valors inferiors a 10 ppm es consideren baixos.

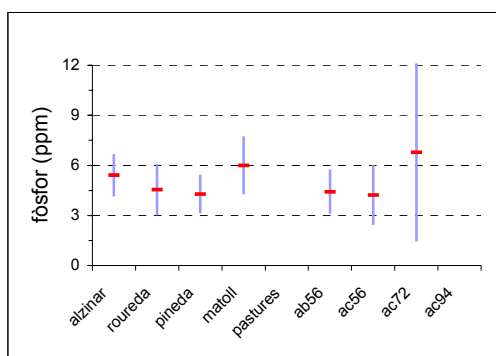
Les dades obtingudes són força homogènies en els camps abandonats, amb valors que van dels 2,5 als 8,7 ppm (taula 5.21), amb algunes excepcions que donen valors molt més alts (annex 8.2). Aquest rang de valors és comparable a l'obtingut per SORIANO (1994) a Tuixén, i lleugerament inferior al de MOLINA (2000), tots ells sempre amb valors inferiors a 15 ppm (taula 5.22).

	mitjana	DS	%CV	valors extrems (màx.-mín.)
ab56	4,42	1,24	28,03	(2,5-6,5)
ac56	4,23	1,71	40,38	(2,6-8,7)
ac72	6,77	5,27	77,74	(3,1-22,0)
ac94	74,24	60,70	81,76	(2,5-228,0)

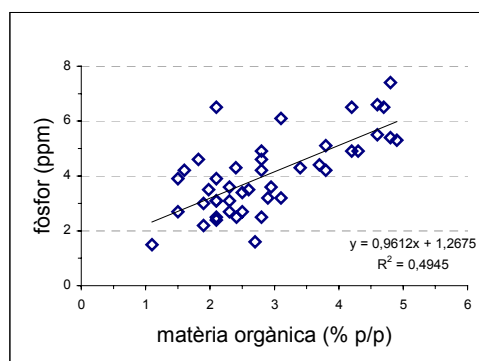
Taula 5.21: Valors mitjans de fòsfor en els camps de conreu (ppm)

Els valors mitjans segueixen una corba decreixent, des dels valors dels camps actius, pels motius ja explicats, als del període més antic d'abandonament (gràfic 5.9), donant en aquest punt nivells de fòsfor igual als de les pinedes. Els CV del grup ab56 i del ac56 són assumibles, però per a les àrees d'ac72 i ac94 són excessius, tot i que aquesta disparitat de valors en aquests darrers grups es deu fonamentalment a una sola dada de cada sèrie.

La correlació entre matèria orgànica i fòsfor, argumentada per COBERTERA (1993: 102) dona un valor d' $r^2=0,4945$ (gràfic 5.10), que sense ser molt elevada mostra com existeix aquesta relació entre ambdós paràmetres. Cal avaluar el gràfic tenint en compte que es treballa amb les dades de totes les àrees de camps abandonats ($n=47$).



Gràfic 5.9: Presència de fòsfor. Els valors d'ac94 (74) i de pastura (38,27) no s'han representat perquè són molt diferents als de la resta



Gràfic 5.10: Correlació entre matèria orgànica i fòsfor

El valor de fertilitat del sòl a partir de la valoració del fòsfor s'ha fet tenint en compte el percentatge d'argiles (taula 5.20) i el valor absolut de fòsfor (taula 5.19). Si s'utilitza la primera taula els valors obtinguts són sistemàticament molt baixos, excepte en l'ús ac94, on la meitat de les àrees continuen tenint valors *baixos*, una quarta part *correctes* i la quarta part restant *excessius* (annex 8.2.2).

Donada la poca discriminació que fa aquest àbac, s'ha utilitzat també el segon dels àbacs mencionats, on els camps abandonats més antigament (usos ab56 i ac56) també tenen

valors de fòsfor insuficients (*baixos i molt baixos*), però en els ac72 ja apareix un 18% d'àrees amb valors acceptables (*correctes i alts*), i en els ac94 els valors s'inverteixen per passar a ser la majoria *excessius*, a causa bàsicament de dos valors superiors a 100 ppm i un a 200 ppm.

Orientació

Les diferències de valors de fòsfor entre l'obaga i la solana en els camps abandonats no són significatives, perquè tot i que el vessant sud té valors més alts en l'ús ab56 i en l'ac72, la DS d'aquests fa que no es pugui parlar de tals diferències (taula 5.22).

	SORIANO (1994)		MOLINA (2000)		Present estudi	
	N	S	N	S	N	S
ab56	3,03	-	7,36	6,47	4,05 ($\pm 1,19$)	4,78 ($\pm 1,28$)
ac56	5,65	4,65	12,4	5,77	4,70 ($\pm 2,19$)	3,76 ($\pm 1,04$)
ac72	8,87	4,3	-	-	5,08 ($\pm 1,55$)	8,81 ($\pm 7,54$)
ac94	24,75	13,9	-	15,12	60,48 ($\pm 29,92$)	88,00 ($\pm 82,20$)

Taula 5.22: Valors de fòsfor (ppm) en funció de l'orientació

Pel que fa als camps actius (ac94), els valors són molt més alts, però també amb resultats superiors a solana que a obaga. La DS tan elevada, especialment a solana és producte de l'àrea 9232107 que presenta un valor molt alt (228 ppm).

Treballs semblants a aquest, i utilitzats aquí per comparar resultats, obtenen valors similars, com ja s'ha dit. Tot i això, la diferència està en que tant les àrees d'estudi de SORIANO (1994) com les de MOLINA (2000) tenen valors més elevats a obaga que a solana. La interpretació d'aquesta divergència de resultats no és possible, ja que aquests autors no faciliten la DS de les seves sèries de dades, per la qual cosa és força possible que aquesta diferència no sigui tal.

Per acabar, cal ressaltar aquesta manca de diferències entre solana i obaga, que ve donada especialment en la coberta ac56 i en l'ac72 per uns quants valors extraordinàriament més alts que el conjunt (àrees 7122047, 8221042, 8231063 i 8232105). Per contra en la coberta ac94, la mitjana de valors és molt més alta (relativament) i només es presenta una àrea amb un valor de 2,5 ppm (àrea 9211081).

Geoforma

El primer que destaca quan s'estudien les dades de fòsfor en funció de la forma de les àrees és que en cap dels quatre usos de camps abandonats i actius, la geoforma còncava és la més rica en aquest element, i en tres dels casos és la que té valors més baixos (taula 5.23)

	còncav (c)	convex (x)	pla (p)	ordre
ab56	4,63	3,53	5,10	$x < c < p$
ac56	3,75	5,31	3,63	$p < c < x$
ac72	5,25	9,25	5,18	$p < c < x$
ac94	36,10	78,63	108,00	$c < x < p$

Taula 5.23: Valors de fòsfor (ppm) als camps de conreu en funció de la geoforma

Aquest fet destaca perquè a partir del pressupòsit que la geoforma còncava presenta condicions medioambientals favorables, el valor obtingut és el contrari. Igual que s'ha comentat en l'anàlisi de l'orientació, són pocs valors alts els que incrementen notablement la mitjana del grup en el que se situen.

Pel que fa als valors mínims és de ressaltar els 2,5 ppm que té una àrea activa còncava (9211091), quan la resta d'àrees tenen valors superiors a 15 ppm. També és notablement baix el valor d'1,5 i d'1,6 ppm a dues de les àrees convexes d'ac72 (àrees 8232070 i 8231100).

Presència de fòsfor en zones forestals

Els tres usos forestals estudiats (alzinar, pineda i roureda) tenen un contingut en fòsfor força similar (taula 5.25). Tot i això, es poden fer comentaris que ajudin a interpretar els resultats obtinguts. S'estableix l'ordre següent en funció dels nivells mitjans de P:

$$\boxed{\text{alzinar} > \text{roureda} > \text{pineda}}$$

Els CV d'aquests usos *naturals* són molt més baixos que els dels usos *antròpics*, mantenint-se les dades en el rang 3,7-7,4 ppm per a l'alzinar, 2,7-6,0 ppm per a la roureda i 2,6-5,8 per a la pineda. És interessant comparar les dades de la pineda amb les dels camps abandonats amb anterioritat al 1956 (taula 5.24). Això serveix per reforçar la hipòtesi explicada en altres punts al voltant de la *naturalització* dels espais abandonats i el seu progressiu pas cap a pinedes, des de tots els punts de vista que s'utilitzin.

	<i>pineda</i>	<i>ab56</i>
mitjana	4,29	4,42
DS	1,08	1,24
CV	25,16	28,03

Taula 5.24: Comparació de valors de fòsfor per a dos usos diferents (ppm)

La roureda és la sèrie que té menor homogeneïtat, tot i que el fet de tenir poques àrees de mostreig, pels motius que ja s'ha explicat¹⁵⁵, el que invalida en part la comparació amb els altres usos, doncs el valor mitjà es veu molt condicionat pel pes de cadascuna de les àrees.

L'alzinar és la coberta amb més àrees treballades (12) i al mateix temps és la que té un CV menor, la qual cosa dóna idea de la uniformitat dels seus valors.

	<i>BONILLA</i>	<i>MAYOR (1990)</i>	<i>MOLINA (2000)</i>	<i>present estudi</i>
alzinar	6,2 ($\pm 0,2$)	8,86 ($\pm 1,06$)	-	5,42 ($\pm 1,18$)
roureda	-	-	4,79	4,55 ($\pm 1,47$)
pineda	-	-	14,81	4,29 ($\pm 1,08$)

Taula 5.25: Valors de fòsfor per a diferents estudis (ppm)

Si es comparen les dades del present estudi amb les obtingudes per altres autors (taula 5.25) s'observen diferències importants en la pineda, on MOLINA (2000) obté valors molt més elevats. El fet de no haver pogut comparar-lo amb pinedes de *Pinus halepensis* d'ambients mediterranis eixuts, com és el cas de la zona estudiada, fa que no ens atrevim a fer-ne cap més deducció que l'atribució d'aquest fet a l'altitud, i conseqüentment al diferent règim climàtic. Tot i això, aquesta hipòtesi queda desmentida en el cas de la roureda, on s'obtenen valors molt semblants entre el Cadí i Sant Llorenç.

Pel que fa a l'alzinar, el valor mitjà de 5,42 ppm de Sant Llorenç és lleugerament inferior al que obté Bonilla, i força més baix que el de Mayor. Aquesta diferència, però, no admet gaires comentaris, perquè per un costat ambdós valors continuen estant en el nivell baix de la taula, i per altra tant Bonilla com Mayor obtenen dades més diferenciades entre elles que la diferència que les separa amb les del present estudi.

¹⁵⁵ Només hi ha una roureda ben formada al parc, a la canal de les Teixonerres, i no s'han pogut mostrejar totes les variables d'orientacions i geoforma

A partir dels àbacs de valoració de la fertilitat (taules 5.19 i 5.20) no s'ha pogut determinar el nivell de cada ús de bosc, ja que aquests àbacs estan construïts per ser utilitzats en l'àmbit agronòmic, i en les àrees naturals sempre donen nivells insuficients, tal i com ha succeït en el present estudi.

Orientació

Tal com s'ha dit en els camps de conreu, les cobertes de bosc tenen un nivell de fòsfor més alt a solana que a obaga (taula 5.26). Aquest fet es dona en els alzinars i en les rouredes, de forma clara. A la pineda, tot i que el valor de l'obaga és superior, només ho és per 0,5 punts, separació inferior a la de les altres dues cobertes.

	N	S
alzinar	5,03 ($\pm 1,18$)	5,80 ($\pm 1,16$)
roureda	3,40 ($\pm 0,99$)	5,70 ($\pm 0,42$)
pineda	4,49 ($\pm 0,79$)	4,09 ($\pm 1,38$)

Taula 5.26: Valors de fòsfor en funció de l'orientació (ppm)

Geoforma

Les àrees còncaues tenen el valor més alt de fòsfor a l'alzinar, però no així a la pineda. En aquest sentit doncs, la pineda també es correspon amb els ab56, en els quals les concavitats tampoc no són les zones de menor contingut en fòsfor (taula 5.27)

	còncau (c)	convex (x)	pla (p)	relació
alzinar	6,00	4,85	5,40	$x < p < c$
roureda*	4,73	4,01	4,00	$p \leq x < c$
pineda	4,10	6,00	4,05	$p \leq c < x$

*Cobertura amb poques àrees mostrejades

Taula 5.27: Valors de fòsfor als boscos en funció de la geoforma (ppm)

5.1.5. Potassi

La forma inicial en que es troba el potassi en els minerals és completament insoluble i no intercanviable, de manera que no serveix per al desenvolupament de les plantes, i són els processos d'alteració els que permeten el pas d'aquest a formes lliures que el portaran a ser

adsorbit per les argiles i passar a la solució sòl. Aquests processos d'alteració, en les nostres latituds es donen principalment com a resultat de la transformació de les filites, miques i il·lites (CORBERTERA, 1993: 96). Un cop el K s'ha alliberat es dissol, el que permet l'absorció radicular i l'adsorció en certs tipus d'argiles. Així doncs, el potassi en forma intercanviable depèn de la reserva inicial, que es pot alliberar lentament, i dels minerals primaris que l'alteren fàcilment, però sobretot depèn de la quantitat i tipus d'argiles i de la presència o no de cations Ca^{++} i Mg^{++} .

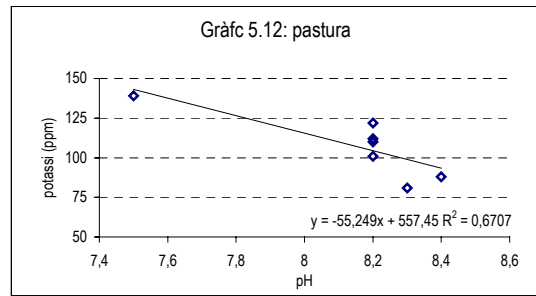
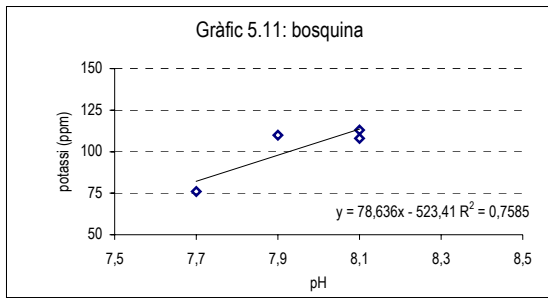
A l'hora de valorar el catió K^{++} cal fer-ho referint-se a algú altre paràmetre, ja que la relació que hi ha entre la disponibilitat de potassi i les argiles i els carbonats fa que la interpretació absoluta d'aquest element no sigui significativa (SAÑA, 1996: 165). La forma més usual de fer aquesta interpretació és expressar-ho en funció de la CIC, perquè el que modifica la disponibilitat de l'element intercanviable està en funció de la quantitat i classe de l'argila mineralògica (GRIMME, NÉMETH, 1980) (taula 5.28).

Classes de fertilitat	% K^+ / CIC	% Mg^{++} / CIC	% Ca^{++} / CIC
Molt baix	< 1	< 5	< 40
Baix	1 – 3	5 – 7	40 – 60
Correcte	3 – 4	7 – 9	60 – 80
Alt	4 – 5	9 – 12	80 – 100
Excessiu	> 5	> 12	-

Taula 5.28: Classes de fertilitat en funció dels cations d'intercanvi i de la CIC, expressades en meq/100 g de sòl (GAGNARD, 1988).

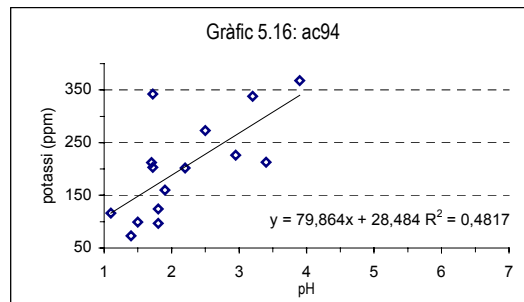
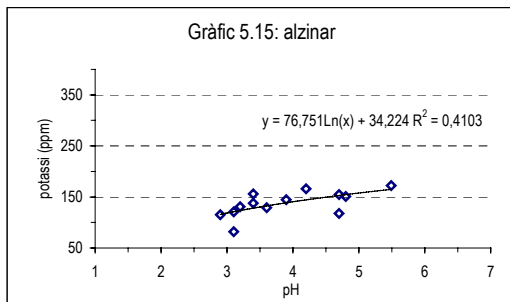
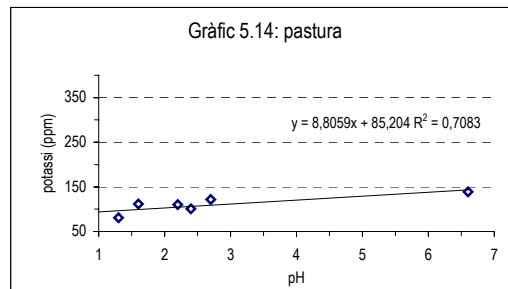
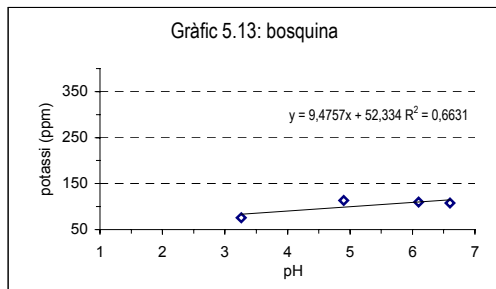
Si atenem als valors mitjans obtinguts en l'anàlisi dels diferents usos estudiats, s'observa que és molt similar en tots els casos, excepte l'ac94 (per raons d'adobat), amb valors que van dels poc més de 100 ppm a la bosquina, fins a les 137 ppm de l'alzinar. Els valors extrems que donen lloc a aquests valors mitjans estan entre les 60 ppm per a una de les àrees d'ab56 i 368 ppm per a un dels ac94 (excloent-hi el ja esmentat cas de la pastura) (taula 5.29). Fora d'aquest rang es troba l'ús pastura, amb una mitjana que arriba fins a les 332 ppm, a causa del valor exageradament alt de l'àrea 5222095 (annex 8.2.2).

Els CV són molt baixos per als usos *naturals*, al voltant del 15% i una mica més alts per als usos antròpics abandonats, propers al 30%. Així doncs, no hi ha diferències significatives entre els usos *naturals* i els *antròpics*.



Gràfics 5.11 i 5.12: Correlació entre pH i potassi

Tal i com es pot observar en els gràfics 5.11 i 5.12, en els usos bosquina i pastura hi ha correlació entre el potassi i el pH, però no hi és en els altres usos, tot i que existeix una relació teòrica entre sòls àcids i continguts de potassi baixos. Pel que fa a la matèria orgànica també es dona una correlació positiva amb el pH (MOLINA, 2000:147), que en aquest estudi és present un altre cop en els usos bosquina i pastura, i de forma molt menor en l'alzinar i en l'ac94 (gràfics 5.13 a 5.16).



Gràfics 5.13 a 5.16: Correlació entre matèria orgànica i potassi

Presència de potassi en camps de conreu abandonats i actius

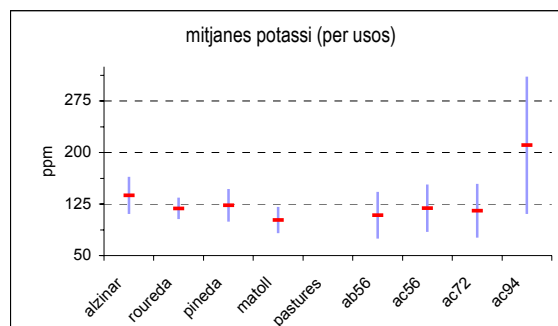
Ja s'ha constatat la uniformitat dels resultats en tots els usos, per la qual cosa en aquest cas no cal destacar especialment la seqüència camps abandonats-pineda, que en altres paràmetres d'anàlisi ha demostrat l'evolució del territori des de l'abandonament cap a la naturalització. Tot i això, insistim que en el cas del potassi també es compleix, malgrat que l'ordre exacte de valors sigui:

$$\text{ac94} > \text{pineda} > \text{ac56} > \text{ac72} > \text{ab56}$$

Una diferència significativa que es presenta entre usos antròpics i usos *naturals* és l'homogeneïtat de les sèries de dades (taula 5.29 i gràfic 5.17). Ja s'ha dit que de forma general totes les sèries treballades són força coherents, però els camps de conreu abandonats i especialment els actius, tenen una variabilitat interna força superior a la dels boscos. Aquest fet es deu al caràcter heterogeni de les zones antròpiques, és a dir que malgrat que la coberta vegetal sigui homogènia a una escala relativament petita (cas dels ab56), presenta heterogeneïtats a una escala més gran, fet que reflecteix el contingut de potassi.

	Present estudi			valors extrems (màx.-mín.)
	mitjana	DS	%CV	
ab56	108,71	32,28	29,69	(60-163)
ac56	119,06	32,54	27,33	(67-179)
ac72	115,18	37,36	32,43	(71-203)
ac94	210,63	98,20	46,62	(73-368)

Taula 5.29: Valors mitjans de potassi en els camps de conreu (ppm)



Gràfic 5.17: Presència de potassi en els diferents usos. Els valors de la pastura (332,07 ppm) no s'han representat perquè són molt diferents als de la resta

Orientació

No es pot dir que la quantitat d'insolació tingui efecte sobre el nivell de K que presenten les mostres de sòl analitzades, perquè en dos casos les solanes tenen un contingut superior a les obagues i en uns altres dos casos és al revés (taula 5.30).

	SORIANO (1994)		MOLINA (2000)		Present estudi		ordre
	N	S	N	S	N	S	
ab56	316,21	-			103,5 ($\pm 41,48$)	113,92 ($\pm 22,5$)	n < s
ac56	613,38	315,75	181,0	202,0	134,92 ($\pm 30,38$)	103,19 ($\pm 28,32$)	s < n
ac72	375,31	429,54	-	-	103,75 ($\pm 27,77$)	128,9 ($\pm 45,75$)	n < s
ac94	512,13	276,25	-	513,6	228,67 ($\pm 60,42$)	192,58 ($\pm 129,56$)	s < n

Taula 5.30: Valors de potassi (ppm) en funció de l'orientació

Això mateix succeeix en altres obres consultades en les que també s'ha treballat per separat les orientacions nord i sud. Tant SORIANO (1994) com MOLINA (2000) no obtenen cap patró en relació al potassi (taula 5.30).

Geoforma

La geoforma no es pot comparar amb les dades dels autors citats perquè aquests no l'han utilitzat com a variable. En el present estudi, la geoforma còncava és en tots els casos la que té un nivell de K intermedi, mentre que les convexitats i les àrees planes s'alternen (taula 5.31). Pensem que això tampoc no segueix cap patró i que no es pot parlar de la variable geoforma com a definidora del nivell de potassi de les àrees d'estudi.

	còncav (c)	convex (x)	pla (p)	ordre
ab56	110,8	107,5	112,8	x < c < p
ac56	118,6	117,0	119,8	x < c < p
ac72	112,67	125,0	112,13	p \approx c < x
ac94	198,8	211,6	198,8	p = c < x

Taula 5.31: Valors de potassi (ppm) als camps de conreu en funció de la geoforma

Presència de potassi en zones forestals

En el cas del K no hi ha diferències significatives per als tres usos forestals treballats. Tal i com s'ha dit, les sèries de valors són molt homogènies, amb CV molt petits (taula 5.32).

	HERETER (1986)	BONILLA	MAYOR (1990)	CARCELLER (1995)	MOLINA (2000)	present estudi
alzinar	56,7	66,47 ($\pm 7,82$)	86,02 ($\pm 3,52$)			137,58 ($\pm 25,14$)
roureda		-	-	324,53 ($\pm 2,74$)	283,1	118,75 ($\pm 13,77$)
pinada		-	-	144,67 ($\pm 2,74$)	324,67	123,15 ($\pm 21,75$)

Taula 5.32: Valors de potassi en ppm per a diferents estudis

En funció de la quantitat de K present en les mostres analitzades, aquestes s'ordenen en:

alzinar > pineda > roureda

A la sèrie de l'alzinar l'àrea 1122061 té un valor 50 ppm per sota de la mitjana i ja que la litologia és igual en tots els usos (conglomerats eocènics), la diferència en els valors no es poden atribuir a diferències de potassi mineral.

L'orientació i la geoforma, igual que ha succeït en els camps de conreu, no aporta informació complementària. Els valors mitjans segons l'orientació són molt semblants i no hi ha un vessant, nord o sud, predominant.

Els cations d'intercanvi i la CIC

De les diverses formes d'avaluar la presència de K, Mg i Ca d'intercanvi que es basen en la proporció de cations, les principals són: la relació entre cations, la relació de elements assimilables amb la CIC i les que incorporen l'element conreu (SAÑA, 1996: 168).

Per a aquest estudi s'ha seguit una escala de diagnòstic que valora la fertilitat en funció de la relació qui hi ha entre l'element i la CIC (YÁNEZ, 1989) (taula 5.33).

K^+	Mg^{++}	Ca^{++}
2 - 6	10 - 20	60 - 80

Taula 5.33: Proporcions desitjables dels elements d'intercanvi (meq per 100 g de sòl)

Aquesta escala de valoració també és apta per al Ca^{++} , però com que no s'ha disposat d'aquest valor analític i que les àrees mostrejades es troben en litologies calcàries, la qual cosa implica que no hi ha d'haver problemes per manca d'aquest element, no s'ha valorat. Tot i això el valor del catió calci es pot deduir (GAGNARD, 1988):

$$\text{Ca}^{++} = 100\% - \%K^+ - \%Mg^{++}$$

El nivell de K^+ *correcte* passa del 20% de les àrees mostrejades en l'ús ac94 a més del 80% en l'ab56. En els camps actius la resta de mostreigs (80%) tenen un excés de potassi, segurament a causa de l'adobat, com acostuma succeir en els camps de conreu. En els usos intermedis entre l'abandonament més antic i els camps actius hi ha una certa gradació en la recuperació dels nivells òptims, tot i que un cop es deixen de conrear ràpidament se situen en el nivell adequat.

Aquesta valoració del potassi és *correcte* en totes les àrees de bosc (alzinar, roureda i pineda), i en la bosquina davallen fins al 50%, però aquesta dada és enganyosa, perquè dels quatre mostreigs, dos tenen valors entre 2 i 6 meq/100g sòl, un tercer té 1,99 (recordem que el lliandar és 2) i un darrer 1,88. És a dir que en realitat el nivell general de la bosquina se situa entre el 75 i el 100% d'àrees *correctes*. La darrera coberta, la pastura, té uns valors molt semblants al dels camps de conreu abandonats (taula 5.34).

	<i>Alt</i>	<i>Correcte</i>	<i>Baix</i>
Alzinar	-	100	-
Roureda	-	100	-
Pineda	-	100	-
Bosquina	-	50	50
Pastura	22,2	66,67	11,1
Ab56	7,7	84,6	7,7
Ac56	23,5	70,6	5,9
Ac72	17,6	76,5	5,9
Ac94	80	20	-

Taula 5.34: Percentatge d'àrees d'estudi segons el seu nivell de fertilitat en relació al K⁺ (extret de l'annex 8.2.2)

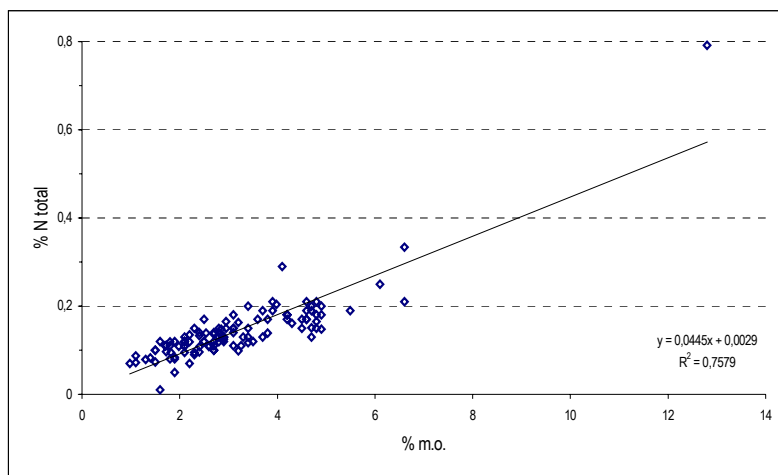
5.1.6. Nitrogen

El valor del nitrogen (N) per si sol no és un indicador de fertilitat, sinó que s'utilitza per determinar la relació carboni/nitrogen (C/N) (SAÑA, 1996: 146). Això és així perquè el N que poden utilitzar les plantes depèn del contingut orgànic del sòl, ja que el N-orgànic, que sempre és superior al 90% del N-total, no és assimilable directament. Autors com LÓPEZ-RITAS (1972: 94) parlen d'un màxim de N-orgànic sobre el total de fins el 97-98%.

<i>grup</i>	<i>contingut de N (% p/p)</i>	<i>qualificació</i>
1	0-0,05	molt baix
2	0,05-0,1	baix
3	0,1-0,2	normal
4	0,2-0,4	alt
5	>0,4	molt alt

Taula 5.35: Classificació del sòl segons el seu contingut en N

En el cicle del N, el N-orgànic passa per una mineralització i per una nitrificació que facilita la seva solubilitat i absorcionabilitat vegetal. Aquest procés està condicionat per diversos factors: valors neutres de pH, humitat lleugerament inferior a la capacitat de camp, textures franques i estructures granulars, i temperatura alta (però inferior a 35-40°C) (COBERTERA, 1993: 91). De tots aquests factors el que presenta una correlació més bona en aquest treball és el contingut en matèria orgànica, tal i com es pot veure en el gràfic 5.18.



Gràfic 5.18: Relació matèria orgànica/N-total

Tot i que ja s'ha dit que el valor de N no té excessiva importància per ell mateix, COBERTERA (1993: 238) fa una classificació de l'aptitud del sòl en funció de la quantitat que té d'aquest paràmetre (taula 5.35). Treballant amb els valors mitjans de cada coberta vegetal d'aquest estudi (taula 5.36), estan totes en el grup 3 de la taula 5.35, i les àrees de pastura pugen un 0,1% a causa del valor molt elevat de l'àrea 5121102. Si examinem els valors de cadascuna de les àrees homogènies per separat se'n troben diverses amb percentatge *baix*, però només una de *molt baix*, corresponent a l'àrea 5232089. Diverses àrees presenten un valor *alt* de N, però l'única amb un valor *molt alt* és la 5121102. Tant l'àrea amb un valor mínim com la que té el valor màxim pertanyen a la pastura, la primera a Sant Llorenç i la segona a la Serra de l'Obac. De fet, aquestes diferències tan significatives en les diverses pastures ja s'han comentat en altres paràmetres.

	<i>alzinar</i>	<i>roureda</i>	<i>pineda</i>	<i>bosquina</i>	<i>pastures</i>	<i>ab56</i>	<i>ac56</i>	<i>ac72</i>	<i>ac94</i>
mitjana	0,16	0,10	0,15	0,22	0,24	0,14	0,12	0,13	0,13
DS	0,03	0,03	0,05	0,03	0,26	0,03	0,03	0,02	0,04
%CV	17,25	29,44	34,64	12,03	106,13	22,03	26,45	17,69	29,84

Taula 5.36: Valors de N en % p/p per als diferents usos

Comparant les dades obtingudes en aquest estudi amb les que han presentat altres autors per a diferents àrees de muntanya, els valors obtinguts són bastant més baixos en tots els casos. Això és així especialment en els ac94, on MOLINA (2000) dobla els valors de Sant Llorenç, i SORIANO (1994) els triplica (taula 5.37).

	MOLINA (2000)	SORIANO (1994)	CARCELLER (1995)	diversos*	present estudi
alzinar	-	-	-	0,23	0,16
roureda	0,16	-	-	-	0,10
pineda	0,32	-	0,31	-	0,15
ab56	0,26	0,24	-	-	0,14
ac56	0,27	0,39	-	-	0,12
ac72	-	0,38	-	-	0,13
ac94	0,24	0,39	-	-	0,13

*HERETER (1986), BONILLA i MAYOR (1990)

Taula 5.37: Valors de N (% p/p) per als diferents usos segons altres autors.

No ens estendrem en aquest apartat més perquè ja s'ha ressaltat la poca utilitat que té analitzar el nitrogen si no es correlaciona amb el carboni, cosa que ja s'ha fet en l'apartat 5.1.9.

5.1.7. Carbonats

L'origen dels carbonats en el sòl és divers. Principalment prové de la roca calcària i altres roques sedimentàries que contenen calcita o dolomia (PORTA, 1994: 158), de roques silíciques, com és el cas de les plagioclasses dels granits (COBERTERA, 1993: 94) i en menor mesura altres formes d'origen són les reaccions de precipitació entre ions de la solució sòl i la carbonatació de compostos bàsics (SAÑA, 1996: 118). En relació a la matèria orgànica, els carbonats afavoreixen els processos de mineralització dels residus orgànics, tot i que per contra dificulten la descomposició de la matèria orgànica humificada, i la descomposició dels carbonats proporciona els ions Ca^{++} i Mg^{++} que mantenen les argiles floculades.

La presència de carbonats té gran importància en l'estructuració del sòl, l'activitat biològica que s'hi desenvolupa, la seva capacitat d'emmagatzemar nutrients i l'assimilabilitat dels elements essencials. Aquest element està molt influenciat pel pH, de tal forma que els sòls neutres o amb ph baix solen tenir quantitats de carbonats suficients, mentre que amb pH

àcid aquests no hi són presents. Això és producte de la dissolució dels carbonats en aigua amb CO₂, element que serà més abundant com més activitat biològica s'hi desenvolupi (PORTA, 1994: 157).

Tal i com s'ha dit, l'acció dels carbonats està en funció de la solubilització d'aquests en un solució aquosa de CO₂, fracció que es denomina calcària activa. Per a aquest estudi no es disposa de l'analítica d'aquest paràmetre, però el seu valor pot ser deduït de forma aproximada a partir de les equacions següents que correlacionen la quantitat de carbonat càlcic equivalent (CCE) amb aquest paràmetre (BAIZÉ, 1988):

$$\% \text{ calcària activa} = 0,99 \% \text{ carbonats} < 20\mu\text{m} + 0,08$$

En aquesta equació cal conèixer la quantitat de carbonats més petits de 20 μm , perquè Baizé considera que és el llindar a partir del qual els carbonats tenen una important activitat química. Aquest llindar, però, és molt aproximat, i de fet hi ha altres autors, com DUCHAUFOR (1975), que el situen en 50 μm . L'equació de Baize millora si es tenen en compte les fraccions llim i argila (SAÑA, 1996: 121), segons:

$$\% \text{ calcària activa} = 0,069\% \text{ carbonats totals} + 0,095 \text{ argiles} + 0,040 \text{ llims} + 0,824$$

La importància que tenen els carbonats en el sòl fa que sigui necessària una quantitat d'aquests com a reserva. Quantitat mínima que se situa entre el 0,2% (RÉMY, 1974) i el 5% per a sòls conreats i que COBERTERA (1993) en fa una classificació que SORIANO (1994) concreta en els percentatges següents: <2%, manca important de calci; entre el 2 i el 5%, el ferro i el fòsfor es troben en quantitats suficients; entre el 5 i el 12% la relació és bona però el ferro presenta els primers problemes d'assimilabilitat; per últim, per sobre del 12% apareixen mancances importants d'aquests elements i d'altres.

Pel que fa als valors obtinguts en aquest estudi, la calcària activa es manté dins dels nivells acceptables en tots els subgrups establerts, ja sigui en funció de l'ús o de l'orientació i la geoforma. No s'observen diferències significatives entre els usos estudiats, tot i que en general els *antròpics* tenen nivells de calcària activa superiors als forestals. L'ordre dels valors no passa dels camps de conreu abandonats a les pinedes, com succeeix en altres paràmetres, donant idea de l'evolució del paisatge entre els primers estadis de l'abandonament i les pinedes, sinó que és:

$$\text{roureda} < \text{alzinar} < \text{ab56} < \text{pineda} < \text{bosquina} < \text{ac72} < \text{ac56} < \text{ac94} < \text{pastures}$$

Tampoc no hi ha diferències significatives entre orientacions i geoformes.

5.1.8. Magnesi

Aquest element té un comportament similar al del Ca^{++} , tot i que es presenta en menor mesura perquè està associat a altres minerals menys abundants, perquè és retintut per formar carbonats i perquè se solubilitza més lentament. Un cop alliberat pren el mateix camí que el K: es dissol o bé és adsorbit pels enllaços interns i externs de les làmines de les argiles (COBERTERA, 1993: 98).

La taula 5.38 reflecteix els llindars establerts per CONTENIE (1984) per al contingut de magnesi, i a la taula 5.39 hi figuren els valors promig dels usos en les àrees d'estudi. Les concentracions de Mg en les àrees analitzades estan sempre a la banda alta de les escales d'interpretació, amb valors excessius en els usos forestals, excepte la roureda, i amb valors alts en els camps de conreu, tot i que les escales absolutes de valoració estan molt qüestionades (SAÑA, 1996: 165) i milloren quan s'expressa respecte la CIC.

Classe de fertilitat	meq/100 g sòl	ús	meq/100 g sòl
Molt baixa	< 0,16	Alzinar	2,44
Baixa	0,16 – 0,33	Roureda	1,10
Correcta	0,33 – 0,66	Pineda	2,15
Alta	0,66 – 1,48	ab56	1,99
Excessiva	> 1,48	ac56	1,36
		ac72	1,50
		ac94	1,43

Taula 5.38: Escala de diagnòstic del catió Mg^{++} per a una CIC de 10-20 meq/100 g sòl (SAÑA, 1996: 169)

Taula 5.39: Valors mitjans absoluts de Mg^{++}

La descripció relativa d'aquest paràmetre s'expressa en la taula 5.40, on es té en compte el valor real de la CIC. Igual que succeïa en la valoració absoluta, és a dir, sense tenir en compte la CIC, els valors que s'obtenen són molt alts, situant-se tots en el darrer grup.

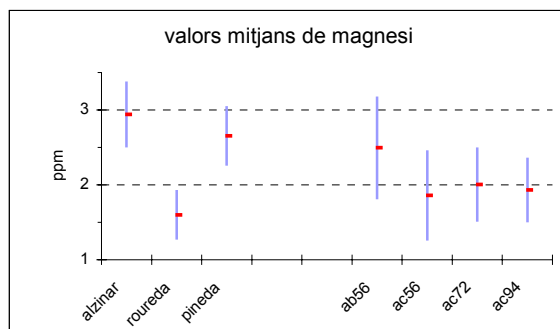
Classes de fertilitat	% Mg ⁺⁺ /CIC
Molt baix	< 5
Baix	5 – 7
Correcte	7 – 9
Alt	9 – 12
Excessiu	> 12

Taula 5.40: Relació entre el Mg⁺⁺ i la CIC

ús	% Mg ⁺⁺ /CIC
Alzinar	24,77
Roureda	15,52
Pineda	26,35
ab56	24,73
ac56	-
ac72	20,62
ac94	20,90

Taula 5.41: Valors mitjans de Mg⁺⁺ en relació a la CIC

Atenent a aquesta valoració (taula 5.41), veiem com també les àrees se situen a la part alta, amb valors que excedeixen de 12 (meq/100g sòl) en totes les categories.



Gràfic 5.19: Presència de magnesi en els diferents usos.

Si ens fixem un altre cop només en els valors absoluts, els camps de conreu segueixen una evolució positiva en el contingut d'aquest element, des dels camps de conreu actius fins als abandonats abans de 1956, tot i que en la categoria ac56 davalla una mica (gràfic 5.19). Els coeficients de variació però, són una mica alts, pel que les sèries no es poden considerar gaire homogènies, al contrari del que succeeix en els usos de bosc, on el CV està a l'entorn del 20-25% (annex 8.2). Els camps abandonats més antigament tenen un valor de magnesi molt similar al de les pinedes, tot i que amb la ja mencionada dispersió de dades, el que un cop més situa la *naturalització* dels paràmetres químics dels sòls amb el transcurs del temps d'abandonament.

Les rouredes tenen el valor més baix de tots els usos, tan naturals com antròpics, i les bosquines se situen en el punt més alt, seguint la sèrie:

bosquina > alzinar > pineda > camps abandonats > camps actius > roureda

Presència de magnesi en camps de conreu abandonats i actius

L'elevat coeficient de variació fa que les diferències entre àrees no puguin ser tingudes en compte de forma estadística, tot i que atenent només als valors mitjans sí que es dona el procés de *naturalització* que hem vist en els altres paràmetres analitzats, malgrat que els camps abandonats amb un menor contingut de magnesi són els ac56 (taula 5.42).

	Present estudi				MOLINA (2000)
	mitjana	DS	%CV	valors extrems (màx.-mín.)	
ab56	1,99	0,67	33,55	3,1-1,2	1,42
ac56	1,36	0,59	43,15	2,6-0,85	1,20
ac72	1,50	0,48	31,90	2,5-1,2	-
ac94	1,43	0,41	29,00	2,0-0,9	1,32

Taula 5.42: Valors mitjans (meq) de magnesi en els camps de conreu

Els valors obtinguts en aquest estudi es poden comparar amb els que obté MOLINA (2000) al Cadí. A més de ser del mateix rang, tot i que en totes les categories són lleugerament inferiors, també té un increment de magnesi amb el transcurs del temps que els camps estan abandonats. Fins i tot succeeix el mateix que en el cas de Sant Llorenç: els camps ac56 són els que tenen un valor inferior.

Orientació

La insolació no té un efecte clar sobre la presència de magnesi en els sòls analitzats, però hi ha certs aspectes a comentar de la taula 5.43. Així, per exemple, destaca una uniformitat més elevada en els valors mitjans dels vessants nord, encara que la DS d'aquests resultats fa que no es puguin treure conclusions estadístiques d'aquest tipus.

	N	S	ordre
ab56	1,68 (±0,69)	2,31 (±0,55)	n < s
ac56	1,72 (±0,78)	1,09 (±0,24)	s < n
ac72	1,43 (±0,25)	1,56 (±0,64)	n < s
ac94	1,48 (±0,25)	1,40 (±0,56)	s < n

Taula 5.43: Valors de magnesi (meq) en funció de l'orientació

Pel que fa al vessant solell, els camps abandonats de fa més anys tenen el valor mitjà absolut més elevat, i proper al valor de les pinedes (2,16 ppm), que seria el següent pas en l'evolució vegetal del territori. Contràriament a aquesta lògica, els camps abandonats l'any

1956 tenen el valor més baix de la taula, per la qual cosa no es pot establir una gradació d'augment de magnesi en el sòl a mesura que el territori avança cap a la *naturalització*. Aquest mateix fet, però de forma molt menys acusada, també es dona en l'exposició nord.

Malgrat tot, si no es té en compte aquest trencament que suposa la categoria ac56 en la sèrie, i ens limitem als valors mitjans, sí que es pot parlar d'una tendència a la recuperació del magnesi amb el procés d'aforestació dels antics camps de conreu, tot i que de forma poc clara.

Geoforma

Així com en el catió K^{++} hi havia una ordenació molt poc definida dels valors en funció de la geoforma, en el Mg^{++} es poden fer consideracions a la taula 5.44. El primer que destaca és que les formes planes sempre tenen els valors més alts de magnesi, excepte en els camps actius, però això és per causa de l'adobat químic d'aquests camps que introdueix una forta periodicitat en el nivell de fertilitat del sòl. Després d'aquesta geoforma ens apareixen els camps convexos, que tal i com ha succeït en altres paràmetres, no tenen necessàriament una fertilitat menor que els còncaus. Tot i això els sòls dels vessants convexos són molt prims per la qual cosa aquesta potencialitat química no es reflecteix en la realitat.

Si ens referim a l'evolució de cada geoforma per separat, s'observa una recuperació del magnesi, tot i que de forma molt oscil·lant en els diferents períodes temporals estudiats. Partint dels camps actius, amb valors elevats, excepte per a la forma plana, els valors de magnesi decauen fins que al període més antic d'abandonament tots ells han superat els valors de partida.

	<i>còncav (c)</i>	<i>convex (x)</i>	<i>pla (p)</i>	<i>ordre</i>
ab56	1,75	1,75	2,40	$x = c < p$
ac56	1,00	1,40	1,57	$c < x < p$
ac72	1,20	1,34	1,77	$c < x < p$
ac94	1,65	1,53	0,90	$p < x < c$

Taula 5.44 : Valors de magnesi (meq) als camps de conreu en funció de la geoforma

Presència de magnesi en zones forestals

El substrat edàfic dels alzinars és el que presenta un valor més alt de magnesi, producte de la seva maduresa. Aquest valor és comparable a l'obtingut per altres autors (taula 5.45), situant-se quasi tots ells en el grup *excessiu* de la taula 5.40. Al treball d'HERETER (1986) els alzinars del Montseny donen valors més baixos, però Bonilla, que ha treballat a la mateixa conca, obté dades molt més properes a les nostres, per la qual cosa en aquest cas ens limitem a establir la comparació amb aquest darrer autor (taula 5.45).

El valor que presenten les pinedes correspon a la seqüència que s'indicava al començar aquest apartat. És a dir que els camps de conreu abandonats evolucionen florísticament cap a una pineda, com a primer pas en la successió arbòria, i també ho fan edàficament. Es passa dels 1,99 meq/100g dels camps amb un abandonament més antic als 2,15 meq/100g de promig en les pinedes. Carceller i Molina obtenen valors lleugerament inferiors, producte de la situació geogràfica dels seus estudis: Moncayo i Cadí respectivament, amb un nivell d'insolació menor que les serres de Sant Llorenç i de l'Obac.

	HERETER (1986)	BONILLA	MAYOR (1990)	CARCELLER (1995)	MOLINA (2000)	present estudi
alzinar	0,39	1,7 ($\pm 0,2$)	2,09 ($\pm 0,18$)	-	-	2,44 ($\pm 0,42$)
rouredes	-	-	-	1,78 ($\pm 1,21$)	0,98	1,10 ($\pm 0,38$)
pineda	-	-	-	1,86 ($\pm 0,75$)	1,86	2,15 ($\pm 0,31$)

Taula 5.45 : Valors de magnesi (meq) en usos forestals per a diferents estudis

5.1.9. Relació carboni/nitrogen

Hi ha diversos elements que serveixen per caracteritzar els aspectes biològics del sòl: tipus d'humus, matèria orgànica total, etc, però de tots aquests el més rellevant és la relació carboni/nitrogen (C/N), que està en funció dels continguts orgànics totals. Aquest índex indica el temps que necessita la matèria orgànica per mineralitzar-se i el contingut i estat de la fertilitat del sòl (taula 5.46).

Valors molt baixos d'aquesta relació donen idea de sòls molt mineralitzats i valors molt alts indiquen un predomini excessiu de la humificació. La relació carboni/nitrogen es calcula a partir de:

$$c/n = \frac{\%C \text{ org. total}}{\%N \text{ total}}$$

El carboni orgànic total es pot deduir a partir del factor Van Bemmelen: 1,724 de la matèria orgànica (COBERTERA, 1993: 250), o altres factors, com ara 1,33 per a sòls conreats (LÓPEZ-RITAS, 1972: 120) i 2 per a sòls naturals (DUCHAFOUR 1975: 429). En aquest treball s'ha utilitzat el factor Van Bemmelen perquè és el més utilitzat en la literatura i això permet comparar els resultats obtinguts amb altres autors.

grup	relació C/N	Conseqüències
1	inferior a 5	Excés de mineralització. Molt poca fertilitat. Dificultats per augmentar la taxa orgànica del sòl, tot i amb grans aportacions orgàniques.
2	de 5 a 8	Tendència a la mineralització de l'humus. Fertilitat de baixa a mitjana. Es pot augmentar la taxa orgànica del sòl amb aportacions orgàniques grans i continuades.
3	de 8 a 12	Equilibri entre la mineralització i la humificació. Fertilitat de mitjana a bona. Per conservar la taxa orgànica del sòl són necessàries aportacions orgàniques periòdiques.
4	superior a 12	Predomini de la humificació. Poc freqüent en sòls conreats.

Taula 5.46: Conseqüències de la relació C/N en sòls conreats (COBERTERA, 1993: 257)

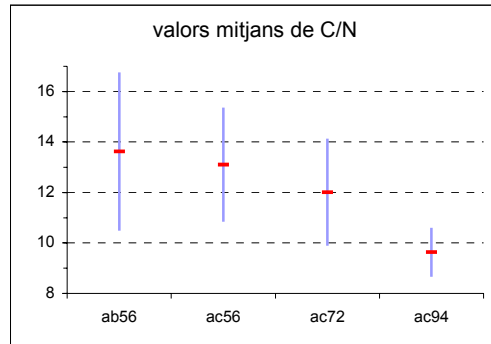
Relació C/N en camps de conreu abandonats i actius

Les diferències en les mitjanes de C/N en funció del període d'abandonament són superiors al 40%; s'observa un augment constant d'aquesta relació en el procés de *naturalització* dels antics camps de conreu, igual que ho han constatat altres autors (taula 5.47). Tot i això, aquestes diferències no es poden considerar estadísticament significatives, tal i com reflecteix el gràfic 5.20.

	MOLINA (2000)	SORIANO (1994)	Present estudi			
			mitjana	DS	%CV	valors extrems (màx.-mín.)
ab56	12,07	15,54	13,62	3,08	22,63	(18,56-7,73)
ac56	11,74	15,04	13,11	2,21	16,85	(16,86-10,15)
ac72	-	12,7	12,01	2,07	17,25	(15,70-8,79)
ac94	9,94	12,36	9,64	0,92	9,53	(11,39-8,15)

Taula 5.47: Valors de C/N en diferents estudis

També sembla interessant destacar l'homogeneïtat dels valors mitjans de cada sèrie, amb un percentatge de coeficient de variació que va del 9,53 (ac94) al 22,63 (ab56), obtinguts de sèries de més de 10 mostreigs (annex 8.2.1).



Gràfic 5.20: Valors de C/N per als camps de conreu del parc

El valor màxim absolut en els camps abandonats i actius és de 18,56 (àrea 6131059) i el mínim de 7,73 (àrea 6112018), ambdós valors al voltant del grup 3 de C/N, i per tant amb un nivell molt acceptable (taula 5.46). Seguint la classificació descrita per COBERTERA (1993), els camps de conreu actius es troben tots en el grup 3, amb una fertilitat mitjana a bona. Els camps abandonats no es poden classificar amb la taula 5.46 perquè donen tots grup 4, el que no és freqüent en conreus, i per tant cal classificar-los com a sòls forestals. Segons el mateix Cobertera, aquesta relació C/N en sòls naturals depèn de l'humus, que per a valors compresos entre 12 i 15, on es troben quasi totes les àrees de camps abandonats (veure annex 8.2.2), correspon a un mull forestal (taula 5.48).

grup	relació C/N	humus
1	de 5 a 12	Mull càlcic
2	de 12 a 15	Mull forestal
3	de 15 a 23	Moder
4	de 20 a 26	Mor

Taula 5.48: Tipus d'humus en sòls forestals segons la relació C/N (COBERTERA, 1993: 258)

L'ordre que s'estableix entre camps actius i no actius, en funció de la seva relació carboni nitrogen és:

$$\boxed{ab56 = ac56 > ac72 > ac94}$$

Orientació

	SORIANO (1994)		MOLINA (2000)		Present estudi					
	N	S	N	S	N		S			
					DS	%CV	DS	%CV		
ab56	15,54	-	13,00	11,13	13,56	3,68	27,14	13,57	2,74	20,21
ac56	15,64	17,27	12,75	10,72	13,29	1,92	14,46	12,61	2,31	18,35
ac72	10,14	15,27	-	-	12,67	1,91	15,09	11,07	1,86	16,81
ac94	11,64	13,08	-	9,94	9,87	0,95	9,58	9,32	0,97	10,42

Taula 5.49: Valors mitjans de C/N en funció de l'orientació dels camps de conreu

Les mitjanes obtingudes a l'orientació nord sempre estan per sobre de les sud (taula 5.49), tot i que aquests valors no són estadísticament significatius. Aquest fet s'explica lògicament per una menor insolació, que es tradueix en un menor estrès hídric i per tant en una cobertura vegetal superior. El fet que els valors de C/N a solana i obaga en els ab56 siguin igual confirma aquesta idea, ja que en aquestes àrees la vegetació ha tingut temps per assolir un bon cobriment també a solana.

Realment la *normalitat*, en sentit no estadístic, dels valors obtinguts i la manca de diferències prou significatives entre orientacions nord i sud no permeten extreure'n més conclusions.

Geoforma

	còncav (c)			convex (x)			pla (p)			ordre
	mitjana	DS	%CV	mitjana	DS	%CV	mitjana	DS	%CV	
ab56	11,30	2,53	22,36	12,88	33,28	25,48	12,62	0,75	5,91	c < p < x
ac56	13,62	3,34	24,49	12,02	2,67	22,20	12,62	0,75	5,91	x < p < c
ac72	12,27	1,26	10,26	13,10	2,92	22,30	12,24	1,75	14,32	x < c < p
ac94	9,79	1,15	11,71	8,93	0,69	7,70	9,98	0,61	6,09	x < c < p

Taula 5.50: Valors de C/N en funció de la geoforma dels camps de conreu

Igual que succeeix amb l'orientació, la geoforma no aporta excessiva informació pel que fa a la relació C/N; per a cadascuna de les fases d'abandonament estudiades hi ha una relació diferent (taula 5.50). Tot i això, les formes convexes tenen uns valors mitjans inferiors als de les planes i còncaves, el que està relacionat amb la manca de desenvolupament dels sòls en aquestes formes.

Així doncs, la relació C/N és comparable a l'obtinguda per SORIANO (1994) i MOLINA (2000) (taula 5.47), que també presenten una sèrie lineal i creixent des dels ac94 als ab56. Ni l'orientació ni la geofoma tenen cap incidència clara sobre la C/N, pel que no sembla profitós continuar investigant en aquesta línia. Val la pena destacar tan sols un cop més que les diferències estan en l'increment que presenten els valors a la sèrie camps actius-temps d'abandonament.

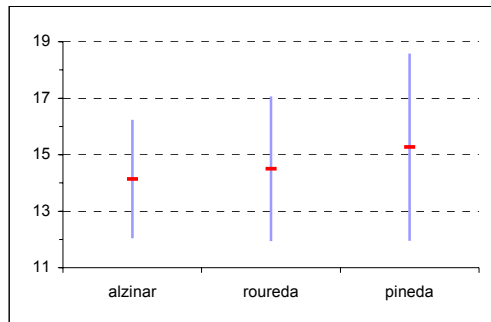
Relació C/N en boscos

La relació C/N en els boscos ocupa un rang més estret (taula 5.51) que en els camps de conreu i té valors per sobre d'aquests. Entre la mitjana de l'alzinar i la de la pineda només hi ha 1,13 punts de diferència, però les desviacions estàndard (DS) d'aquests grups no permeten fer més comentaris (gràfic 5.21), perquè estadísticament no hi ha diferències. Cal citar només que el %CV continua sent molt baix, pel que les sèries de valors preses en cada ambient forestal són consistents.

	<i>mitjana</i>	<i>DS</i>	<i>%CV</i>	<i>valors extrems (màx.-mín.)</i>
alzinar	14,14	2,05	14,50	(18,75-11,91)
roureda	14,50	2,51	17,34	(18,23-12,94)
pineda	15,27	3,27	21,41	(20,97-8,20)

Taula 5.51: Valors de C/N en les àrees de bosc

El valor absolut més alt (20,97) es dona a la pineda (àrea 3112049), però en aquesta mateixa coberta vegetal es dona el més baix (8,20) (àrea 3121079). Aquesta disparitat de valors cal atribuir-la a l'heterogeneïtat de la pineda, cas similar a la coberta ab56, on també es donen els valors extrems dels camps de conreu (taula 5.47).



Gràfic 5.21: Valors mitjans de C/N per a les àrees de bosc

Els alzinars de Sant Llorenç tenen una relació C/N per sobre de les d'autors que han treballat alzinars del Montseny (MAYOR, 1990; HERETER, 1986 i BONILLA), i del Moncayo (CARCELLER, 1995) (taula 5.52). Aquests valors, però, en el nostre cas no mostren diferències estadísticament significatives.

Pel que fa a les pinedes, s'ha obtingut una C/N de 15,27 ($\pm 3,27$) que és quasi idèntica a les pinedes treballades per SORIANO (1994) al municipi de Tuixén. La resposta segurament rau en el fet que en ambdós casos es tracta de pinedes de substitució; per al cas de Tuixén aquestes pinedes de pi roig estan instal·lades en antics camps de conreu; i per al cas de Sant Llorenç, no substitueixen directament els camps de conreu (no s'hi han trobat evidències que fos així), però són producte d'un intens carboneig que ha donat lloc al pas des d'alzinars a aquestes pinedes; tant unes com altres estan formades per exemplars joves, amb una gestió forestal escassa o nul·la. Si continuéssim la sèrie de valors dels camps actius i dels abandonats podríem posar-hi la d'aquestes pinedes: 9,64 (ac94), 12,01 (ac72), 13,11 (ac56), 13,62 (ab56), 15,27 (pineda). Això dóna idea de la seqüència que presenta l'evolució del paisatge en relació a aquest paràmetre.

Els valors que obté MOLINA (2000) són molt diversos i estan en funció del tipus de pineda. El valor més alt (44,3) pertany a una pineda de pins centenaris, per la qual cosa no són comparables amb els valors obtinguts en aquest treball. El valor intermedi (12,44) correspon a pinedes de pi roig, i en aquest cas, tot i no ser directament comparables amb les pinedes de pi blanc mostrejades a Sant Llorenç, la seva relació C/N si que ho és.

	HERETER (1986)	BONILLA	MAYOR (1990)	MOLINA (2000)	SORIANO (1994)	CARCELLER (1995)	present estudi
<u>alzinars</u>	12,8	11,1 ($\pm 0,9$)	13,1 ($\pm 0,4$)	-	-	-	14,14 ($\pm 2,05$)
pinedes	p. roig	-	-	44,3	15,54	15,07 ($\pm 3,55$)	15,27 ($\pm 3,27$)
	p. negre	-	-	9,4	-	-	-
<u>rouredes</u>	-	-	-	11,8 (intervinguda)	11,38	-	14,5 ($\pm 2,51$)
	-	-	-	14,5 (poc inter.)	-	-	-

Taula 5.52: Valors mitjans de C/N. Diversos estudis

El darrer grup d'aquest apartat són les rouredes, amb una relació C/N pràcticament igual a la de l'alzinar, i idèntica a la que obté MOLINA (2000) en les sèries de rouredes ben desenvolupades (taula 5.51). La resposta als valors extrems cal buscar-la en l'origen de la relació C/N, és a dir en la quantitat de matèria orgànica i de nitrogen que presenten aquestes àrees. Tant la roureda com l'alzinar tenen unes sèries d'aquests paràmetres prou homogènies, amb un CV que volten el 20%, per aquest motiu els valors extrems no estan gaire lluny de les mitjanes corresponents. En el cas de la pineda, on els valors són més dispersos, el responsable de les variacions en la C/N és el N, la matèria orgànica es manté estable; el valor anormalment alt de l'àrea 3112049, que quasi dobra a la resta, acaba per donar un C/N molt baix, més propi de conreus que d'una pineda.

La seqüència de valors mitjans és: pineda > roureda > alzinar

Orientació

Igual que succeeix amb els camps de conreu, no es pot parlar de diferències significatives entre vessants nord i sud (taula 5.53). Per a l'alzinar els valors mitjans són superiors a la solana, i per a la roureda i la pineda ho són a l'obaga. En tots tres casos, però, la DS fa que no es pugui parlar de diferències significatives.

	<i>nord</i>			<i>sud</i>		
	<i>mitjana</i>	<i>DS</i>	<i>%CV</i>	<i>mitjana</i>	<i>DS</i>	<i>%CV</i>
alzinar	13,29	1,40	10,53	14,99	2,36	15,73
roureda	16,01	3,15	19,66	13,00	0,08	0,60
pineda	15,53	4,64	29,87	15,00	1,53	10,20

Taula 5.53: Valors mitjans de C/N segons l'orientació

Geoforma

L'acumulació de sòl, tant pel que fa a la quantitat com pel que fa a la qualitat, i en aquest sentit es pot valorar amb els paràmetres que s'han analitzat, hauria de seguir la seqüència teòrica de les geoformes còncava-plana-convexa, per aquest efecte d'acumulació de sediments en les zones còncaves, en front de les convexes que exporten els sediments. En el cas dels boscos això s'acompleix per a les rouredes i per a les pinedes, però no per als alzinars, en els quals la millor relació C/N es dona en les geoformes convexes (taula 5.54).

Tot i no haver-hi una raó evident per a aquest fet, conflueix en l'alzinar l'anomalia en l'orientació i en la geoforma.

	còncav (c)			convex (x)			pla (p)			ordre
	mit.	DS	%CV	mit.	DS	%CV	mit.	DS	%CV	
alzinar	14,93	1,55	10,36	15,09	2,55	16,89	12,41	0,72	5,78	p < c < x
roureda	18,23	-	-	12,94	-	-	13,42	0,52	3,85	x < p < c
pinada	16,88	2,92	17,32	12,99	4,16	31,99	15,40	2,24	14,56	x < p < c

Taula 5.54: Valors mitjans de C/N segons la geoforma

Relació C/N en bosquines i pastures

La relació C/N en les pastures pot superar fàcilment el valor normal dels camps de conreu, que està al voltant de 10, per un procés elevat de mineralització. En les pastures estudiades no es dona aquest cas, la mitjana dels seus valors és 10,64 (taula 5.55), valor intermedi entre els ac72 i els ac94, però el nivell de matèria orgànica i de nitrogen de la pastura duplica el d'aquests usos agrícoles. La gran dispersió que hi havia en la sèrie de matèria orgànica i de nitrogen en les pastures ha quedat ara molt reduïda, això sempre sense analitzar l'àrea 5232089, que té un valor anormalment baix (0,01 en el nitrogen).

	mitjana	DS	%CV
bosquina	15,95	2,08	13,06
pastures	10,64	0,97	9,13

Taula 5.55: Valors de C/N per a la bosquina i les pastures

Tal i com ja s'ha dit, les pastures estudiades a Sant Llorenç i les estudiades a l'Obac són de característiques totalment diferents i no es poden analitzar conjuntament. Tot i això, el valor mitjà obtingut a la Mola (pastures del sector est) és de 10,42 i l'obtingut al sector oest és de 10,75, valors molt similars. L'orientació nord té una relació lleugerament més baixa que la sud (taula 5.56) però, tot i que amb les particularitats citades en aquest ús, no creiem que sigui significativa.

	N			S		
	mitjana	DS	%CV	mitjana	DS	%CV
bosquina	14,15	-	-	16,54	2,09	12,61
pastures	10,15	1,19	11,76	11,13	0,46	4,17

Taula 5.56: Valors de C/N per a la bosquina i les pastures, segons orientació

5.1.10. Índex de fertilitat

Tal i com s'ha dit a l'apartat de metodologia, l'índex utilitzat per a mesurar la fertilitat dels sòls estudiats és la *Classificació de la fertilitat i de l'activitat agrícola de Cobertera* (COBERTERA, 1983: 142-147). També s'ha dit que hem utilitzat aquest mètode per la facilitat de càlcul que comporta, i molt especialment perquè ens ha permès comparar les dades obtingudes amb les d'altres autors que han fet treballs de recerca en la mateixa línia que el present.

<i>Índex</i>	<i>Nivell de fertilitat</i>
100-85	Elevat
80-65	Bo
60-45	Mitjà
40-25	Baix
20-5	Molt baix

Taula 5.57: Classificació de fertilitat de Cobertera (COBERTERA, 1983)

Els valors teòrics d'aquest índex van de 100 per als sòls més fèrtils, a 5 per als sòls amb menys fertilitat (taula 5.57). Els valors mitjans més alts a l'àrea d'estudi es donen a l'alzinar, seguit pels camps de conreu actius, la bosquina i la roureda (taula 5.58). Per contra els valors mitjans més baixos corresponen al grup ac72 i a les pinedes, però tot i ser els valors mínims de la zona d'estudi estan en el grup de *fertilitats bones*. Val a dir però, que aquest índex està pensat especialment per a sòls agrícoles, i el seu valor en sòls forestals cal buscar-lo especialment en la comparació entre usos, més que en el valor absolut.

	<i>Valor</i>	<i>DS</i>	<i>%CV</i>
alzinar	87,92	12,01	13,66
roureda	81,25	19,31	23,77
pineda	75,71	21,11	27,89
bosquina	82,50	18,48	22,41
pastures	71,67	22,36	31,20
ab56	79,64	19,16	24,06
ac56	70,29	16,05	22,84
ac72	67,08	21,36	31,85
ac94	83,33	17,90	21,47

Taula 5.58: Valors mitjans de fertilitat de les àrees d'estudi

Nivell de fertilitat en camps de conreu abandonats i actius

Els valors obtinguts en els camps de conreu, tant els actius com els abandonats, estan en el grup de les fertilitats *bones* de la taula 5.57. Destaca el fet que un cop s'abandonen els camps de conreu la seva fertilitat cau de forma ostensible (de valors superiors a 80 en els camps actius, a inferiors a 70 en els camps més recentment abandonats), per anar recuperant-se progressivament fins els camps abandonats abans de 1956, que tenen un fertilitat propera a la dels propis camps actius (taula 5.59). Així doncs la cronologia s'estableix segons:

$$\boxed{ac94 > ab56 > ac56 > ac72}$$

Cal destacar també que en tots els grups de camps hi ha al menys una de les parcel·les mostrejades que té un valor màxim (100) i que les parcel·les amb valors més baixos es troben bastant per igual a tots els usos. Això dóna com a resultat una desviació estàndard suficient com per no poder treure conclusions estadístiques del que hem dit fins ara, pel que cal entendre aquesta recuperació de la fertilitat com una tendència que s'intueix, més que com un fet. Tot i això cal dir que les sèries tenen coeficients de variació inferiors al 25% (excepte els ac72 que arriba al 32%), pel que la consistència de les dades es prou elevada (taula 5.59).

	<i>mitjana</i>	<i>DS</i>	<i>%CV</i>	<i>valors extrems (màx.-mín.)</i>
ab56	79,64	19,16	24,06	(100-40)
ac56	70,29	16,05	22,84	(100-60)
ac72	67,08	21,36	31,85	(100-35)
ac94	83,33	17,90	21,47	(100-40)

Taula 5.59: Valors mitjans de fertilitat en els camps de conreu (tots)

Orientació

Les fertilitats més elevades es donen en les orientacions nord, excepte en els ab56, on és lleugerament superior a la solana. Això cal interpretar-ho pel major percentatge d'humitat en el sòl que contenen els vessants nord, fet que també es dóna en àrees del Pirineu on els vessants nord tenen fertilitats lleugerament superiors a les de les solanes (taula 5.60). SORIANO (1994) obté la relació contrària, és a dir, que a solana els nivells de fertilitat

són considerablement més elevats que a obaga, però això es pot explicar possiblement pel fet de ser un territori relativament reduït on no hi ha diferències en la humitat del sòl.

Les parcel·les amb valors de fertilitat màxima es donen majoritàriament a obaga, com correspon al nivell mig superior que té aquesta exposició. Tot i això a les solanes també hi ha parcel·les amb aquest màxim de fertilitat, pel que no es pot concloure que l'exposició solar sigui una variable determinant.

	SORIANO (1994)		MOLINA (2000)		Present estudi	
	N	S	N	S	N	S
ab56	65	-	100	85	75 ($\pm 23,5$)	82,1 ($\pm 12,5$)
ac56	82,5	100	97,5	87,5	76,7 ($\pm 18,3$)	66,5 ($\pm 12,2$)
ac72	80	82,5	-	-	76,7 ($\pm 17,8$)	68,7 ($\pm 20,9$)
ac94	80	100	-	80	93,3 ($\pm 10,3$)	72,1 ($\pm 21,2$)

Taula 5.60: Valors de fertilitat als camps de conreu en funció de l'orientació

Geoforma

No hi ha una geoforma determinant pel que fa a la fertilitat del sòl. De fet ja hem vist en molts dels paràmetres analitzats com no hi havia un ordre entre concavitats, zones planes i convexitats, en els nivells de nutrients. La fertilitat dels camps de conreu va evolucionant al llarg del temps de *naturalització* dels espais, alternant-se entre les zones còncaves i les zones convexes (taula 5.61).

	còncav (c)	convex (x)	pla (p)	ordre
ab56	82,50	71,25	81,88	x < p < c
ac56	72,50	76,67	65,63	p < c < x
ac72	90,00	76,25	57,08	p < x < c
ac94	73,75	90,00	84,38	c < p < x

Taula 5.61: Valors de fertilitat als camps de conreu en funció de la geoforma

Si s'agafa com escala d'anàlisi la parcel·la, les fertilitats menors es donen majoritàriament en geoformes planes, el que de fet tampoc és un tret determinant, perquè les dues formes accentuades en el paisatge són les còncaves i les convexes. Tot i això pensem que serveix un cop més per rebutjar la idea que es plantejava a priori en el treball: que les zones còncaves eren receptores de sediments fins i per tant les seves condicions edafològiques generals havien de ser millors.

Nivell de fertilitat en zones forestals

Els nivells de fertilitat en les zones forestals són superiors als de les zones que havien sigut camps de conreu i que posteriorment es van abandonar. Les pinedes tenen un índex (75,71) que se situa entre els camps abandonats abans de 1956 i els que en aquella data encara eren actius (taula 5.62), i això és quelcom que ha anat succeint en altres paràmetres. L'alzinar té uns nivells que podem considerar òptims, producte de la maduresa del bosc, de la poca intervenció humana en el passat i de la nul·la gestió silvícola des de fa moltes dècades¹⁵⁶. En l'extrem contrari i trobem les pinedes, que són producte d'una deforestació molt intensa en el passat que va portat a moltes zones la substitució de l'alzinar litoral (*Quercetum ilicis galloprovinciale*) per les pinedes de pi blanc (*Pinus halepensis*). Aquestes pinedes tenen sovint un aspecte similar al que presenten els camps ab56, doncs tot i provenir d'usos diferents van patir una deforestació total que ha propiciat una certa dinàmica comuna.

	<i>mitjana</i>	<i>DS</i>	<i>%CV</i>	<i>valors extrems (màx.-mín.)</i>
alzinar	87,92	12,01	13,66	(100-70)
roureda*	81,25	19,31	23,77	(100-60)
pineda	75,71	21,11	27,89	(100-25)

*Cobertura amb poques àrees mostrejades

Taula 5.62: Valors mitjans de fertilitat en les zones forestals

El coeficients de variació de les sèries de dades dels usos forestals són lleugerament més homogènies que les dels usos agrícoles (taules 5.60 i 5.61), el que també segueix l'explicació que hem donat fins ara: els usos menys antropitzats són els menys alterats i els que tenen una dinàmica interna més madura i més uniforme. Insistim un cop més en que tots aquests trets que destaquem indiquen tendències, però en cap cas són valoracions absolutes, perquè de fet sovint no són ni estadísticament demostrables.

Orientació

Si bé hem vist que als camps de conreu la fertilitat del sòl és superior en general a les obagues que a les solanes, a les zones forestals això no és així. Als alzinars i a les rouredes els màxims és donen a les solanes. Això és així perquè com més madurs són els sòls menys

depenen de les condicions ambientals: humitat, insolació, etc. De fet, les pinedes, que com ja hem anat veient tenen un comportament sovint equiparable al dels camps de conreu més antigament abandonats, tenen una fertilitat superior a obaga, el que s'avé amb aquesta major relació amb les condicions medioambientals, relació que també obté MOLINA (2000) (taula 5.63). Una dada que recolza aquest fet és la desviació estàndard de les sèries de dades, que a les pinedes a solana és quasi el doble de la de l'ús amb una desviació més gran (alzinar nord).

	MOLINA (2000)		Present estudi	
	N	S	N	S
alzinar	-	-	86,25 ($\pm 12,02$)	88,33 ($\pm 13,29$)
roureda	-	70	65,00 ($\pm 7,07$)	97,50 ($\pm 3,54$)
pineda	100	80	87,00 ($\pm 8,55$)	64,42 ($\pm 24,72$)

Taula 5.63: Valors de fertilitat als usos forestals en funció de l'orientació

Geoforma

Tal i com succeïa amb els camps de conreu, aquí tampoc hi ha una geoforma dominant, tot i que les concavitats tenen una fertilitat superior als alzinars i a les pinedes (taula 5.64). A les rouredes això no succeeix, però el nombre de mostrejors és molt limitat, pels motius que ja s'han anat explicat, pel que en agrupar-los en tres classes, el nombre de mostreigs per unitat és molt reduït, i això condiciona els valors mitjans obtinguts.

	còncav (c)	convex (x)	pla (p)	ordre
alzinar	95,00	84,38	64,40	$p < x < c$
roureda	70,00	100,00	77,50	$c < p < x$
pineda	83,33	56,01	69,17	$x < p < c$

Taula 5.64: Valors de fertilitat a les zones forestals en funció de la geoforma

Els nivells de fertilitat més baixos (inferiors a 45) és donen a les pinedes, però sense cap relació amb la geoforma; i els nivells més alts és donen als alzinars majoritàriament a les concavitats (50% dels nivells amb valor 100), però pensem que això tampoc és una dada definitiva, tot i que es pot considerar orientativa d'una certa relació entre màxima fertilitat i geoforma còncava a les zones forestals.

¹⁵⁶ Per poca intervenció entenem, com ja s'ha dit, que no han estat boscos substituïts per conreus o talats a mata rassa, però no pas que no hagin tingut explotació d'aclarida per carboneig, per extreure'n llenya o per a altres activitats de menor impacte.

Presència de matèria orgànica a bosquines i pastures

Els valors de fertilitat que presenten les bosquines són equiparables als dels alzinars (82,5 i 87,3 respectivament), i superiors als de la pineda. En aquest sentit es pot pensar en la bosquina com un estadi intermedi entre els espais deforestats i els primers estadis de forestació, però amb un nivell de cobertura vegetal superior a aquest, el que explica possiblement aquesta fertilitat superior a la de les pinedes, on la massa arbòria és important, però el conjunt de la cobertura vegetal es redueix. El coeficient de variació és inferior al 25% (55,64), pel que podem veure la sèrie de dades com força acceptable.

	<i>mitjana</i>	<i>DS</i>	<i>%CV</i>	<i>valors extrems (màx.-mín.)</i>
bosquina	82,50	18,48	22,41	(100-60)
pastures	76,43	22,49	29,43	(100-40)

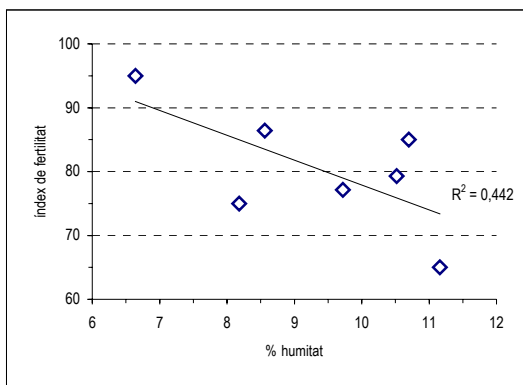
Taula 5.65: Valors mitjans de fertilitat a les bosquines i les pastures

Pel que fa a les pastures, d'entrada cal dir que la variabilitat interna és una mica més gran que la de les bosquines, amb un coeficient de variació que s'apropa al 30% (taula 5.65). Un cop més s'ha de citar que les pastures tenen nou àrees mostrejades, pel que les mitjanes obtingudes es veuen molt influïdes pels valors extrems de la sèrie. Un darrer tret que cal tenir en compte és el fet que la pressió ramadera és bastant baixa, pel que no es poden establir comparacions amb les àrees de pastura que cita MOLINA (2000) en el seu treball, on sí que són pastures amb una pressió suficient com per pensar en una modificació important del medi per part del bestiar que les utilitza.

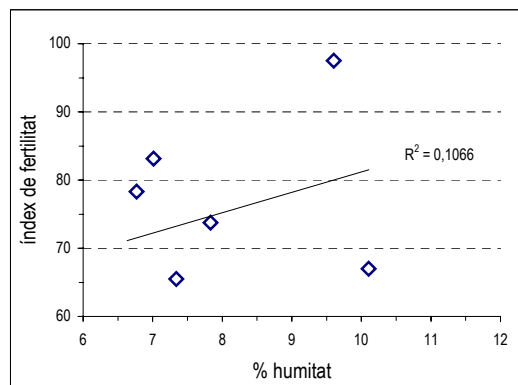
Valoració de la fertilitat en funció de la humitat del sòl

La fertilitat del sòl depèn de molts paràmetres, però en la classificació que hem utilitzat està en funció bàsicament del potassi, el fòsfor i la matèria orgànica. Hi ha però altres condicionants que la classificació no utilitza directament però que cal tenir en compte a l'hora de valorar la *qualitat* d'un sòl: la profunditat del seu perfil, el contingut d'humitat, la relació de material fi, etc. De tots aquests, aquí hem tingut en compte el percentatge d'humitat del sòl en relació a la fertilitat purament química (gràfics 5.22 i 5.23). En els vessants nord s'observa una relació inversa, és a dir, quan la fertilitat és alta el contingut d'humitat en el sòl és baix. Pensem però que per arribar a conclusions a aquest respecte caldria treballar amb molta més

profunditat aquest aspecte, el que s'escapa de les pretensions d'aquesta recerca, on la possible relació entre la fertilitat i el contingut d'humitat, és només un més dels aspectes analitzats. Per establir realment aquesta possible relació caldria analitzar per a les mateixes mostres els factors necessaris (potassi, fòsfor, matèria orgànica i humitat), defugint de valors mitjans de conjunts d'àrees, com ens hem vist obligats a fer aquí.



Gràfic 5.22: Relació entre fertilitat i humitat del sòl a obaga



Gràfic 5.23: Relació entre fertilitat i humitat del sòl a solana

5.2. Evolució de les propietats físiques dels sòls

En aquest punt s'han estudiat les dues propietats físiques del sòl més importants en relació a l'evolució diferencial respecte l'ús històric que han tingut les parcel·les d'estudi. Igual que en l'apartat anterior, s'ha valorat els resultats segons els usos, comparant les orientacions nord i sud. Per a la humitat del sòl també s'ha confrontat els resultats en funció de l'estació de l'any en que es van recollir les mostres i segons el nivell de cobertura vegetal d'aquestes parcel·les.

5.2.1. Humitat del sòl

De forma general podem dir que l'aigua és el vector de transport més important dels nutrients que les plantes absorbiran per les arrels, i que el grau d'humitat del sòl controla el comportament físic del sòl, per la qual cosa la valoració i comparació d'aquest element entre àrees ens informarà de possibles tipus diferents d'evolució del sòl.

Així doncs, la quantitat d'humitat i la seva variació en l'espai i en el temps incideixen de forma decisiva en nombrosos aspectes. El grau d'humitat afavoreix o limita les agressions climàtiques i antròpiques, perquè la coberta vegetal, que és el principal protector del sòl, depèn en part de la capacitat de retenció i del contingut d'humitat del sòl. El poder erosiu de fenòmens com ara un esdeveniment plujós, depenen de la humitat que tenia el sòl (humitat antecedent): a major contingut d'aigua en el sòl, més escolament, i per contra com més sec està major infiltració i per tant menor poder erosiu de l'aigua de precipitació.

A mesura que la vegetació disposa d'un sistema radicular més extens i profund, la humitat superficial, que és la que es valora en aquest treball, és menys decisiva. Per aquesta raó, la vegetació herbàcia depèn molt del percentatge d'humitat que té el sòl, la vegetació arbustiva se'n veu relativament influenciada i la vegetació arbòria és poc dependent d'aquesta variable. Lligat a aquest procés, aquesta variable és d'importància rellevant en els espais en procés de transformació, com són els camps de conreu abandonats, on la vegetació herbàcia i arbustiva és predominant durant molt de temps.

Una altra situació lligada estretament a la humitat és l'estabilitat estructural, que augmenta de forma proporcional al contingut d'aigua en el sòl fins que se supera un determinat llindar a partir del qual la relació passa a ser inversa.

Ús	Orientació	Densitat cobertura	% d'humitat	Ús	Orientació	Densitat cobertura	% d'humitat
Alzinar	nord	tancat	6,94	ab56	nord	obert	7,18
Alzinar	sud	tancat	10,18	ab56	nord	tancat	8,51
Roureda	nord	obert	9,74	ab56	sud	obert	6,84
Roureda	nord	tancat	9,66	ab56	sud	tancat	7,85
Roureda	sud	obert	9,47	ac56	nord	obert	9,22
Roureda	sud	tancat	12,66	ac56	nord	tancat	12,06
Pineda	nord	obert	9,08	ac56	sud	obert	5,46
Pineda	nord	tancat	9,51	ac56	sud	tancat	7,38
Pineda	sud	obert	4,19	ac72	nord	obert	9,44
Pineda	sud	tancat	11,89	ac72	nord	tancat	9,64
Bosquina	nord	obert	6,64	ac72	sud	obert	10,77
Bosquina	nord	tancat	8,37	ac72	sud	tancat	11,40
Bosquina	sud	obert	6,90	ac94	nord	obert	9,02
Bosquina	sud	tancat	7,20	ac94	sud	obert	6,64
Valor mitjà total (per al conjunt de totes les àrees)							8,71

Taula 5.66: Percentatges mitjans d'humitat en el sòl, segons orientació i densitat de la cobertura

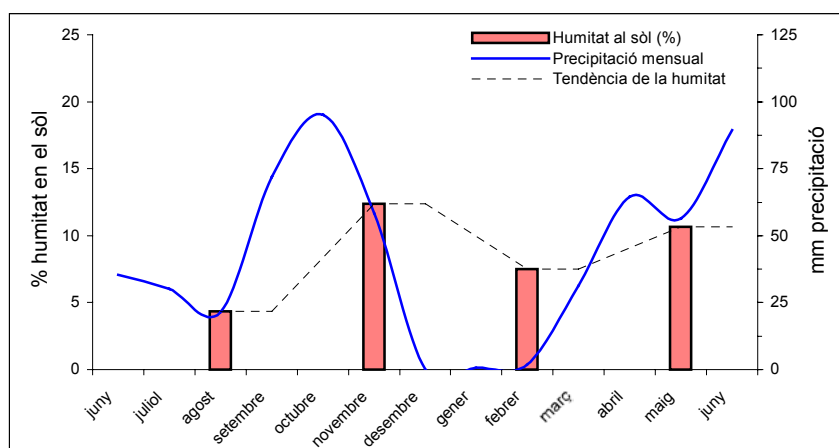
De les dotze campanyes realitzades s'han escollit les que presenten uns resultats més acceptables per a tractar-les. Això s'ha fet així perquè entre el 18-05 i el 21-05 de 1999 es van realitzar cinc campanyes (una per dia) per veure de quina forma es reduïa el contingut d'aigua en el sòl, però els resultats no van ser els esperats, perquè els percentatges de pèrdua eren minsos (vegeu l'annex 8.3), per la qual cosa si es tractaven totes les campanyes en conjunt, el pes d'aquesta sèrie de cinc mostreigs deformaria les mitjanes de les sèries.

Campanya 1	31/08/99
Campanya 2	23/11/99
Campanya 3	28/02/00
Campanya 4	31/05/00

Taula 5.67: Dates dels mostreigs

Les quatre campanyes en les que es basa la valoració (taula 5.67) mantenen una estreta relació amb les precipitacions de la zona (gràfic 5.24). Així, a les darreries de l'estiu de

1999 la humitat mitjana de totes les àrees tenia el valor més baix (4,3%), com a conseqüència d'un llarg període estival sense precipitacions importants; a finals del mes de novembre es dona el valor més alt (12,37%) tot i que les precipitacions màximes van ser els mesos de setembre i octubre, però el sòl encara continua recarregat; aquest fet resulta més evident a l'hivern, on la humitat i la precipitació són aparentment inverses (les precipitacions encara no han començat i la humitat continua en uns valors relativament importants); per últim, a la primavera de 2000 es produeix l'efecte contrari: la precipitació és quantiosa, però el sòl encara no té nivells d'humitat d'acord amb aquestes precipitacions, perquè prové d'un període molt sec.



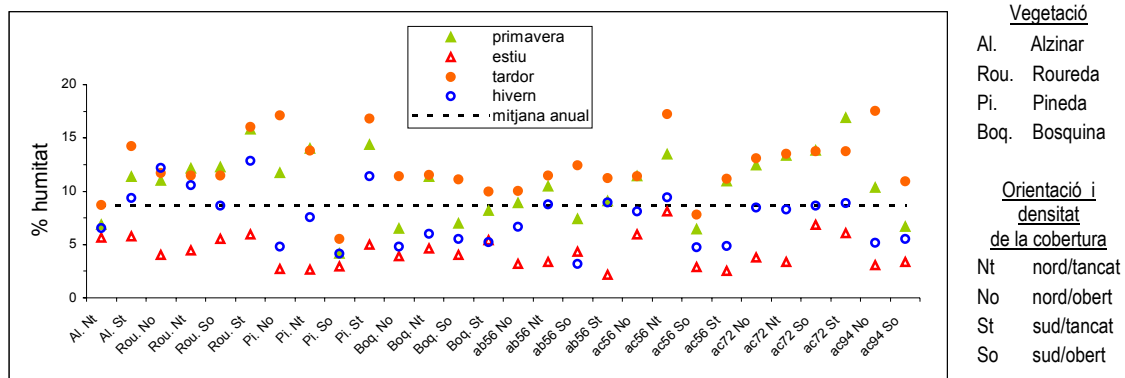
Gràfic 5.24: Relació entre precipitació i humitat del sòl 1999-2000

El valor mitjà d'humitat obtingut entre totes les campanyes és de 8,71% (taula 5.66). Aquesta dada per si sola no aporta cap informació perquè el que cal és veure les diferències que aquesta variable presenta entre els usos estudiats, i per tant que ajudi a explicar l'evolució dels espais de conreu abandonats i el seu trànsit cap a la naturalització. Tot i això, si comparem aquesta mitjana amb la que obté MOLINA (2000) a la serra del Cadí, que és de 12,9%, ja es veu la relativa manca d'humitat als sòls de Sant Llorenç. Aquesta diferència és fonamentalment pel volum superior de precipitació que es dona a l'àrea del Prepirineu (per sobre dels 900 mm anuals a una estació propera a l'àrea d'estudi de Molina) del que es dona a la Serralada Prelitoral (450 mm anuals a Vacarisses, per exemple), i a la profunditat dels sòls, que aconsegueixen retenir millor l'aigua com més potents són.

La humitat en relació a l'estació astronòmica de l'any

Els màxims percentatges d'humitat a la zona d'estudi es donen per a quasi totes les àrees a la tardor (taula 5.68 i gràfic 5.25), seguit per la primavera, a excepció de la roureda nord tancat¹⁵⁷, la pineda nord tancat, ab56 nord obert i ac72 sud obert i tancat, on s'inverteixen les estacions, és a dir, que a la primavera hi ha més humitat en el sòl que a la tardor. Encara queden dues parcel·les més que no segueixen aquest ordre: la roureda nord obert, amb un màxim a l'hivern, seguit de la tardor; i la pineda sud obert, amb el màxim a la tardor i el segon màxim a l'hivern.

Pel que fa als mínims, en tots els casos excepte la bosquina sud tancat i el ab56 sud obert, es donen a l'estiu. Tenint en compte que la data de mostreig va ser molt a finals de l'estació (31 d'agost), per copsar l'efecte de la sequera estival, aquests valors eren els d'esperar.



Gràfic 5.25: Humitat edàfica segons l'estació astronòmica de l'any

A aquestes diferències generals cal afegir que les diferències més grans entre estacions es donen en període sec, que com s'ha vist, majoritàriament són les estacions d'estiu i d'hivern. La major part de les parcel·les tenen com a mínim d'un 50% d'humitat més a l'hivern que a l'estiu, però sense que sigui possible establir un patró pel que fa a orientació o a densitat de la cobertura.

De les relacions del període humit, que són la tardor i la primavera per a la majoria dels casos, cal destacar que on aquesta relació està invertida, és a dir que és primavera-tardor, els percentatges són insignificants, el que vol dir que pràcticament hi ha la mateixa humitat al sòl durant les dues estacions, amb la qual cosa a efectes reals podem dir que la

tardor sempre té un nivell d'humitat del sòl igual o superior a la primavera, i consegüentment a la resta d'estacions de l'any. Només hi ha dues parcel·les que escapen al que s'ha dit: la roureda nord obert i la pineda sud obert. En la primera la humitat és lleugerament més alta a l'hivern que a la tardor, i a la segona a la tardor li segueix l'hivern, en lloc de la primavera com a la resta de parcel·les.

Per últim s'ha de destacar que les parcel·les amb més diferències entre tardor i primavera, per sobre del 50%, es donen sempre en cobertures poc denses, però amb indiferència de l'orientació.

Ús	Orientació	Densitat cobertura	Ordre*	Relació entre estacions**	
				Període de màx.humitat	mín. humitat
Alzinar	nord	tancat	TPHE	26,86	15,58
Alzinar	sud	tancat	TPHE	25,09	63,56
Roureda	nord	obert	HTPE	4,23	172,19
Roureda	nord	tancat	PTHE	5,82	137,32
Roureda	sud	obert	TPHE	7,12	57,18
Roureda	sud	tancat	TPHE	1,59	116,68
Pineda	nord	obert	TPHE	46,41	78,48
Pineda	nord	tancat	PTHE	1,44	184,65
Pineda	sud	obert	THPE	34,16	39,65
Pineda	sud	tancat	TPHE	17,09	129,72
Bosquina	nord	obert	TPHE	75,68	22,64
Bosquina	nord	tancat	TPHE	1,62	29,88
Bosquina	sud	obert	TPHE	59,76	36,44
Bosquina	sud	tancat	TPEH	22,28	3,76
ab56	nord	obert	TPHE	12,94	111,36
ab56	nord	tancat	TPHE	9,96	160,46
ab56	sud	obert	TPEH	67,63	34,93
ab56	sud	tancat	TPHE	24,23	311,07
ac56	nord	obert	PTHE	0,37	36,94
ac56	nord	tancat	TPHE	27,92	15,80
ac56	sud	obert	TPHE	21,53	64,99
ac56	sud	tancat	TPHE	2,16	94,02
ac72	nord	obert	TPHE	5,16	124,05
ac72	nord	tancat	TPHE	1,20	145,02
ac72	sud	obert	PTHE	0,79	26,84
ac72	sud	tancat	PTHE	22,47	46,81
ac94	nord	obert	TPHE	69,87	67,88
ac94	sud	obert	TPHE	63,86	64,49

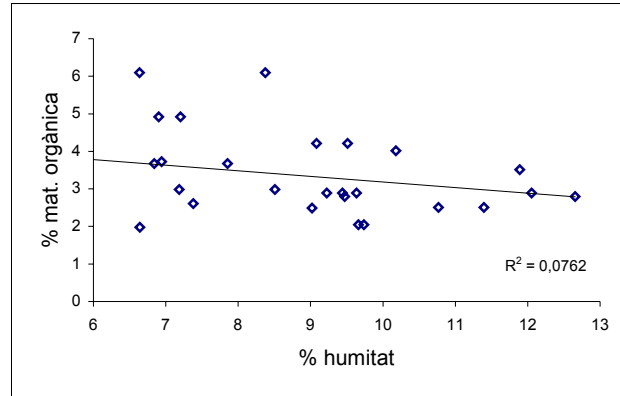
*T: tardor, P: primavera, H: hivern, E: estiu

**Percentatge d'humitat de la primera estació per sobre de la segona

Taula 5.68: Humitat en el sòl per estacions astronòmiques

¹⁵⁷ En parlar de *nord*, *sud*, *obert* o *tancat*, ens referim a les orientacions i a les densitats de cobertura de les parcel·les respectivament

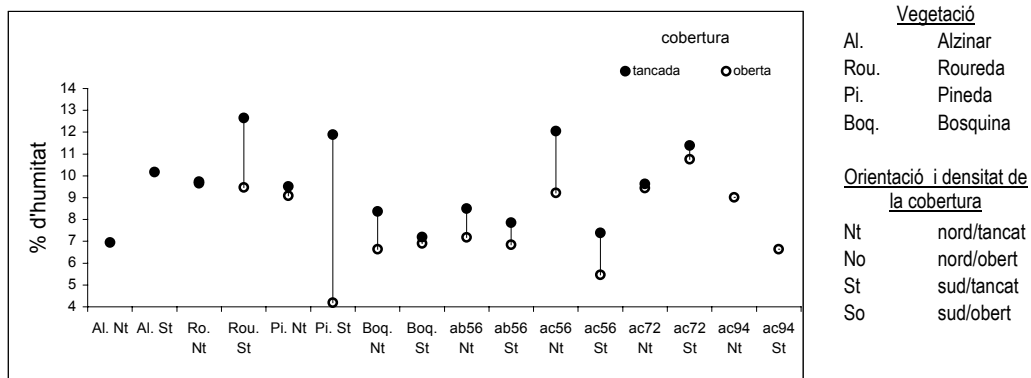
Tot i que alguns autors (DUCHAFOUR, 1987) destaquen que la matèria orgànica té un paper important en la retenció de l'aigua en el sòl, aquest fet no es dona en les àrees treballades, perquè no hi ha correlació entre aquestes dues variables (gràfic 5.26).



Gràfic 5.26: Relació entre matèria orgànica i humitat al sòl

Efectes de la densitat de la cobertura vegetal

A priori cal pensar que les cobertures tancades protegeixen el sòl de l'efecte de l'evaporació, i que aquest procés serà més important on no hi ha una cobertura vegetal suficient (cobertures obertes); això dona com a resultat humitats inferiors en el sòl en aquestes darreres, un cop hagi passat un cert període de temps des de les últimes precipitacions.



Gràfic 5.27: Percentatges d'humitat en funció de la cobertura del sòl

Hi ha una primera dada que ja és significativa: el valor mitjà d'humitat del sòl en les àrees tancades és de 9,5%, i en les àrees obertes és de 7,9%, i per tant això va en el sentit del que s'ha exposat. Aquests valors es mantenen superiors a les cobertures tancades en totes les àrees i només es dona un valor igual entre obert i tancat a les rouredes nord perquè

la massa forestal es prou compacte com per poder parlar realment de zones amb cobertures diferents (gràfic 5.27). Això no es dona al sud, on la roureda està molt menys desenvolupada: s'hi alternen *Quercus pubescens* i *Pinus halepensis*, i dona lloc a espais realment oberts.

Si observem el que succeeix en funció de l'ús del sòl, tenim que els valors màxims d'humitat en els mostreigs de les zones tancades es donen en alguns dels camps abandonats (ac56 N i ac72 S) i també en la pineda S (taula 5.68). L'evolució temporal d'aquestes àrees és una mica més estable a la pineda que als camps, tot i que no es pot parlar de diferències significatives en aquest sentit.

Els valors mínims es troben a tres àrees obertes totalment oposades: pineda, bosquina i ac56, pel que sembla que la densitat del recobriment vegetal és prou important, especialment a la pineda, on la humitat es conserva bastant estable al llarg de l'any (CV 25%, enfront de valors superiors al 40% de mitjana de la resta d'àrees) (annex 8.3).

On la vegetació cobreix el punt de mostreig (cobertura tancada) els valors d'humitat edàfica són superiors, com és d'esperar, tot i que hi ha àrees amb valors prou baixos: alzinar, bosquina i ac56. A aquest respecte no es poden treure conclusions perquè els dos darrers usos també corresponen als mínims nivells d'humitat en el sòl de les zones obertes, i el primer, l'alzinar, no té cobertura oberta pels motius ja explicats.

5.2.2 Capacitat d'infiltració

Per comparar els valors de la capacitat d'infiltració que tenen els sòls, s'han fet les corresponents mesures explicades a l'apartat de metodologia a les mateixes àrees on s'ha mesurat la humitat edàfica, amb els resultats que expressa la taula 5.69, que són un resum de les dades de l'annex 8.4.

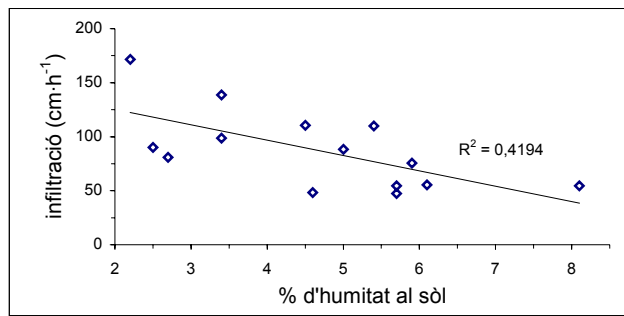
Ús	Orientació	infiltració (cm·h ⁻¹)	DS	%CV
Alzinar	N	54,5	29,3	53,7
Alzinar	S	77,7	44,0	56,6
Roureda	N	47,3	39,3	83,1
Roureda	S	138,7	55,8	40,2
Pineda	N	110,6	46,0	41,6
Pineda	S	171,5	21,1	12,3
Bosquina	N	75,5	27,6	36,5
Bosquina	S	54,5	29,3	53,7
ab56	N	81,0	9,7	12,0
ab56	S	90,0	44,1	49,0
ac56	N	88,4	61,5	69,5
ac56	S	98,5	25,1	25,5
ac72	N	48,2	82,4	171,0
ac72	S	55,4	48,7	88,0
ac94	N	110,0	78,7	71,5
ac94	S	45,5	19,1	42,0

Orientació: N, nord; S, sud

Taula 5.69: Valors d'infiltració, segons usos del sòl i orientació

La infiltració en els ecosistemes mediterranis és molt variable. Aquesta variabilitat ha donant un rang de valors en els casos estudiats que va dels 200 cm·h⁻¹ com a màxim, fins a un mínim de 20 cm·h⁻¹ (annex 8.4). Tot i aquesta variabilitat, hi ha certs factors que, *a priori*, tenen a veure amb la capacitat que té el sòl d'infiltrar aigua: pendent, exposició, vegetació i percentatge d'humitat en el sòl. Pel que fa a aquest últim, es dona una correlació negativa: a major humitat en el sòl, menor capacitat d'infiltració (gràfic 5.28). Aquest fet ja ha estat ressenyat per CERDÀ (1995: 99) en els seus treballs, on troba que humitats elevades comporten reduccions en les taxes d'infiltració.

Tot i això la precipitació, i com ha conseqüència l'augment d'humitat en el sòl, no és un fet definitori de la infiltrabilitat dels sòls, però sí que solen anar correlacionats. En aquest sentit al gràfic 5.28 es mostren les mesures d'infiltració preses a l'estiu en cobertures tancades, perquè tal i com es pot comprovar a l'annex 8.4, on figuren els gràfics per a totes les estacions i cobertures, no existeix pràcticament cap altra correlació acceptable.

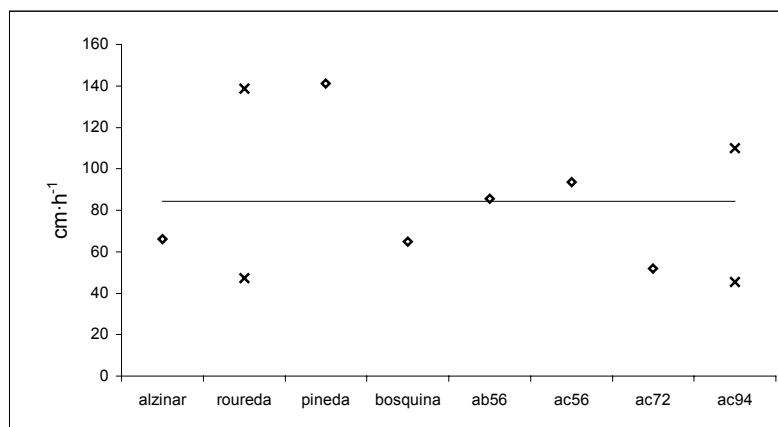


Gràfic 5.28: Relació entre infiltració i contingut d'humitat al sòl (a l'estiu)

Usos del sòl

Tal i com destaca CERDÀ (1995: 83), hi ha una relació positiva entre infiltració i cobertura vegetal, però sense significació estadística, a causa de la dispersió de la mostra. Aquest mateix fet es dona en aquest estudi, malgrat que en no ser la infiltració l'objecte bàsic d'aquesta recerca, i per tant no haver fet un nombre elevat de proves que puguin donar resultats estadísticament validables, sembla que les dades apunten cap a la mateixa direcció.

Si s'observa el gràfic 5.29, hi destaquen els valors elevats de la pineda, però fora d'aquest ús, la resta es mantenen molt constants. Cal destacar la gran variabilitat que es dona entre exposicions obagues i solanes a la roureda i als camps ac94 fet que en bona part invalida les mitjanes totals que per a aquets usos es representen a aquest gràfic.

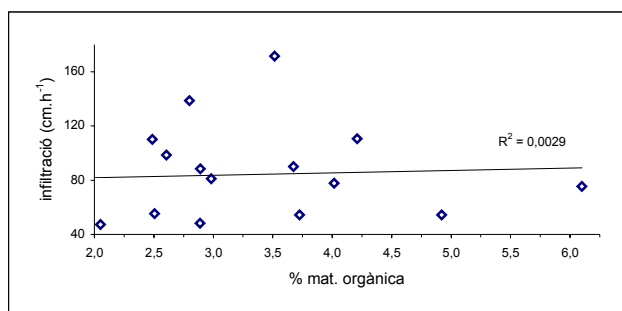


Gràfic 5.29: Valors mitjans d'infiltració segons els usos estudiats. Els punts marcats amb una x indiquen les mitjanes N i S per a les cobertures on hi ha més diferències entre orientacions.

També és evident, analitzant el gràfic 5.29, que no hi ha cap tendència en relació als usos *natural*s i *antròpic*s, tot i que les mitjanes d'aquests dos grups són clarament superiors en el primer (91,3 cm·h⁻¹) que en el segon (72,1 cm·h⁻¹), el que va en el sentit de pensar que

sòls més ben formats tenen índexos d'infiltració superiors (PARSONS, 1991; FAULKNER, 1990, entre altres). Tot i això, hem d'insistir en cop més en la variabilitat d'aquesta mesura en els ambients mediterranis.

Lligat a aquesta relativa relació que, si més no en teoria, s'estableix entre la vegetació i la capacitat d'infiltració, cal pensar en una relació positiva entre la matèria orgànica i la infiltració. En aquest sentit, igual que ja succeïa en la relació entre vegetació i humitat, no s'ha pogut establir aquest vincle, ja que tal i com mostra el gràfic 5.30, la infiltració no depèn de la quantitat de matèria orgànica que tingui el sòl.

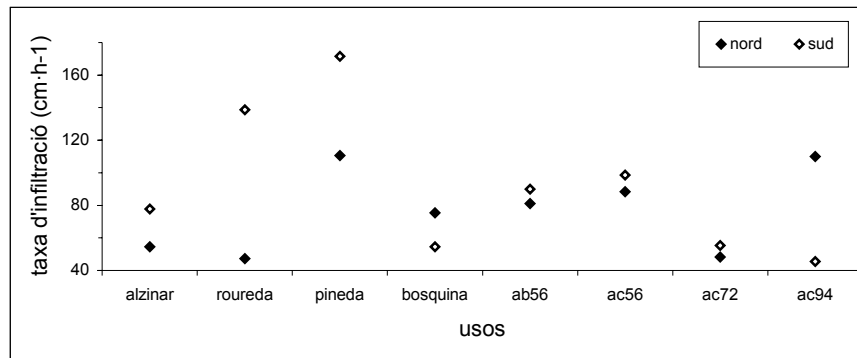


Gràfic 5.30: Relació entre infiltració i matèria orgànica al sòl

Orientació

La bibliografia existent no estableix cap relació directa entre l'orientació, i per tant l'exposició solar, i la capacitat d'infiltració, tot i que de forma indirecta sí que hi ha certes característiques del sòl que es veuen influïdes i per tant es poden donar alguns comportaments hidrològics diferenciats (GONZÁLEZ-HIDALGO, 1992).

A les unitats estudiades es dona una infiltració molt superior als vessants solells en els usos forestals (alzinar, roureda i pineda). Superioritat que es manté en els altres usos, però de forma molt menor. Aquest ordre només es canvia en la bosquina i en els camps ac94. Tal i com han assenyalat altres autors, la infiltració és molt elevada en els camps de conreu actius i va disminuint amb l'edat d'abandonament fins a aproximar-se a les taxes dels espais forestals. Aquesta disminució es dona clarament en l'orientació nord (gràfic 5.31), però no en la sud, on els camps actius tenen una taxa sorprenentment baixa.



Gràfic 5.31: Capacitat d'infiltració en relació a l'ús

5.3. Evolució de les propietats fisicoquímiques de l'aigua

5.3.1. pH

El pH és el logaritme de l'invers de la concentració d'ions H^+ de l'aigua, i pot oscil·lar dins d'una escala d'1 a 14. Les substàncies àcides donen valors entre 1 i 7, les neutres 7, i les bàsiques entre 7 i 14. En aigües naturals aquest paràmetre fluctua generalment entre els valors de 6,5 i 8,7, però s'accepta per normativa el rang comprès entre 6,5 i 9,5.

Dins de les conques estudiades el valor més alt es dona a la conca de camps actius durant la darrera campanya (C12)¹⁵⁸, amb 9,13, i el més baix amb 6,66 també es dona als camps actius, durant la C8 (vegeu l'annex 8.6). Aquestes variacions s'expliquen per la presència de contaminants procedents dels conreus. Fora d'aquests dos extrems, els valors mitjans oscil·len dels 7,8 de la bosquina fins els 8,3 dels camps de conreu actius (taula 5.70 i gràfic 5.32).

	<i>roca</i>	<i>alzinar</i>	<i>camp actiu</i>	<i>camp ab.</i>	<i>bosquina</i>	<i>pineda</i>	<i>riu Ripoll¹</i>
<i>mitjana</i>	8,33	8,13	8,34	8,21	7,76	8,25	7,98
<i>DS</i>	0,41	0,66	0,68	0,42	0,73	0,85	0,39
<i>%CV</i>	4,97	8,15	8,17	5,09	9,42	10,33	4,89

¹Font: ARGEMÍ, 1991 i PRAT, *et al.* 1996

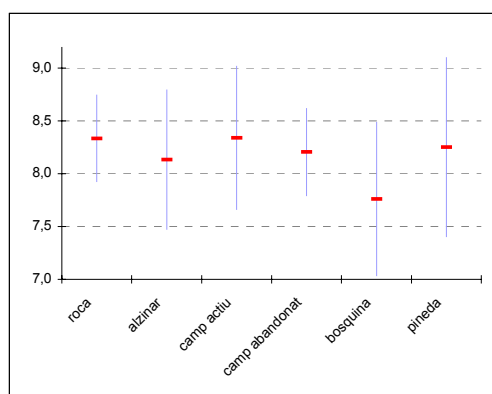
Taula 5.70: Valors de pH per a les conques mostrejades i per al riu Ripoll

Comparant els valors mitjans de les dotze campanyes, les conques s'ordenen en:

bosquina < alzinar < camps abandonats < pineda < roca < camps actius

Els valors obtinguts en el conjunt del riu Ripoll (taula 5.70) se situen propers als de l'alzinar i la bosquina. Tot i això, les diferències de valors de pH entre conques són molt petites i no són significatives (vegeu el gràfic 5.33).

¹⁵⁸ Les campanyes de recollida de mostres d'aigua per analitzar es codifiquen de forma correlativa de la C1 a la C12



Gràfic 5.32: Valors de pH (mitjanes i desviació estàndar)

5.3.2. Conductivitat elèctrica. CE

Aquest paràmetre relaciona la quantitat total d'ions en dissolució i el material en suspensió contingut en l'aigua. A l'efecte natural d'augment de la CE aigües avall a causa del rentat dels sòls, cal afegir el produït per abocaments domèstics i industrials, però en les conques estudiades això no és previsiblement un problema, perquè aquestes són de capçalera i no suporten activitat antròpica fora de l'agrícola.

Les mostres d'aigua recollides en les conques estudiades tenen valors que van dels 598 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dels camps abandonats en la C9, als 67,4 de l'alzinar durant la C8. Els valors de les conques forestals i de bosquina són considerablement més baixos que els de les conques antropitzades (taula 5.71).

Per ordre creixent, les mitjanes de CE tenen la seqüència següent:

pineda < bosquina < alzinar < roca < camps actius < camps abandonats

Els valors que presenta el riu Ripoll són força més alts que els obtinguts en el present estudi, producte de la citada acumulació de contaminants aigües avall, i només hi té una mitjana propera la conca de camps abandonats, amb un màxim proper als 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ durant la C9.

	roca	alzinar	camp actiu	camp ab.	bosquina	pineda	Ripoll ¹
mitjana	324,44	177,46	364,67	439,33	171,16	146,58	561,33
DS	79,03	54,92	86,67	75,86	75,34	68,05	158,81
%CV	24,36	30,95	23,77	17,27	44,02	46,42	28,29

¹Font: ARGEMÍ, 1991 i PRAT, et al. 1996

Taula 5.71: Valors de CE per a les conques mostrejades i per al riu Ripoll

5.3.3. Residu sec. RS

Aquest residu correspon a la part sòlida que resta de l'evaporació d'un volum conegut de mostra. En aquest cas l'estudi d'ARGEMÍ (1991) i el de PRAT (1996) no van valorar-lo i per tant no es pot fer la comparació entre el conjunt del riu Ripoll i les conques considerades en aquest estudi.

El valor mínim obtingut correspon a la conca d'alzinar durant la C8, amb 40 mg/l, però en aquesta mateixa conca hi ha un valor de 540 mg/l, per la qual cosa aquesta gran variabilitat fa pensar que el cabal té gran influència en els valors. Això porta a un coeficient de variació del 61,58%.

El màxim absolut correspon a la C3 en la conca de camps de conreu actius, amb 600 mg/l, conca que sempre es manté en valors alts, i els valors mitjans són els que mostra la taula 5.72. Observem per últim que la seqüència és:

pineda < bosquina < alzinar < roca < camps actius < camps abandonats

	<i>roca</i>	<i>alzinar</i>	<i>camp actiu</i>	<i>camp ab.</i>	<i>bosquina</i>	<i>pineda</i>
<i>mitjana</i>	363,75	219,58	403,75	438,75	203,75	164,44
<i>DS</i>	88,76	135,22	121,00	105,19	135,33	76,99
<i>%CV</i>	24,40	61,58	29,97	23,97	66,42	46,82

Taula 5.72: Valors de RS per a les conques mostrejades (mg/l)

5.3.4. Nitrats. NO₃⁻

Les formes presents de nitrogen a l'aigua són de procedència fonamentalment biològica i les vies d'entrada més normals són el rentat de sòls agrícoles femats i la neteja de l'atmosfera per l'aigua de pluja en zones de contaminació ambiental, tot i que aquesta darrera no és important a la zona d'estudi.

El cicle natural del nitrogen a l'aigua comença per l'oxidació de l'amoni a nitrit, i aquest nitrit posteriorment passa a nitrat, que tendeix a disminuir aigües avall, a causa de l'assimilació dels vegetals.

Les quantitats detectades en totes les conques són mínimes, excepte en dos mostreigs: la C9 a la pineda i la C3 a la bosquina, amb valors propers a 10 mg/l en ambdós

casos. A les analítiques en les quals el resultat és zero cal entendre que els valors són tan ínfims que el mètode utilitzat no ha estat suficient per detectar-los.

En el cas del nitrats l'ordre de les conques és:

camp abandonats < alzarar < camp actiu < roca < bosquina < pineda

Els valors obtinguts són lleugerament superiors als del conjunt del Ripoll mesurats per ARGEMÍ (1991), que en cap cas no arriba a 1 mg/l, i per contra en el present estudi valors de 2 i 3 mg/l són normals. PRAT (1996) dona una mitjana de 0,32 mg/l, que se situa per sota de la mitjana de totes les conques estudiades (taula 5.73). A causa de la seva alta solubilitat, el nitrat té una variació temporal molt elevada que el porta a tenir valors molt oscil·lants.

Si analitzem el contingut de nitrats per conques, les de camps abandonats i actius tenen els valors més baixos, junt amb l'alzarar. La conca de camps abandonats té un valor mig de 0,49 mg/l, malgrat el seu coeficient de variació és de 251,04%, perquè en tres campanyes el valor era imperceptible i en la C8 el valor va ser de 4,3 mg/l. Per a la conca d'actius passa gairebé el mateix, amb un màxim de 3,2 mg/l a la mateixa campanya, i també amb nombroses dades imperceptibles, que donen un CV de 151,4%.

L'alzarar també té un valor mitjà inferior a 1 mg/l i una gran variabilitat entre campanyes, com la resta de les conques. Per últim citar les tres conques amb valors superiors a 1 mg/l, roca, bosquina i pineda. La conca de roca presenta un únic valor relativament alt: 3,82 per a la C9, la mateixa campanya en la que la pineda està per sobre de 10 mg/l i la resta de campanyes no tenen cap quantitat enregistrada, fet per al qual no tenim cap explicació que no sigui la variabilitat espacial esmentada dels nitrats. Si excloem aquesta dada extrema en la sèrie de l'alzarar, aquest queda en una mitjana de 0,9 mg/l i el CV millora molt (76,4%).

El mateix succeeix per a la bosquina, que presenta un valor anormalment alt (C3), quan per a la mateixa campanya la resta de conques tenen valors ínfims. Un cop més, si excloem aquesta dada la seva mitjana queda en 1,1 mg/l, darrera de la conca de pineda, i el percentatge del coeficient de variació passa a ser del 87%.

	roca	alzarar	camp actiu	camp ab.	bosquina	pineda	Ripoll ¹
mitjana	1,14	0,68	0,71	0,49	1,46	2,50	0,42
DS	1,09	1,00	1,08	1,22	2,58	3,58	0,17
%CV	146,41	151,40	251,04	177,23	142,86	146,41	42,01

¹Font: ARGEMÍ, 1991 i PRAT, et al. 1996

Taula 5.73: Valors de nitrat per a les conques mostrejades i per al riu Ripoll (mg/l)

5.3.5. Bicarbonats. HCO_3^-

Per a aquest paràmetre no tenim dades del riu Ripoll, per la qual cosa la comparació només podrà ser entre les conques d'estudi. Els valors de bicarbonats tenen unes mitjanes relativament uniformes, amb un màxim de 276,43 mg/l als camps de conreu abandonats i un mínim de 82,01 mg/l a la bosquina. Així mateix l'homogeneïtat entre les diverses campanyes també és força acceptable, amb un coeficient de variació màxim del 40,89% a la bosquina, i mínima als camps abandonats amb el 16,73% (taula 5.74).

En aquest cas la seqüència és:

pineda < bosquina < alzinar < roca < camps actius < camps abandonats

Estadísticament apareixen dos grups de conques segons el seu contingut en bicarbonats: bosquina-alzinar-pineda i roca-camps abandonats-camps actius.

	<i>roca</i>	<i>alzinar</i>	<i>camp actiu</i>	<i>camp ab.</i>	<i>bosquina</i>	<i>pineda</i>
<i>mitjana</i>	194,95	106,50	213,09	276,43	93,48	82,01
<i>DS</i>	61,84	41,36	51,98	46,24	38,23	23,84
<i>%CV</i>	31,72	38,84	24,39	16,73	40,89	29,07

Taula 5.74: Valors de bicarbonat per a les conques mostrejades (mg/l)

5.3.6. Clorurs. Cl^-

La presència de clor a l'aigua és un símptoma de contaminació, ja que aquest element té una presència molt escassa a la natura. Aquest caràcter humanitzant que defineix el clor, i que en certs llocs s'utilitza com a indicador de prosperitat econòmica, en el nostre cas serveix com a mesura de l'antropització dels cabals.

La seqüència, segons els valors mitjans de les dotze campanyes és:

alzinar < pineda < roca < bosquina < camps abandonats < camps actius

Els resultats de les sèries de mostreigs són molt homogenis, tant entre les diferents conques com entre les diferents campanyes, a excepció potser de la bosquina i la pineda que tenen un coeficient de variació per sobre del 60%. De fet el valor mitjà mínim que és de 6,63 mg/l, corresponent a l'alzinar, és tan sols la meitat que el màxim (14,75 mg/l), lectura que pertany als camps actius (taula 5.75).

Aquesta darrera conca és l'única que presenta un valor que sobresurt de la resta (31 mg/l a la C6), però si analitzem aquesta conca sense tenir en compte aquest valor es redueix una mica la mitjana i sobretot la sèrie pren consistència, restant la CV per sota del 30%.

Les dades obtingudes en aquest estudi són considerablement més baixes que les del conjunt del riu Ripoll, que se situen en 46,1 mg/l per a ARGEMÍ (1991) i 16,5 mg/l per a PRAT (1996). Tot i això, són valors perfectament comparables, tenint en compte el caràcter antropitzat de la presència d'aquest element en l'aigua, motiu pel qual en el mostreig del riu Ripoll a Sant Llorenç Savall els valors són més alts que en les rieres tributàries estudiades aquí.

Estadísticament, un cop més les conques s'agrupen en dos subconjunts: roca-bosquina-alzinar- pineda i camps actius-camps abandonats.

	<i>roca</i>	<i>alzinar</i>	<i>camp actiu</i>	<i>camp ab.</i>	<i>bosquina</i>	<i>pineda</i>	<i>Ripoll¹</i>
<i>mitjana</i>	8,08	6,63	14,75	11,08	8,67	7,22	36,15
<i>DS</i>	2,35	1,26	6,45	1,31	5,43	4,76	16,88
<i>%CV</i>	29,11	19,07	43,76	11,83	62,69	65,96	46,69

¹Font: ARGEMÍ, 1991 i PRAT, *et al.* 1996

Taula 5.75: Valors de clorur per a les conques mostrejades i per al riu Ripoll (mg/l)

5.3.7. Calci. Ca⁺⁺

L'entrada natural de calci a la xarxa hidrogràfica prové del drenat de sòls rics en aquest element i per l'erosió i meteorització de roques amb un alt contingut en calci, com és el cas dels conglomerats de matriu calcària sobre els quals s'instal·len les conques analitzades.

El nivell màxim de concentració d'aquest element per al consum humà és de 200 mg/l, per aquest motiu els valors obtinguts en aquest estudi són objectivament molt baixos, tot i que és la comparació relativa entre conques el que més ens interessa.

El valor registrat pel riu Ripoll al seu pas per Sant Llorenç Savall és de 64 mg/l, valor no tan llunyà dels més de 50 mg/l que té la conca de camps actius.

Igual que succeeix amb el clor, destaca l'homogeneïtat entre les conques, i sobretot entre les campanyes, amb coeficients de variació que van del 12% per als camps abandonats al 35% per a la bosquina (taula 5.76).

Els valors absoluts més alts els ofereixen les conques de camps abandonats i de camps actius, com era d'esperar. També semblen lògics els valors alts de la conca de roca, donat que la circulació de l'aigua és directa sobre els conglomerats calcaris. Per aquesta mateixa lògica també semblen correctes els valors més baixos de la conca de pineda, alzinar, i bosquina. La seqüència és:

pineda < bosquina < alzinar < roca < camps actius < camps abandonats

Estadísticament només cal citar aquí que les conques un cop més s'agrupen en *naturals* i *antròpiques*: pineda-bosquina-alzinar i roca-camps actius-camps abandonats.

	<i>roca</i>	<i>alzinar</i>	<i>camp actiu</i>	<i>camp ab.</i>	<i>bosquina</i>	<i>pineda</i>	<i>Ripoll</i> ¹
<i>mitjana</i>	45,09	28,66	47,76	53,74	27,72	23,48	64,13
<i>DS</i>	11,86	9,55	9,78	6,48	9,59	6,92	29,81
<i>%CV</i>	26,30	33,31	20,47	12,06	34,58	29,49	46,49

¹Font: ARGEMÍ, 1991 i PRAT, et al. 1996

Taula 5.76: Valors de calci per a les conques mostrejades i per al riu Ripoll (mg/l)

5.3.8. Magnesi. Mg⁺⁺

Els continguts de magnesi són més baixos que els del calci en tots els àmbits naturals, perquè és menys abundant en la mateixa natura i perquè s'utilitza menys en els processos agrícoles i industrials.

Igual que en el calci de les conques analitzades, el magnesi està molt per sota de la normativa d'aigües de consum, que és de 50 mg/l. Els valors obtinguts van dels 51,05 mg/l de la C9 a la conca de camps abandonats, fins valors molt petits, com ara els 0,24 mg/l de la pineda per a la C6.

Les dades de les diferents campanyes no són tan homogènies com en el calci, amb un coeficient de variació que va del 32% en els camps abandonats al 112% en la pineda, producte d'una majoria de valors molt baixos al costat d'uns 13,61 mg/l per a la C9, que va ser una campanya amb valors molt alts a quasi totes les conques.

L'ordre de valors de les conques és el mateix que en el calci:

pineda < bosquina < alzinar < roca < camps actius < camps abandonats

A nivell estadístic també es dona la mateixa agrupació de conques que en el calci, tot i que ara la conca de roca apareix en el subconjunt *natural* i en el subconjunt *antròpic*. Els

valors obtinguts per ARGEMÍ (1991) al riu Ripoll són més elevats, producte de la seva antropització i per tant contaminació, però amb valors que no superen en cap analítica els 50 mg/l de lliandar màxim per al consum humà.

	<i>roca</i>	<i>alzinar</i>	<i>camp actiu</i>	<i>camp ab.</i>	<i>bosquina</i>	<i>pineda</i>	<i>Ripoll¹</i>
mitjana	15,51	6,67	21,92	28,10	6,29	3,64	40,74
DS	7,07	3,43	8,53	9,00	3,86	4,08	5,39
%CV	45,54	51,41	38,91	32,02	61,38	111,95	13,22

¹Font: ARGEMÍ 1991 i PRAT, et al. 1996

Taula 5.77: Valors de magnesi per a les conques mostrejades i per al riu Ripoll (mg/l)

5.3.9. Sodi. Na⁺

L'entrada natural d'aquesta sal a les aigües és a través de minerals rics en sodi, però els fertilitzants agrícoles són els que introdueixen un nivell més alt d'aquest element. Per aquest motiu les conques de camps de conreu actius i de camps de conreu abandonats donen els valors més alts.

El valor màxim correspon als camps actius durant la C3 (6,9 mg/l), i el valor mínim, sorprenentment, es dona en els camps abandonats, amb 0,04 mg/l (C8). Aquest darrer valor està molt per sota dels de la resta de campanyes, fins el punt que si no es té en compte, la mitjana d'aquesta sèrie puja fins els 3,92 mg/l, amb un CV del 25,5%, valors que s'apropen als dels camps actius. La seqüència és:

alzinar < pineda < roca < bosquina < camps abandonats < camps actius

Malgrat les diferències explicades, els valors absoluts de totes les conques són baixos, i són molt per sota dels 20 mg/l que es consideren el límit per a les aigües de consum. També són lluny dels 50,93 mg/l de mitjana del riu Ripoll, producte de la contaminació amb la que aquest arriba a Sant Llorenç Savall.

	<i>roca</i>	<i>alzinar</i>	<i>camp actiu</i>	<i>camp ab.</i>	<i>bosquina</i>	<i>pineda</i>	<i>Ripoll¹</i>
mitjana	2,57	1,60	4,98	3,60	2,84	2,34	50,93
DS	0,52	0,61	1,59	1,51	2,00	1,58	19,12
%CV	20,14	38,38	31,99	42,09	70,29	67,60	37,54

¹Font: ARGEMÍ, 1991 i PRAT, et al. 1996

Taula 5.78: Valors de sodi per a les conques mostrejades i per al riu Ripoll (mg/l)

5.3.10. Potassi. K⁺

Aquest element presenta moltes similituds amb el sodi: ambdós són molt abundants al planeta i són molt solubles, però el potassi és molt més resistent a l'erosió i el sòl tendeix a absorbir més potassi que sodi, per la qual cosa els valors de potassi dissolts en les aigües són menors que els de sodi.

Els màxims es donen en els camps de conreu actius, amb una mitjana de 2,89 mg/l, per la contaminació que introdueixen els adobs agrícoles, i a les pinedes, amb 3,59 mg/l. És de destacar el comportament poc clar de la pineda, amb el valor màxim (8,1 mg/l) i un dels mínims (0,9 mg/l), que acaben per donar la mitjana més alta (3,59 mg/l). El valor mitjà del riu Ripoll és de 2,43, superat només pels camps actius, pel motiu explicat, i per la pineda.

El coeficient de variació és proper o superior al 50% en totes les conques estudiades, la qual cosa dóna idea de l'heterogeneïtat entre campanyes. Exposem per últim la seqüència de valors mitjans:

roca < camps abandonats < alzinar < bosquina < camps actius < pineda

	<i>roca</i>	<i>alzinar</i>	<i>camp actiu</i>	<i>camp ab.</i>	<i>bosquina</i>	<i>pineda</i>	<i>Ripoll</i> ¹
mitjana	0,46	1,23	2,89	1,13	1,31	3,59	2,43
DS	0,22	0,67	1,83	0,87	0,74	2,39	1,02
%CV	47,85	54,61	63,47	77,50	56,59	66,56	41,82

¹Font: ARGEMI, 1991 i PRAT, *et al.* 1996

Taula 5.79: Valors de potassi per a les conques mostrejades i per al riu Ripoll (mg/l)

5.4. Explotació estadística

A partir de les dades obtingudes en l'anàlisi de les mostres de sòl i d'aigües s'han fet un seguit de tests estadístics per veure quines relacions s'estableixen entre els paràmetres estudiats (taula 5.80) i les zones de les quals provenen (taula 5.81). Aquests tests s'han dut a terme amb el paquet informàtic SPSS 10.0.6.

<i>Àrees homogènies</i>		<i>Conques hidrogràfiques</i>	
pH	pH	pH	pH
Conductivitat elèctrica	CE	Conductivitat elèctrica	CE
Nitrogen	N	Residu sòlid	RS
Carbonat càlcic equivalent	CCE	Nitrat	NO ₃
Matèria orgànica	MO	Bicarbonat	HCO ₃
Fòsfor	P	Clorur	Cl
Potassi	K	Calci	Ca
Relació carboni/nitrogen	C/N	Magnesi	Mg
Magnesi	Mg	Sodi	Na
		Potassi	K

Taula 5.80: Paràmetres analítics estudiats per a les àrees homogènies i per a les conques hidrogràfiques

Seguint el procés habitual en estadística (PETT, 1997; SIERRA, 1994) s'ha fet una prova per veure si els resultats tenen una distribució normal i si les seves variàncies són homogènies, com a pas previ per continuar amb els tests d'estadística paramètrica (taula 5.82). Per a la normalitat s'ha emprat el test de Kolmogorov-Smirnov i s'ha utilitzat el nivell de significació 0,05.

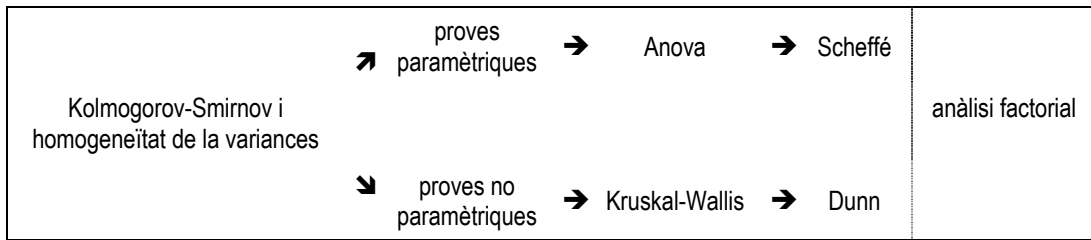
<i>Àrees homogènies</i>		<i>Conques hidrogràfiques</i>	
Alzinar	Al	Roca	R
Roureda	Rou	Alzinar	Al
Pineda	Pi	Pineda	Pi
Bosquina	Boq	Bosquina	Boq
Pastures	Pas	Camps de conreu abandonats abans de 1956	ab56
Camps de conreu abandonats abans de 1956	ab56	Camps de conreu actius	ac94
Camps actius el 1956	ac56		
Camps actius el 1972	ac72		
Camps actius el 1994	ac94		

Taula 5.81: Categories de la variable ús del sòl per a l'estudi de les àrees homogènies i de les conques hidrogràfiques

Tal i com sol ser habitual en aquests tipus de tests, els valors de l'estadístic inferiors al 0,05 es consideren no significatius. Es rebutja la hipòtesi nul·la, en la qual la variable té una distribució normal, quan la probabilitat que l'estadístic prengui el valor observat sigui inferior al 5%, i s'accepta la hipòtesi 1, que suposa una distribució no normal. Pel que fa a l'estudi de la homogeneïtat de les variàncies entre les diferents àrees i conques, s'ha escollit l'estadístic de Levene amb un nivell de significació del 0,05. Als paràmetres que compleixen les dues premisses (distribució de resultats normal i variàncies homogènies) se'ls ha analitzat la variància (ANOVA), utilitzant com a llinar per acceptar que hi ha diferències significatives els valors iguals o superiors a 0,05. L'agrupació de zones d'estudi en subgrups homogenis s'ha fet amb el test de Sheffé.

Per a les variables que no compleixen les premisses citades, s'ha utilitzat l'estadística no paramètrica. El primer test que s'ha utilitzat per a aquestes variables ha estat el de Kruskal-Wallis, que considera el rang dels valors observats de cada variable per a totes les àrees i valora la distribució dels rangs entre les conques. Aquest primer test és l'equivalent no paramètric a l'ANOVA. Un cop més si es pren com a nivell de significació el 0,05 les variables per a les quals no hi ha diferències significatives se'ls ha aplicat el test de Dunn, que compara els rangs mitjans observats per a cada conca mitjançant un estadístic T que segueix una distribució aproximadament normal.

De forma complementària als tests d'estadística paramètrica i no paramètrica descrits fins ara, s'ha fet una anàlisi factorial per trobar quins components agrupen variables d'estudi.



Taula 5.82: Seqüència de tests estadístics utilitzats

5.4.1. Àrees homogènies per a l'estudi dels sòls

A partir de les dades obtingudes en l'anàlisi de les mostres de sòl (annex 8.2) s'han trobat les relacions que es detallen a continuació.

De les àrees analitzades no n'hi ha cap que els seus valors tinguin una distribució normal, i tampoc que les seves variàncies siguin homogènies, per la qual cosa per a tots els paràmetres s'ha de fer tests d'estadística no paramètrica.

Dins d'aquest tipus d'estadístics, igual que posteriorment s'ha fet amb les variables de les conques hidrogràfiques, s'ha aplicat el de Kruskal-Wallis amb els nivells de significació que mostra la taula 5.83.

Variable	Valor
pH	≈0,000
CE	≈0,000
MO	≈0,000
P	≈0,000
K	0,024
N	0,044
CCE	≈0,000
c/n	≈0,000

Taula 5.83: Nivells de significació per a l'estadístic Kruskal-Wallis

Amb un nivell de significació del 5%, totes les variables continuen tenint diferències significatives entre usos del sòl i cal aplicar el test estadístic següent: la prova de Dunn (taula 5.84), per buscar agrupacions que serveixin per explicar com influeixen els usos del sòl en els paràmetres estudiats.

<i>pH</i>		<i>CE</i>		<i>K</i>	<i>N</i>	<i>CCE</i>		<i>MO</i>		<i>P</i>		<i>c/n</i>	
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
Rou	ac56	Rou	ac94	Rou	ac94	Al	ac56	ac72	Pi	ac94	Pi	ac94	Rou
Al	ac72	ac72	Boq	ab56	ac72	Rou	ac94	ac56	Rou	Al	Pas	Pas	Boq
Boq	ab56	Pas	ab56	Pi	ac56	Boq	ac72	Pas	Al	Boq	ab56	Al	ab56
	ac94	ac56	Al	ac72	Pas		Pas	ac94	Boq	Rou	ac72		ac56
	Pi		Pi	ac56	Pi		ab56	ab56			ac56		ac72
	Pas			Pas	Rou		Pi						Pi
				Boq	ab56								
				Al	Boq								
				ac94	Al								

Taula 5.84: Test de Dunn. Subgrups homogenis (a, b)

Els subgrups que s'obtenen no mostren una divisió clara entre espais *naturals* i espais *antropics*, ni tampoc una evolució de l'abandonament, tot i que s'endevinen certes tendències. Aquesta diferència ha quedat més ben reflectida en les conques hidrogràfiques, com es veurà en el proper apartat.

Dins dels sòls, i pel que fa al pH, les àrees analitzades s'agrupen del dos subgrups. En un primer hi ha els dos usos menys intervinguts (alzinar i roureda), però també hi apareix la bosquina, i en el segon subgrup hi ha la resta d'usos. Tots els camps de conreu, actius i abandonats, apareixen junts, pel que la seva similitud per a aquest paràmetre és important, i també estan junt amb les pinedes i les zones de pastura.

La conductivitat elèctrica també agrupa els usos en dos subgrups, però no hi ha cap ordenació en funció de l'ús que han tingut el territori. Al costat de les rouredes apareixen antics camps de conreu i pastures, i la resta de camps de conreus estan en el mateix subgrup que els alzinars i les pinedes.

Potassi i nitrogen només presenten un grup, per la qual cosa no hi ha distinció estadística entre els usos. El carbonat càlcic equivalent té un primer subgrup amb usos *naturals*, més les bosquines, i un segon subgrup amb la resta d'usos, on la pineda és el menys coherent, perquè està al costat dels camps de conreu i de les pastures.

La matèria orgànica té els camps de conreu agrupats junt amb la pastura, i per un altre costat els usos menys *antropitzats* i la bosquina.

El fòsfor té un primer grup amb els dos usos més *naturals*: alzinar i roureda, però apareixen amb els camps de conreu actius i amb les bosquines. El segon grup conté els camps de conreu abandonats, les pastures i les pinedes, que són usos relativament propers.

L'últim paràmetre és la relació carboni/nitrogen, i no presenta una distinció d'usos gaire clara, perquè junt als alzinars hi ha els camps de conreu actius i les pastures. Al grup següent hi ha els camps de conreu abandonats, les pinedes i les bosquines, que són usos antropitzats, però també hi apareix la roureda.

Cal destacar que les pinedes en alguns dels paràmetres analitzats (pH, CE, CCE, c/n) es troben en el mateix grup que els camps de conreu, però en el últim lloc, és a dir que hi tenen relació però menys que entre els propis camps de conreu.

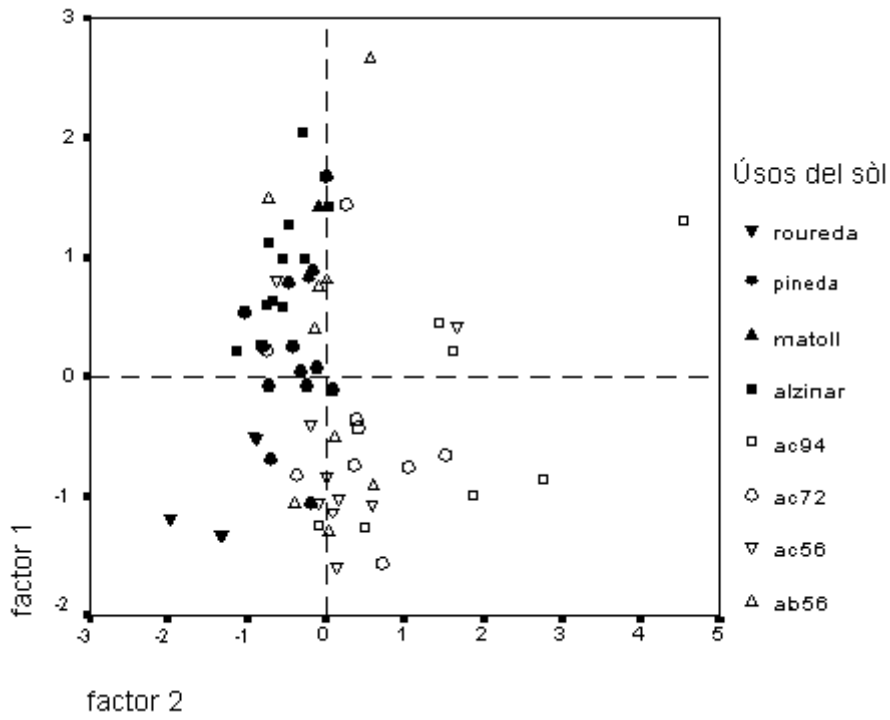
Un cop feta l'estadística no paramètrica s'ha realitzat l'anàlisi factorial, tal i com s'ha explicat. Els tres primers components expliquen prop del 80%, però cap del tres no té una pes destacat (35% per al primer, 24% per al segon i 20% per al tercer). Finalment la matriu de components principals queda tal i com mostra la taula 5.85.

<i>Primer factor</i>	<i>Segon factor</i>	<i>Tercer factor</i>
MO	P	pH
N	K	CCE
CE	C/N	
Mg		

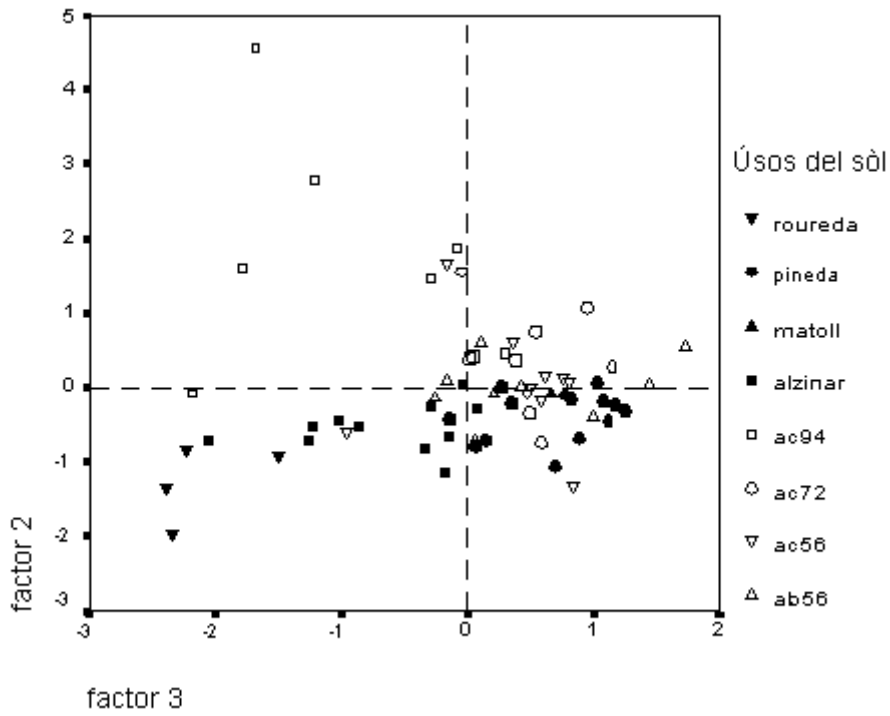
Taula 5.85: Matriu de factors

Aquesta nova anàlisi reflecteix de forma molt gràfica el que succeeix en el territori quan aquest s'abandona: les característiques del sòl dels camps de conreu abandonats, tot i que en molts d'ells el procés de *naturalització* porta més de cinquanta anys, no tenen gaire a veure amb les dels sòls dels alzinars i rouredes, que són boscos que es poden considerar bastant *naturals*. Aquest mateix fet també es dona amb els resultats obtinguts a les conques hidrogràfiques, tal i com es veurà.

Al gràfic 5.33 (factors 1 i 2) les zones més *antropitzades* en el present o en el passat se situen en el quadrant inferior dret majoritàriament, i els zones menys *antropitzades* ho fan en el superior esquerra; i al gràfic 5.34 (factors 2 i 3) succeeix una cosa semblant: les àrees de conreus actius i abandonats i les bosquines estan en els quadrants drets, al voltant del valor zero o tenen valors positius del factor 2, i les àrees d'alzinars i rouredes donen valors negatius.



Gràfic 5.33: Anàlisi factorial dels sòls. Factors 1 i 2



Gràfic 5.34: Anàlisi factorial dels sòls. Factors 2 i 3

5.4.2. Conques hidrogràfiques

Un cop obtingudes les dades analítiques al laboratori (annex 8.6) s'han utilitzat els diversos tests estadístics citats per avaluar els resultats obtinguts per a cadascuna de les variables estudiades (annex 8.7).

De les conques analitzades, les variables que tenen una distribució normal són: pH, CE, RS i Ca, i les variables d'anàlisi que presenten la mateixa variància en les diferents conques són: pH, RS, NO₃ i Mg. Així doncs, les dues úniques variables d'anàlisi que compleixen les dues premisses són el pH i RS. De fet, el nombre de mostreigs i les diferents condicions de presa de mostres (temperatura, precipitació, cabal, etc) accentua la tendència a la no *normalitat* estadística.

L'anàlisi de la variància (ANOVA) ha donat els valors següents de l'estadístic F per a les dues variables: $F_{pH}=1,125$ ($p=0,358>0,05$) i $F_{RS}=6,294$ ($p\approx 0,000<0,05$). A partir d'aquests valors acceptem que no hi ha diferències entre els nivells de pH de les diverses conques; i que sí hi ha diferències significatives entre les conques respecte a la variable RS; per tant cal agrupar les conques en subgrups homogenis dins dels quals no hi hagi diferències significatives. L'agrupació de les conques en subgrups homogenis per a aquest valor s'ha fet amb el test de Scheffé (taula 5.86).

Subconjunt 1	Subconjunt 2	Subconjunt 3
Pi		
Al	Al	
Boq	Boq	
Ac2	Ac2	Ac2
	Ac1	Ac1
		Ab

Taula 5.86: Subconjunts homogenis per a la variable RS (test d'Scheffé)

Atenent als valors de l'estadístic per a cada conca dins de cada grup homogeni, es pot donar una interpretació en termes de conques *naturals* i conques *antròpiques*. Aquesta segona classificació està fora dels paràmetres estadístics i simplement s'ha deduït de l'anterior, agafant-ne els valors més propers dins de cada subconjunt (taula 5.87).

<i>Subconjunt natural</i>	<i>Subconjunt antròpic</i>	<i>Subconjunt antròpic</i>
Pi	Ac2	Ac2
Al	Ac1	Ac1
Boq		Ab

Taula 5.87: Reclassificació dels subconjunts homogenis per a la variable RS

Pel que fa al RS, es pot considerar que les conques *naturals* tenen un nivell d'exportació de sediments igual (subconjunt *natural*); i les conques *antròpiques* estan en els següents dos subgrups, tot i que no segueixen una discriminació tan clara com les anteriors. Les dues conques de camps actius (Ac1 i Ac2) són homogènies entre elles en els dos subgrups *antròpics*, i a més també ho són amb l'Ab en el tercer subgrup.

Per a la resta de variables analitzades s'ha utilitzat l'estadística no paramètrica. Tal i com hem vist, NO₃, K, CE, Cl, Ca, Mg, Na i HCO₃ no compleixen la premissa de tenir una distribució normal i una variància homogènia, per la qual cosa no es pot utilitzar l'estadística paramètrica.

El primer test que s'ha utilitzat per a aquestes variables ha estat el de Kruskal-Wallis, i els nivells significació d'aquest test entre les conques per a cada variable analitzada és el que reflecteix la taula 5.88.

<i>Variable</i>	<i>Valor</i>
CE	≈0,000
NO ₃	0,222
HCO ₃	≈0,000
Cl	≈0,000
Ca	≈0,000
Mg	≈0,000
Na	0,001
K	≈0,000

Taula 5.88: Nivells de significació per a l'estadístic Kruskal-Wallis

Un cop més, si prenem com a nivell de significació el 0,05 l'única variable per a la qual no hi ha diferències significatives entre les conques i no es pot fer cap distinció entre elles, són els nitrats. A la resta de variables se'ls aplica el test de Dunn, amb els resultats següents (taula 5.89):

K			CE		Cl			Ca			Mg		Na		HCO ₃	
a	b	c	a	b	a	b	c	a	b	c	a	b	a	b	a	b
R	Boq	Pi	R	Boq	Al	R	Ab	R	Boq	Ab	Boq	R	Al	Al	Boq	R
	Al	Ac1	Ab	Al	Pi	Ab	Ac1		Al	Ac1	Al	Ab	Pi	Ac2	Al	Ab
	Ab	Ac2	Ac1	Pi	Boq	Ac2	Ac2		Pi	Ac2	Pi	Ac1	R	Boq	Pi	Ac1
	Ac1		Ac2		R						R	Ac2	Ac2	Ab	R	Ac2
	Ac2													Ac1		

Taula 5.89: Test de Dunn. Subgrups homogenis (a, b, c)

Els subgrups homogenis obtinguts són molt similars als del RS: les conques *naturalitzades* s'agrupen, igual que ho fan les *antròpiques*. En el cas del K la conca forestal de pineda queda en el mateix grup que els camps de conreu actius; i la de camps de conreu abandonats ho fa amb la de bosquina i alzinar. Un altre valor que no segueix aquesta divisió és l'Na, que en la bosquina se situa en el grup de les conques antròpiques, i en la conca Ac2 ho fa amb les conques forestals. La resta de variables CE, Cl, Ca, Mg, i HCO₃ han quedat perfectament agrupades en dos: conques *naturalitzades* i conques *antròpiques*.

L'anàlisi factorial feta de forma paral·lela a l'estadística duta a terme fins ara ha servit per corroborar els resultats obtinguts. De les 10 variables analitzades a cada conca s'ha passat a 3 nous factors que expliquen quasi el 80% de la variància inicial. El primer component dóna el 50% d'aquesta variància, el segon el 18% i el tercer el 10%. Utilitzant el percentatge de la variància explicada superior al 70%, i al 50% per a les variables entre parèntesi, s'obtenen els factors següents (taula 5.90).

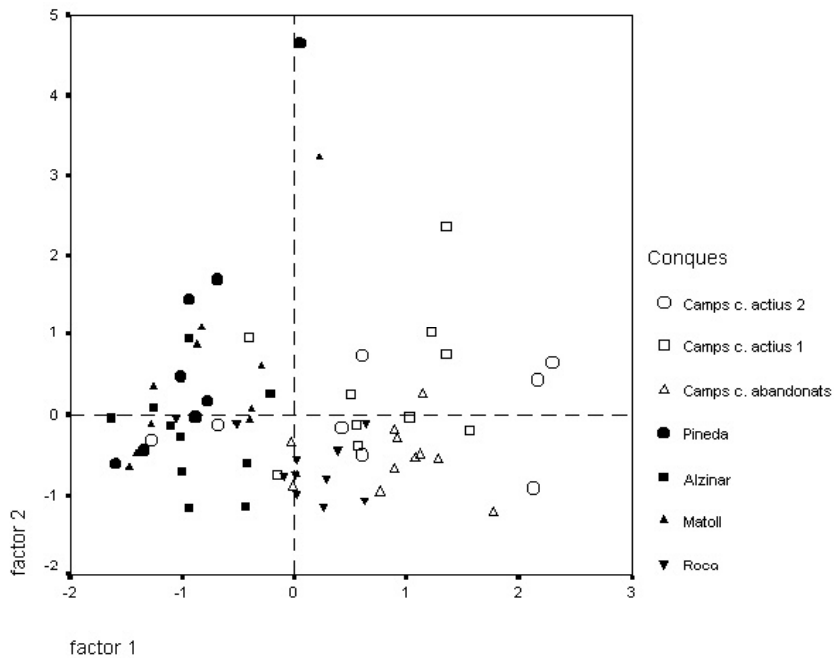
Primer factor	Segon factor	Tercer factor
CE	NO ₃	pH
RS	K	(K)
HCO ₃	(pH)	
Cl		
Mg		
Na		
K		
NO ₃		

Taula 5.90: Matriu de factors

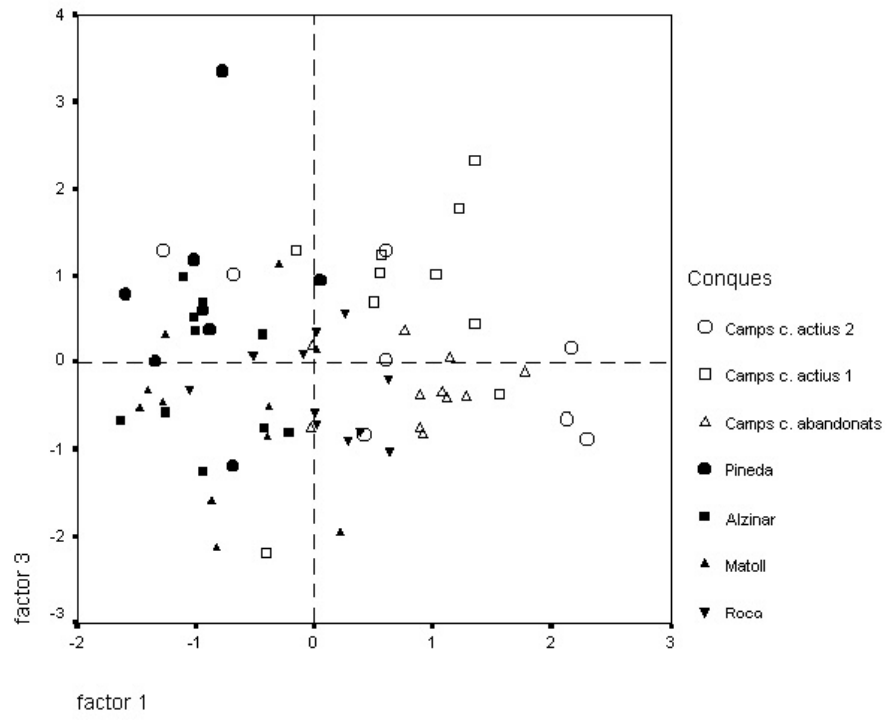
Dèiem que els resultats són similars als anteriors, ja que les conques *naturalitzades* presenten valors baixos en els dos eixos, en oposició a les conques *antròpiques* que tenen valors alts.

En el gràfic que se situen els punts dels factors 1 i 2 (gràfic 5.35), és el primer el que domina clarament la distribució dels dos tipus de conques, que dóna valors positius a les conques *antròpiques* i valors negatius a les *naturals*.

Al gràfic 5.36 succeeix el mateix. El factor 1 discrimina les conques en dos grups, però el factor 3 no ho fa de forma clara. De fet ja sabíem que el pH és una variable amb resultats estadísticament iguals per a totes les conques.



Gràfic 5.35: Anàlisi factorial de les conques hidrogràfiques. Factors 1 i 2



Gràfic 5.36: Anàlisi factorial de les conques hidrogràfiques. Factors 1 i 3

5.5. Interpretació dels resultats

Dels resultats analítics de les propietats fisicoquímiques dels sòls i de les aigües, es poden fer certes interpretacions que ajuden a elaborar les conclusions que es presenten en el proper capítol, i que aquí s'apunten en els tres punts següents:

Propietats químiques dels sòls

Pel que fa a les propietats químiques del sòl, la quantitat de **matèria orgànica** present en els camps de conreu abandonats en relació a la seva orientació, és superior en quasi tots ells a les obagues. Això és lògic, ja que la disminució de la temperatura comporta l'acumulació de compostos orgànics. En aquest sentit l'única àrea que no segueix aquest comportament són els camps de conreu abandonats abans de 1956.

A les zones forestals aquest fet no ha quedat tan ben reflectit. Així als alzinars els vessants solells tenen un contingut de matèria orgànica lleugerament superior, però a les pinedes sí que els vessants nord tenen continguts superiors al sud. Això és així perquè els alzinars són boscos que cobreixen molt més el sòl, amb un sotabosc més dens que les pinedes, fet que mitiga les diferències entre nord i sud.

Pel que fa a la geoforma de les àrees d'estudi, el contingut de matèria orgànica de les zones convexes és igual o superior al de les zones còncaves dels camps de conreu, el que sembla indicar una estabilitat bastant elevada dels vessants, amb poca exportació-importació de materials d'unes a les altres. Això és lògic si pensem que de forma general la topografia de les zones agrícoles ha estat modificada per evitar la pèrdua de sòl amb murs de pedra seca, feixes, canals de desguàs, etc. Així doncs, no hi ha cap relació entre la geoforma del camp i el seu contingut en matèria orgànica.

Als alzinars i a les pinedes les concavitats tenen valors superiors de matèria orgànica, el que confirma per un costat l'efecte de l'acumulació de materials fins a les zones de recepció de sediments i també el fet que als camps de conreu aquesta relació no s'hi doni.

En la valoració del contingut de matèria orgànica en relació a la presència de carbonats, destaquen les dades que obtenen les pinedes i els ab56. De les pinedes un 50% de les parcel·les analitzades tenen la consideració de *bones* i *correctes* (taula 5.17) i els camps

abandonats de més antic només en tenen un 36%. Això és un fet que s'anirà repetint en moltes analítiques: aspecte paisatgístic molt similar però condicions edafològiques bastant diferents. És a dir que visualment estem davant de pinedes de *Pinus halepensis* amb un nivell de cobriment comparable i que al camp pràcticament només es diferències per la presència o absència de murs de les antigues feixes de conreu.

Els camps de conreu actius són els que tenen valors inferiors en qualsevol cas, ja sigui prenent el nivell de matèria orgànica per sí sol o en relació al pH o als carbonats.

Els continguts de **fòsfor** de les diferents àrees d'estudi no tenen un comportament tan clar com la matèria orgànica. En aquest cas no hi ha diferències notables entre les pinedes i els ab56, tant pel que fa a valors com a l'homogeneïtat de les seves dades. Tampoc hi ha cap patró respecte l'orientació de les parcel·les de camps de conreu, però en les àrees forestals sí que hi ha diferències: els continguts de fòsfor a l'alzinar són superiors als de la pineda.

En els camps de conreu el contingut de fòsfor va minvant tal i com transcórrer el període d'abandonament, passant d'uns valors molt elevats en els camps actius a nivells comparables als de les zones forestals a les zones amb un abandonament més antic. En aquest sentit les pinedes tenen un valor mitjà molt similar al dels camps ab56.

Pel que fa a l'orientació, aquesta variable no controla el volum de fòsfor al sòl, perquè en els camps actius o abandonats fa poques dècades, les solanes tenen més fòsfor que les obagues, passant a ser al revés en les parcel·les amb abandonaments més antics. El mateix succeeix a les zones forestals, amb valors superiors al nord a la pineda, i al sud a la roureda i l'alzinar.

La geoforma còncava sembla que ha de tenir uns nivells millors, però això no es dona en aquest paràmetre, perquè les convexitats tenen en alguns casos el màxim de la seva sèrie, i en cap cas les concavitats tenen el nivell superior. A les zones forestals sí que trobem una relació entre geoforma i contingut de fòsfor: alzinar i roureda tenen els nivells màxims a les concavitats; per contra la pineda els té a la convexitat, el que dóna idea de les característiques del sòl, sovint més properes a les zones més *antropitzades* que a les forestals.

Una dada que separa el comportament de les zones de camps abandonats de les forestals és la homogeneïtat del valors. Tot i que el CV del fòsfor és molt alt en totes les àrees, les *antropitzades* tenen un valor molt més elevat, i tal i com l'abandonament és més antic tendeix a apropar-se al CV de les pinedes.

Pel que fa al **potassi**, la variabilitat de les dades dins de les sèries estudiades és superior en les zones *antròpiques*, com ja succeïa amb el fòsfor, i a mesura que es treballen períodes d'abandonament més llunyà aquesta variabilitat es va reduint, fins arribar a un valor proper al de les zones forestals. L'orientació no és una variable que defineixi la presència de potassi en les àrees mostrejades, ja que els camps de conreu actius tenen un nivell superior a les obagues, per passar en el primer període d'abandonament a ser dominant la solana, i posteriorment continuen alternant-se les orientacions. També destaca el fet que un cop aquests camps es deixen de conrear ràpidament perden els valors tan elevats de potassi i s'estabilitza.

Un cop més cal destacar que les concavitats no són les geoformes amb un nivell de nutrients més elevats. Aquesta geoforma ocupa sempre una posició intermitja entre les zones planes i les convexes, però sembla més interessant destacar la primera idea: les geoformes còncaves, com a teòriques receptores de sediments, no aconsegueixen una qualitat edàfica superior.

Si es relaciona aquest element amb la CIC tenim un percentatge de valors *correctes* per a quasi totes les àrees d'estudi, excepte els camps de conreu actius que presenten una relació *molt alta* en la majoria de les parcel·les. Aquest fet encara és present en tots els camps de conreu abandonats, però en molt menor mesura.

Els valors de **magnesi** segueixen una evolució positiva, des dels camps de conreu actius fins els ab56, tot i que els coeficients de variació són una mica alts, el que lògicament posa una mica en qüestió aquesta evolució. Les àrees de bosc tenen un contingut de magnesi bastant superior a la dels camps de conreu, excepte la roureda, i els seus CV també són menors, com ha succeït en altres elements. També cal destacar un cop més que el nivell de magnesi dels ab56 i el de les pinedes és força similar, però superior per a les darreres, el que dona la tendència de recuperació edàfica amb el procés d'aforestació.

L'orientació de les parcel·les estudiades no és una variable important, ja que obagues i solells s'alternen a l'hora de tenir els nivells màxims. Pel que fa a la geoforma tampoc hi ha una categoria predominant sobre les altres, tot i que destaca que les concavitats només tenen continguts de magnesi superior en els camps actius, però que un cop aquest s'abandonen i es deixen d'adobar, les zones planes o convexes tenen nivells superiors. El més important aquí és destacar que les àrees còncaves no tenen el nivell més alt de magnesi, com seria d'esperar, tal i com ja s'ha comentat.

Pel que fa a la relació **carboni/nitrogen** es dona un constant augment d'aquesta relació en el procés de *naturalització*, passant d'un valor inferior a 10 en els camps actius a més de 12 en els ab56, valor molt proper al de les zones forestals. Pel que fa a l'orientació, els vessants obacs tenen en tots els casos valors més elevats, degut a que hi ha més matèria orgànica, ja que les temperatures són inferiors.

En el cas del carboni/nitrogen trobem una certa relació amb la geoforma, però no de manera clara. Les convexitats tenen una relació inferior a les concavitats, però al mateix temps aquestes tampoc són les millors per a totes les àrees, perquè en els alzinars i en els camps ac72 ocupen una posició intermitja. També és així en els camps actius, però cal pensar que en aquests és producte del tractament *antròpic* puntual que hagin tingut, pel que difícilment són comparables amb la resta d'unitats.

L'índex de fertilitat de Cobertera utilitzat per valorar la **fertilitat** de les àrees analitzades té un nivell alt en els camps actius, per decaure molt durant el primer període d'abandonament. Un cop passat aquesta primera fase d'inactivitat agrícola la fertilitat va recuperant-se fins tenir un valor proper al dels camps actius en les parcel·les abandonades fa 50 anys.

A les zones forestals s'hi donen valors de fertilitat superiors als dels antics conreus, de fet l'alzinar té el nivell més alt del conjunt de parcel·les treballades, seguit de les rouredes. En la relació pinedes-ab56, destaca també el fet que aquestes tenen una fertilitat lleugerament inferior a la dels camps, malgrat que aquest valor mitjà queda matisat pel CV de les sèries de dades, tot i que com a tendència pensem que és correcte.

Malgrat tenir mitjanes diferents, tots els usos estudiats tenen alguna unitat amb el valor de fertilitat màxim, 100, però tot i això els coeficients de variació de les sèries són acceptables, ja que estan al voltant del 25%. Igual que succeeix en altres paràmetres analitzats, l'homogeneïtat de les sèries forestals és superior a la de les sèries *antròpiques*, especialment en l'alzinar on és del 14%. Els valors més baixos es donen a les pinedes amb mínims que entren en el nivell de fertilitat *baixa*.

Un cop més hem de destacar que l'orientació no té un efecte clar en el sòl. En els camps de conreu abandonats s'alternen obagues i solanes en els màxims de fertilitat, i a les zones forestals pinedes i alzinars tenen els màxims al nord, i les rouredes al sud.

Pel que fa a la geoforma, succeeix el mateix, és a dir, que no hi ha una forma que s'hagi mostrat millor que les altres. Concavitats i convexitats tenen la millor fertilitat de forma alternativa,

pel que no es pot treure cap conclusió al respecte. Cal destacar però que als alzinars còncaus hi ha un 50% d'àrees amb valor 100, fet que no es dona en cap altre ús.

De forma general es pot rebutjar la idea que es plantejava *a priori* que les zones còncaues eren receptores de sediments i per tant les seves condicions edàfiques podien ser millors que les convexitats, més exposades a perdre el sòl.

Propietats físiques dels sòls

Els paràmetres físics que s'han estudiat del sòl han estat el nivell d'humitat del sòl en diversos moments de l'any i la capacitat d'infiltració. Pel que fa a la **humitat**, abans de parlar de nivells en funció de l'ús estudiat, destaca que a la tardor en general hi ha més humitat al sòl que a la primavera, que són els dos moments amb més precipitació de l'any, però que no hi ha una relació directa entre volum de precipitació i presència d'humitat al sòl. Això és així perquè durant l'estiu hi ha un estrès hídric important que fa que al mes d'agost la humitat mitjana inferior al 5%, pel que les precipitacions de tardor serveixen per passar d'aquest 5% a més del 10% de la tardor. Per contra a la primavera plou bastant menys, però el sòl ha perdut menys humitat durant l'hivern i per això conserva un nivell d'humitat bastant alt. Tal i com és esperable, les cobertures denses tenen una menor diferència en el contingut d'humitat entre la primavera i la tardor, perquè la protecció que ofereixen davant de l'evaporació és superior al consum d'aigua per part de la vegetació. En aquest sentit les rouredes orientades al nord tenen un valor molt similar entre cobertures, perquè la massa forestal d'aquest ús és prou compacte com perquè es pugui parlar realment de cobertures obertes i tancades. Així mateix, les parcel·les d'orientació sud d'aquest ús sí que tenen percentatges d'humitat al sòl força diferents, perquè el bosc és molt menys dens.

La densitat de la cobertura és decisiva, tal i com s'ha apuntat. De fet els valors mínims es donen per igual a usos diferents: pineda, bosquina i ab56, pel que cal pensar que és el grau de cobertura i no altres factors el que controla la humitat en el sòl.

El segon factor físic estudiat, la **capacitat d'infiltració**, és superior en els usos *naturals* que en els *antròpics*, però analitzant les mitjanes dels valors no hi ha un comportament massa clar en aquest sentit. És a dir, que si bé es cert que mirant el conjunt de valors del usos *naturals* són superiors als dels usos *antròpics*, valorant ús per ús no es poden establir dues pautes de comportament diferents. Un altre problema que presenten aquestes dades és la manca d'homogeneïtat de les sèries, amb CV molt alts. Aquesta aparent manca de coherència entre

diferents usos del sòl ja ha estat constatada per diversos autors, tal i com s'ha explicat en el corresponent apartat, pel que no es pot pensar que els resultats obtinguts no siguin coherents.

Propietats fisicoquímiques de les aigües

Pel que fa a les conques hidrogràfiques analitzades, hi ha paràmetres fisicoquímics que s'han mostrat més eficients que altres per assenyalar un comportament diferent entre espais *naturals* i espais *antròpics*. Els valors de **pH** obtinguts no tenen grans diferències entre ells, tot i que pineda i camps de conreu abandonats tenen un valor molt similar, però creiem que no és suficient per treure'n cap conclusió en referència a la seqüència exposada en altres punts entre ambdós usos. El **residu sec** té una variabilitat elevada entre els diferents episodis estudiats a cada conca, perquè està en relació directa amb el cabal que porta el torrent, però les dades han servit per diferenciar estadísticament aquestes conques en dos grups: les *antròpiques* (camps de conreu actius i abandonats) i les *naturals* (pineda, alzinar i bosquina).

Els **nitrats** estadísticament no tenen diferències de quantitats entre les conques estudiades, encara que sempre han estat força baixes, però superiors a les del riu Ripoll. Tot i això, l'alta solubilitat dels nitrats els porta a una variació temporal elevada, el que suposa una gran oscil·lació de valors.

La resta de paràmetres estudiats han estat: conductivitat elèctrica, clorurs, carbonats, magnesi, bicarbonats, sodi i potassi, agrupant-se tots ells en dos grups separats: conques *antròpiques* i conques *naturals*. La **conductivitat elèctrica** és menor a totes les conques estudiades que al riu Ripoll, perquè la contaminació, que fa augmentar aquest valor, s'acumula aigües avall i als torrents estudiats és molt baixa. Si mirem els resultats obtinguts en els **clorurs** succeeix el mateix, però en aquest cas, a més, les sèries de dades analítiques són molt homogènies, el que reforça el seu valor. Els clorurs tenen una presència molt minsa a tot el parc, molt per sota dels màxims autoritzats per aigua per al consum humà, amb els valors més alts a les conques de camps actius i de camps abandonats. Dels **carbonats** i del **magnesi** es pot dir exactament el mateix que dels clorurs: poques quantitats però tot i això força diferència entre els dos tipus establerts de conques. Els **bicarbonats** tenen un CV en general una mica elevat, però els valors de les conques es diferencien clarament en els dos grups exposats. El **sodi** també té un comportament diferent en els dos tipus de conques, però en aquest cas una d'aquestes conques de camps de conreus actius se situa al grup de les conques *naturals*, i la conca d'alzinar se situa amb les conques *antròpiques*, pel que el comportament d'aquest element resulta en

conjunt de més difícil explicació. Al **potassi** li succeeix una cosa similar, ja que per un costat s'agrupen totes les conques excepte la pineda, i per altre costat apareix aquesta pineda junt amb els camps de conreu actius. Tant en el sodi com en el potassi els nivells més alts es donen als camps de conreu actius, per l'adobat agrícola els sòls.

Sense voler avançar-nos a les conclusions que figuren en el proper capítol, si que es pot destacar que es conformen dos grups d'àrees homogènies en l'estudi dels sòls i de les aigües del Parc: les zones *naturals* i les *antròpiques*, tot i que analitzant paràmetre per paràmetre hi ha moltes consideracions a fer respecte les variables tractades (ús, orientació, geoforma, etc.).

Pel que fa a la matèria orgànica les obagues tenen valors superiors a les solanes en les zones d'antics conreus i a les pinedes, ordre que s'inverteix als alzinars perquè el seu cobriment en el sotabosc es prou important. Si es tracta de la geoforma, veiem com les zones més antropitzades les àrees convexes tenen valors iguals o superiors al de les zones còncaues, el que sembla indicar una estabilitat bastant elevada dels vessants; i per contra a les zones forestals les concavitats tenen valors més elevats, perquè l'oposició de formes és més acusada, ja que l'antropització ha estabilitzat els vessants modificant-ne aquestes formes. Resulta interessant destacar la relació entre matèria orgànica i carbonats a les pinedes i als camps de conreu amb un abandonament superior als 50 anys: a les primeres el 50% són *bones*, segons la classificació utilitzada, i en el segon cas es queden en poc més del 30.

El fòsfor també presenta similituds entre pinedes i ab56, com succeeix en la majoria dels paràmetres. De fet la seqüència que es dona és camps actius-camps abandonats-zones forestals, amb semblances entre els dos darrers grups. Dins del conjunt d'àrees boscoses, els alzinars tenen valors superiors a les pinedes, perquè el seu cobriment és més homogeni i més dens. La variable orientació, en aquest paràmetre no defineix grups de parcel·les, però sí que ho fa bastant la geoforma, amb un comportament similar en pinedes i camps abandonats. El CV d'aquestes sèries de dades és molt superior en els camps actius que en els abandonats, que són equiparables a les de les pinedes.

El potassi també té coeficients de variació superiors en els camps actius, és a dir que les dades obtingudes en les àrees naturals tenen menys variabilitat, degut a que es troben en un estadi vegetal més madur. En aquest cas, les concavitats no tenen valors superiors a les convexitats, no hi ha relació entre contingut de potassi i la geoforma de la parcel·la. Del magnesi podem dir-ne el mateix pel que fa a la variabilitat de les sèries de dades, i a la relació que

s'estableix entre els camps ab56 i les pinedes: dades similars, però sempre amb valors més alts als boscos de coníferes. En general tampoc podem parlar de diferències notables entre orientacions i entre geoformes.

La relació calculada entre el carboni i el nitrogen té valors superiors a les parcel·les amb orientació nord i també en geoformes còncaves, tot i que en aquesta variable no sigui tant evident, i més aviat marqui una tendència que no una constatació clara. Pel que fa a la relació de valors entre àrees, si que es dona el mateix que abans: similituds entre les pinedes provinents d'una intensa exploració forestal i els antics camps de conreu, tot i que com ja hem dit tinguin un aspecte paisatgístic molt similar. Pel que fa a la fertilitat, a més del que hem dit per altres paràmetres, destaca que l'índex més alt, valor 100, és dona en un 50% dels alzinars còncaus, el que no es dona en cap altre ús.

Les dues variables físiques del sòl, humitat i capacitat d'infiltració, han donat resultats en el mateix sentit, tot i que potser són més evidents en el primer cas. Les parcel·les orientades al nord i amb cobertura vegetal densa conserven un nivell d'humitat al sòl més elevat en tots els usos. Pel que fa a la infiltració, és superior en els usos forestals, però els CV de totes les sèries són molt alts, el que resta vàlida a aquests resultats.

Els resultats obtinguts en les analítiques d'aigua fetes a les conques hidrogràfiques estudiades han donat resultats en el mateix sentit, però pensem que més evidents. N'hi ha dos que no tenen un comportament diferent en les conques: el pH i els nitrats. De fet no és que no hi hagi diferències, sinó que no es poden establir criteris de separació.

La resta de paràmetres analitzats (conductivitat elèctrica, clorurs, carbonats, magnesi, bicarbonats, sodi i potassi), s'han pogut classificar de forma molt evident entre *naturals* i *antròpics*.

6. Conclusions

Les conclusions que es presenten en aquest apartat són les respostes que la interpretació dels resultats aporta als objectius fixats en la primera part del treball. Tot i que tal i com sol ser habitual, a partir d'una idea inicial sobre la que es fan suposicions que es validen amb els resultats obtinguts en aplicar una determinada metodologia, s'arriba a línies de recerca no planejades en un principi. De la mateixa manera que idees que *a priori* semblaven que podien ajudar a respondre aquestes preguntes inicials s'abandonen perquè són camins que no han portat al lloc esperat.

De forma molt resumida, recordem que els objectius inicials eren:

- ✓ Valorar les diferències de l'evolució del paisatge en relació a les variables geoecològiques de la zona.
- ✓ Valorar la incidència de l'activitat antròpica en el Parc i les repercussions que aquesta ha tingut en el paisatge actual i poden tenir en el futur.
- ✓ Definir les variables geomorfològiques que tenen una major influència en tot aquest procés.

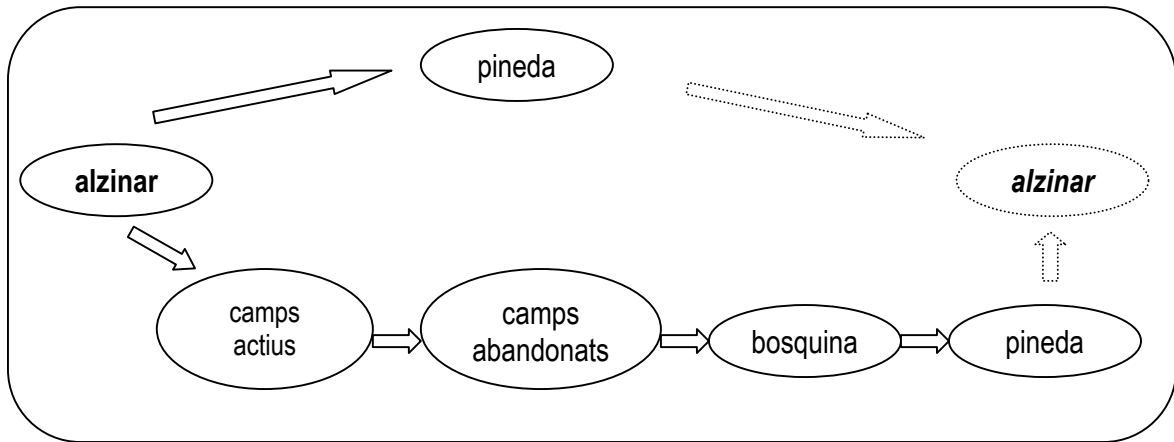
Per valorar quins d'aquests objectius inicials s'han complert, en quin grau ho han fet i quines idees inicials han quedat empíricament rebutjades, aquest capítol s'ha ordenat en tres apartats separats: el que fa referència al treball amb sòls, el que fa referència al treball amb aigües i un tercer que posa en comú els resultats dels dos anteriors, mostrant en quins punts hi ha coincidència de resultats, o si més no de tendències, i en quins punts aquests resultats són divergents.

6.1. Inèrcia temporal dels trets que caracteritzen el paisatge

Les formes vegetals presents al parc donen uns *paisatges visuals* que no es corresponen directament amb les característiques naturals que els componen. De fet, en començar aquesta recerca ja qüestionàvem el fet que històries ecològiques molt diferents en un passat relativament recent poguessin portar a curt termini a realitats tan semblants.

Això que hem denominat *paisatges*, en el sentit de conjunt visual relativament homogeni, són els alzinars, les pinedes de pi blanc, les rouredes, les bosquines, els camps recentment abandonats i altres agrupacions vegetals de menor extensió espacial, com les formacions lligades als cursos fluvials o a les canals de roca, i les pastures. Aquestes agrupacions, en introduir-hi valoracions ecològiques i de dinàmica del paisatge, passen a agrupar-se de formes diferents en funció, sobre tot, de la pressió antròpica que van suportar en el passat, ja que avui per avui aquesta està limitada a una mínima explotació agrícola i forestal en petites parts del territori estudiat. En aquest sentit, tal i com es veurà, les pinedes s'han de subdividir entre les que provenen de la deforestació dels alzinars com a conseqüència de l'explotació forestal del passat i les que són producte de l'evolució posterior a l'abandonament dels antics camps de conreu, ja que tenen característiques edàfiques i d'exportació de nutrients diferents, tot i que el seu destí final és el de donar pas a l'alzinar, tal i com mostra el gràfic 6.1. A partir dels alzinars, com a vegetació potencial de la major part del Parc, es passa a les pinedes per alteració del bosc original, ja sigui per deforestació per conrear-hi, per incendis reiterats o per explotació forestal excessiva; si estem davant del primer cas, la seqüència és la que es mostra al gràfic, passant dels camps de conreu actius a diversos períodes d'abandonament que donen lloc a una bosquina que gradualment se substitueix per la pineda; quan la situació és la que mostra la part superior del gràfic és perquè l'alzinar va ser alterat, però no s'hi van instal·lar conreus, i es van donar les condicions ecològiques que van facilitar la substitució de l'alzina pel pi, i no la recuperació de l'alzinar original; per últim les pinedes, sigui quin sigui el seu origen, s'han constituït en formacions prou madures com per crear de nou les condicions que permetin altre cop la substitució per l'alzinar. A moltes pinedes del Parc hi estan creixent els primers plançons d'alzina, pel que és plausible pensar que seran aquestes les que acabaran per ocupar l'espai que ara és domini

del pi. Per aquest motiu en la gràfica el darrer pas apareix en traçat discontinu, perquè tot i que sembla que serà el camí que seguiran les pinedes, encara no s'hi ha donat del tot.



Gràfic 6.1: Esquema general de l'evolució dels usos del sòl a l'àrea d'estudi. (Font: elaboració pròpia)

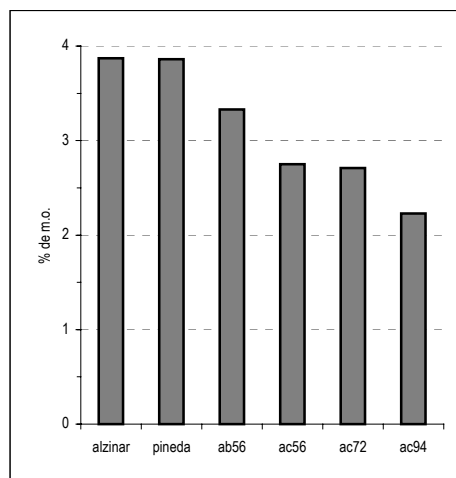
Pel que fa als elements analitzats en l'estudi dels sòls, hi ha diverses agrupacions entre els usos. D'aquestes les que més ens interessen són les que reflecteixen la dualitat entre territoris *natural*s i territoris *antròpic*s¹⁵⁹ (en part dels gràfics 6.2 a 6.12 hi apareixen els símbols “+” o “-“ en els extrems, indicant l'ordenació dels diferents usos):

- ✓ **Un primer grup és el dels paràmetres que es diferencien clarament: matèria orgànica, la relació carboni/nitrogen i la fertilitat química.**

L'ordre creixent d'intervenció humana en el territori segons els usos estudiats és: alzinar-pineda-ab56-ac56-ac72-ac94. És a dir que a partir de la formació vegetal original de la major part del territori estudiat, que són els alzinars, s'arriba a les pinedes, ja sigui com a conseqüència de la recuperació de camps de conreu abandonats, o per la instal·lació d'aquesta comunitat per degradació de l'original. Si es dona el primer cas, l'abandonament dels conreus, hi ha diversos estadis de transició entre la pineda i els camps de conreu que resten actius (ab56-ac56-ac72).

La presència de **matèria orgànica** està en relació a aquesta antropització, de tal manera que a major intervenció menor contingut d'aquest element (gràfic 6.2). Malgrat això, l'evolució no és totalment lineal i sovint hi ha petites oscil·lacions, com és ara el cas dels diversos períodes d'abandonament estudiats.

¹⁵⁹ Ja s'ha citat en diversos punts dels anteriors capítols que per *natural* descrivim allò que va estar sotmès a una baixa pressió humana (explotació forestal lleu, carboneig de baixa intensitat, etc) i per *antròpic* ens referim als espais intensament aprofitats (camps de conreu, deforestacions totals, etc). Així doncs *natural* i *antròpic* no s'han d'entendre com a descriptors absoluts, sinó tot el contrari. Malgrat tot això pensem que continuen sent els adjectius que millor s'escauen a la descripció d'aquest binomi entre la realitat passada i present del territori estudiat.



+ *alzinar* ⇒ *pineda* ⇒ *ab56* ⇒ *ac72* ⇒ *ac56* ⇒ *ac94* -

Gràfic 6.2: Distribució de la matèria orgànica segons els usos estudiats

Donada la relació que hi ha entre matèria orgànica i temperatura, els valors obtinguts a Sant Llorenç són molt inferiors als dels treballs consultats sobre el Pirineu i comparables als del Montseny. Per aquest mateix motiu les obagues tenen major contingut de matèria orgànica que els solells en tots els usos (gràfic 6.3), i les sèries de dades són menys disperses (gràfic 6.4).

+ *obaga* ⇒ *solana* -

Gràfic 6.3: Nivell de matèria orgànica segons l'orientació de les parcel·les

Així mateix, els alzinars nord i sud tenen valors molt similars, a causa del gran cobriment que té aquesta formació, fet que minimitza les diferències entre vessants. El cas contrari es dona a les pinedes, on la cobertura del sòl per part de la vegetació és molt menor i conseqüentment les diferències entre vessants són més acusades.

coeficient de variació: *obaga* > *solana*

Gràfic 6.4: Homogeneïtat de les sèries de dades de matèria orgànica segons l'orientació de les parcel·les

La variable geofoma no té una influència directa en la quantitat de matèria orgànica present al sòl. Les parcel·les planes són les que solen tenir nivells més alts, però les parcel·les còncaues i les convexes s'alternen sense relació aparent amb l'ús.

La valoració de la matèria orgànica en relació al pH o als carbonats millora amb la *naturalització* del territori. L'ordre en ambdós casos és alzinar-pineda-ab56-ac72-ac56-ac94, on el primer ús és el que té un percentatge superior de parcel·les estudiades amb la qualificació de *bones* o *correctes*, i el darrer ús el que en té un major percentatge de *pobres*.

La **relació carboni/nitrogen**, fora dels camps de conreu actius, és molt similar en tots els períodes, tot i que amb una tendència a augmentar amb el transcurs del temps d'abandonament. Aquests valors sempre són inferiors als de les parcel·les *naturals*, establint-se un cop més la transició de valors dels usos més *antropitzats* als que ho han estat menys (gràfic 6.5).

<i>usos naturals</i>	>	<i>usos antròpics</i>
----------------------	---	-----------------------

Gràfic 6.5: Nivell de carboni/nitrogen en funció del tipus d'usos

L'orientació nord dona valors lleugerament superiors en tots els casos excepte en l'alzinar a causa de la ja esmentada manca de diferència entre solana i obaga (gràfic 6.6). Pel que fa a la geofoma, en aquest cas les parcel·les convexes tenen pitjor relació que les còncaves i les planes en quasi tots els usos.

+	<i>obaga</i>	⇒	<i>solana</i>	-
---	--------------	---	---------------	---

Gràfic 6.6: Nivell de carboni/nitrogen en funció de l'orientació de les parcel·les

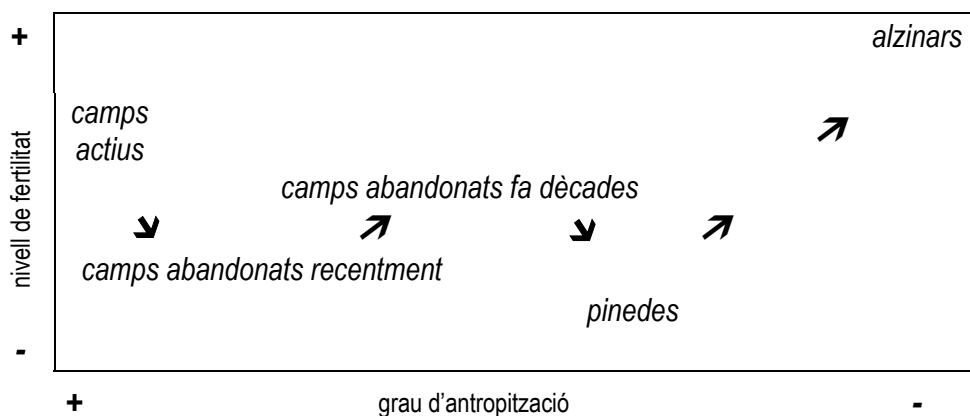
També és interessant destacar que un cop més les sèries de dades obtingudes en els usos *naturals* són més homogènies que les dels usos *antròpics* (gràfic 6.7).

<i>coeficient de variació</i>	<i>obaga</i>	>	<i>solana</i>
-------------------------------	--------------	---	---------------

Gràfic 6.7: Homogeneïtat de les sèries de dades de carboni/nitrogen segons l'orientació de les parcel·les

L'evolució de la **fertilitat del sòl** no és lineal, però té una clara tendència a augmentar d'acord amb el procés de naturalització del sòls estudiats. La seqüència parteix dels camps de conreu actius, que en abandonar-se tenen una pèrdua molt important de fertilitat química, passant d'un valor mitjà superior a 80 fins a menys de

70. A partir d'aquest moment els valors tenen una lenta però constant recuperació fins a arribar a valors per sobre de 80 en els camps amb un abandonament superior a 50 anys. Un cop en aquest punt la fertilitat deixa d'augmentar, i fins i tot disminueix ostensiblement, per tornar a valors ara superiors als dels camps actius en els alzinars, com a estadi més madur dels estudiats (gràfic 6.8).



Gràfic 6.8: Evolució de la fertilitat del sòl en funció del temps que ha transcorregut des de l'abandonament

En termes generals el bosc té valors superiors a les zones de conreu abandonats (gràfic 6.9), i els vessants nord, amb humitat edàfica superior, també presenten una fertilitat més elevada. Lligat a això la fertilitat dels usos del sòl més madurs té poques diferències entre orientacions i és més homogènia.

usos naturals > usos antròpics

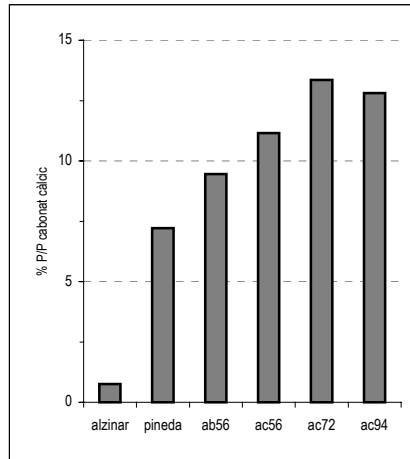
Gràfic 6.9: Nivell de carboni/nitrogen en funció del tipus d'usos

- ✓ **Un segon grup és el de paràmetres que tenen pautes diferents però que no prenen valors totalment oposats entre els dos tipus d'espais mencionats: pH, el carbonat càlcic i el fòsfor.**

El **pH** del sòl no varia durant els períodes estudiats d'abandonament, en conjunt és lleugerament superior als vessants nord i no hi ha cap pauta en relació a la geoforma. S'ha trobat una relació directa amb la presència de carbonats, tant als boscos com a les antigues zones de conreu. Així doncs, quan els sòls tenen més carbonats, el seu pH també és lleugerament més alt.

Els usos antròpics tenen nivells de **carbonats** superiors als usos forestals (gràfic 6.10), tot i que no són diferències significatives; i l'orientació i la geoforma no tenen

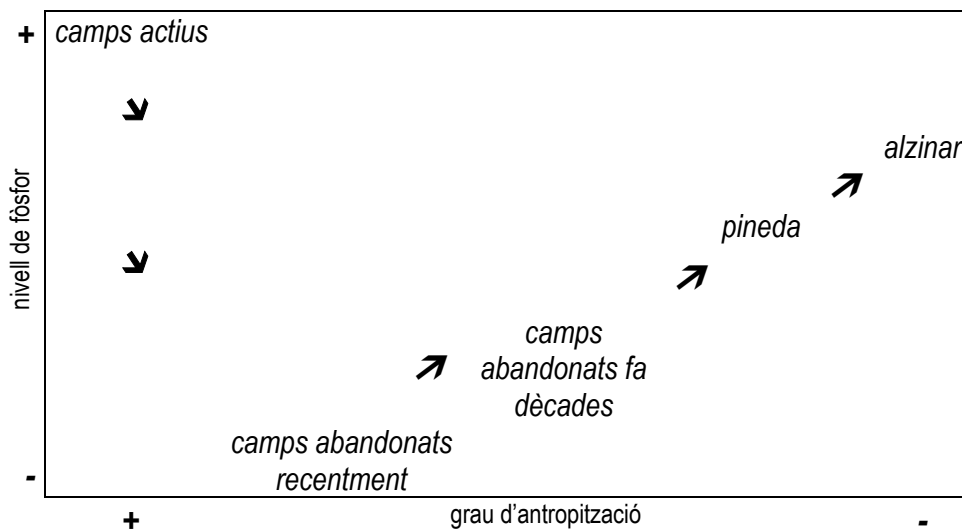
relació amb la presència d'aquest paràmetre. Si ens limitem als usos principals, del conjunt dels estudiats, els continguts de calcària activa guarden relació amb l'evolució del territori. Així, un cop s'abandonen els camps de conreu el contingut de carbonats augmenta lleugerament, per passar a decreixer posteriorment.



+ ac72 ⇒ ac94 ⇒ ac72 ⇒ bosquina ⇒ pineda ⇒ ab56 ⇒ alzarinar -

Gràfic 6.10: Distribució dels carbonats segons els usos estudiats

Pel que fa al **fòsfor**, les sèries de dades dels usos *naturals* són més homogènies que les dels camps de conreu abandonats. La presència de fòsfor al sòl decreix de forma dràstica en el primer període d'abandonament, per recuperar-se lentament a mesura que passa el temps i que les parcel·les arriben a ser pinedes (gràfic 6.11). Els alzinars tenen un nivell de fòsfor bastant superior al de les pinedes. De fet pinedes i els camps de conreu amb un abandonament més antic tenen valors comparables.



Gràfic 6.11: Evolució del fòsfor en funció del temps que ha transcorregut des de l'abandonament

- ✓ **El darrer grup, on s'inclou els paràmetres que no presenten diferències: conductivitat elèctrica, potassi i nitrogen.**

La **conductivitat elèctrica** no varia entre els usos estudiats ni entre les orientacions i geoformes.

El contingut de **potassi** és molt similar en tots els usos, tant entre els *antròpics* com entre els *naturals*, i també comparant aquests dos grups; l'únic grup que té uns valors molt superiors a la resta són els camps actius. L'orientació i la geoforma no són variables que influeixin en el contingut d'aquest element.

Tal i com s'ha dit en l'apartat 5.1.6, la utilitat de la valoració del **nitrogen** està en relació amb el carboni i no en ell mateix. Els valors obtinguts són molt similars en totes les àrees, a excepció de les pastures, on les aportacions dels ramats fan pujar una mica aquest valor.

Com a complement a aquests tres punts cal dir que l'anàlisi estadística dels valors obtinguts en el conjunt dels paràmetres del sòl analitzats ha deixat clar que en agrupar les variables d'estudi en factors¹⁶⁰, aquests tenen un comportament molt més clar en aquest sentit: **els usos *naturals* tenen un pauta de comportament diferent de la dels *antròpics*.**

La **humitat** del sòl té un comportament coherent entre cobertures: els punts de mostreig *tancats*, els que se situen sota cobertura arbòria, sempre tenen un nivell d'humitat superior als punts *oberts*, que estan situats fora de la protecció d'aquesta cobertura, per la qual cosa l'efecte protecció de la vegetació és superior al propi consum d'aigua edàfica per part d'aquesta.

Aquest comportament deixa de ser coherent en alguns dels usos. La pineda, per exemple, té uns valors molt diferents entre obaga i solana, mentre que l'ab56, que és equiparable a aquesta, els té molt semblants. Entre períodes d'abandonament tampoc no hi ha cap relació lògica: els ac72 sud, menys forestals que els ac56, tenen un contingut d'humitat molt superior. L'alzinar com a ús amb un nivell de cobertura més dens, té unes diferències menors, perquè aquesta densitat de cobertura redueix la insolació a la que es veuen exposats els sòls dels vessants solells.

¹⁶⁰ Ens referim a l'anàlisi factorial, explicada detingudament a l'apartat 5.4

6.2. Exportació de nutrients a les conques hidrogràfiques

Les conques hidrogràfiques analitzades es divideixen en dos grups: les **naturalitzades** i les **antròpiques**. Un cop més cal fer èmfasi en el significat que té en aquest context la descripció de *conca antròpica* i de *conca natural*, o *naturalitzada*.

Les conclusions que se'n poden treure pel que fa a les conques *naturals* són:

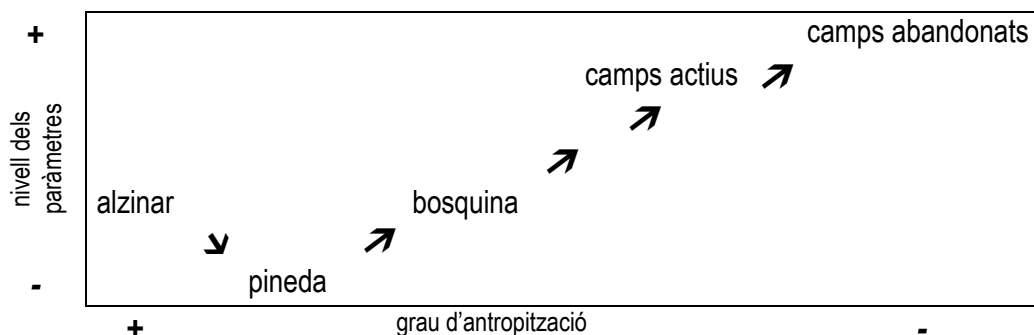
- ✓ **El nivell de protecció que ofereixen les bosquines respecte de les conques arbrades és perfectament comparable**, per la qual cosa no es justificaria una intervenció per accelerar el pas de la bosquina a l'estadi arbori. Cal insistir que es tracta d'una bosquina ben desenvolupada, densa i estratificada.
- ✓ **Alzinars i pinedes tenen valors comparables**, a la qual cosa segurament hi contribueix el fet de tractar-se de pinedes ben constituïdes i amb un sotabosc sovint amb abundants plançons d'alzina, per la qual cosa en realitat estem parlant d'una pineda clarament de transició cap a un alzinar.

Respecte les conques *antròpiques*:

- ✓ **Les dues conques de camps actius tenen el mateix comportament**, per la qual cosa la relació dels seus resultats és inequívoca. Tot i això les diferències observades provenen, com ja s'ha explicat, de l'escassa activitat agrícola, és a dir, que només estan treballades en part i no en la seva totalitat, restant una part com a camps de conreu abandonats, pinedes, etc.
- ✓ **La continuïtat de resultats un cop abandonats els camps de conreu**. El lapse de temps entre l'abandonament i l'aforestació de la conca fa que aquesta es continui comportant com si encara estigués conreada, donant un inèrcia de dècades pel que fa a l'exportació de sediments.

Dels elements analitzats en els mostreigs d'aigua els que separen millor el binomi *natural-antròpic* són el residu sec, la conductivitat elèctrica, els carbonats i bicarbonats, i el magnesi, perquè divideixen les conques en dos grups, situant-se en un alzinar, la pineda i la bosquina, i en l'altre els camps de conreu actius i els abandonats, i a més ho fan sempre en el mateix ordre, tal i com es veu en el gràfic 6.12. Així doncs

l'avaluació d'aquests cinc elements és suficient per valorar les diferències que presenta un espai entre el seu paisatge i la protecció edàfica que ofereix la seva massa vegetal.



Gràfic 6.12: Evolució de paràmetres fisicoquímics de l'aigua (residu sec, carbonats, bicarbonats, magnesi i conductivitat elèctrica)

Els valors de **residu sec** s'ordenen de forma creixent de la pineda fins als camps de conreu abandonats, però entre els usos naturals i els antròpics hi ha un salt quantitatiu important, passant de valors d'exportació de 200 mg/l a 400 mg/l.

La **conductivitat elèctrica** està en funció de la quantitat de residu sec present en les aigües analitzades, per la qual cosa és lògic que donin un comportament molt similar. Aquí els valors s'ordenen de la mateixa forma i també hi ha una diferència entre les conques menys antropitzades i les que ho estan més.

Tant els **carbonats** com els **bicarbonats** de les conques de camps de conreu actius i abandonats són el doble que els de les conques forestals. Es passa de valors de 20 a 50 mg/l en els carbonats i de 100 a 200 mg/l en els bicarbonats.

En el cas del **magnesi** les diferències entre els dos grups que hem establert encara són més evidents perquè les quantitats d'aquest element en les conques *naturals* són inapreciables, de l'ordre de 5 mg/l, i en les conques *antròpiques* s'està per sobre dels 20 mg/l.

6.3. Sòls i aigües: expressions d'una mateixa realitat

Pensem que en aquest treball s'han posat de relleu diversos aspectes de la relació que secularment hi ha hagut al Parc entre el medi natural i la societat que s'hi ha instal·lat. Les activitats que aquestes societats hi han dut a terme han modificat profundament el paisatge d'aquest espai, fins al punt que, especialment a les zones baixes, no té res a veure la vegetació real amb la potencial.

Els alzinars, vegetació potencial de la major part del territori estudiat, van ser substituïts per camps de conreu per al cereal i la vinya, depenent del moment històric. En els indrets més difícils, ja sigui per pendent, poca accessibilitat o manca de sòl, aquests alzinars van ser explotats especialment per fer-ne carbó vegetal, però també per extreure'n branques per llenya.

El paisatge actual del Parc està dominat per alzinars a les cotes altes i per extenses pinedes a la base del massís. A aquestes dues formacions dominants, cal afegir petites rouredes i alguns trams de vegetació de ribera. També cal afegir les que tenen un origen més directament relacionat amb l'activitat humana recent, com són les bosquines provinents de les zones que han sofert incendis forestals, i els antics camps de conreu sobre els quals encara no s'ha instal·lat la pineda, com ho ha fet en els d'un abandonament més llunyà.

Un cop descrit el paisatge d'aquesta forma breu, en aquest treball hem volgut veure quins són els trets que ens poden ajudar a entendre com evolucionarà després d'aquest canvi d'ús contemporani. Per fer això s'ha treballat amb dos elements: els sòls i l'aigua. Amb el primer s'han establert àrees homogènies d'estudi de 100 m² aproximadament, i amb el segon s'han analitzat diverses conques hidrogràfiques.

Dels resultats obtinguts podem destacar que malgrat que el paisatge que es percep visualment sigui el mateix, **hi ha característiques edàfiques i d'exportació de nutrients i de sediments força diferents**. Així doncs, quan hi ha un abandonament agrícola al que li segueix una aforestació espontània, aquest continua tenint un comportament més proper al que tenen els camps de conreu, del que es desprèn que **paisatge visual i característiques del sòl són divergents**. Els elements del sòl que posen especialment de manifest això són matèria orgànica, relació carboni/nitrogen i fertilitat. Pel que fa a la humitat edàfica, s'ha vist com en zones arbrades tenen un percentatge superior, malgrat el consum d'aigua per part d'aquesta vegetació arbòria.

Del treball fet a escala de conca hidrogràfica cal destacar que **alzinars i pinedes tenen valors d'exportació de nutrients comparables, i que zones de camps de conreu abandonats i zones de camps de conreu actius presenten moltes similituds**. Els elements que en aquest segon cas serveixen per diferenciar les zones *naturals* de les zones *antròpiques* són el residu sec, la conductivitat elèctrica, els carbonats, bicarbonats i el magnesi.

El conjunt de les conques no presenten, en la majoria dels paràmetres d'anàlisi, diferències excessives, però sí de vegades substancials, el que ha servit per fer aquesta comparació entre elles. Comparació molt més important en la recerca que aquí es presenta, que el fet de valorar els resultats en funció de les dades que aporta la bibliografia consultada.

Les diferències observades tant en el sòl com en l'aigua ens porten a afirmar sens dubte que **l'home té una gran capacitat per transformar el paisatge**, però no només això, que és prou obvi per a tothom, sinó que **aquesta capacitat transformadora té una dinàmica temporal amb una inèrcia molt gran**. Així doncs, aquests canvis han quedat palesos en la vegetació, en els paràmetres físics i químics del sòl, en la capacitat d'infiltració d'aquests sòls, en la qualitat de l'aigua i en la pèrdua de sòl.

Els diversos canvis, producte de la dinàmica de transformacions endegada per l'activitat antròpica, són inseparables. És a dir, que són conseqüències d'un mateix fenomen, el que ens porta a la necessitat de **considerar el territori de forma global: vegetació, sòls i aigües estan sotmesos a les mateixes inèrcies i la seva interacció és el que ens dóna el que coneixem com a paisatge, i l'expressió d'això en el temps: la dinàmica del paisatge**.

Aquesta tesi de doctorat, com sol succeir en la major part d'aquestes treballs, ha servit per donar explicació a les preguntes que es van formular al plantejar el treball, però també ha deixat portes obertes per a altres treballs que es vol emprendre.

L'estudi de les conques hidrogràfiques ha donat uns primers resultats creiem que molt interessants, però que cal continuar treballant per fer-los més coherents. Així doncs, pensem que el proper pas serà fer un estudi hidrològic que serveixi per explicar la relació que es dóna per a cada conca entre la precipitació i les característiques del cabal de sortida en funció de l'ús del sòl.