

Caracterització de la fertilitat de sòls de pastures a les comarques del Ripollès i de la Garrotxa



Contingut

1. INTRODUCCIÓ	3
2. OBJECTIUS DE L'ESTUDI	5
3. METODOLOGIA	5
3.1. Mostreig de sòl i anàlisi de la fertilitat química i propietats físiques bàsiques del sòl	6
3.2. Mostreig i anàlisi de material vegetal per determinar la disponibilitat de fòsfor i potassi.....	6
3.3. Mostreig de sòl i anàlisi de la caracterització detallada de la matèria orgànica i de l'activitat microbiològica del sòl	7
3.4. Entrevista amb els agricultors i ramaders responsables de les parcel·les avaluades per recollir informació sobre el maneig de les pastures	8
4. RESULTATS.....	9
4.1. Mostreig de sòl i anàlisi de la fertilitat química i propietats físiques bàsiques del sòl	9
4.1.1. Matèria orgànica i macronutrients	9
4.1.2. pH.....	11
4.1.3. Sistema productiu	13
4.1.4. Granulometria	14
4.2. Mostreig i anàlisi de material vegetal per determinar la disponibilitat de fòsfor i potassi.....	14
4.3. Mostreig de sòl i anàlisi de la caracterització detallada de la matèria orgànica i de l'activitat microbiològica del sòl	16
4.3.1 Fraccionament granulodensimètric	16
4.3.2 Biomassa microbiana	18
4.3.3 Respirometria.....	19
4.4. Entrevista amb els agricultors i ramaders responsables de les parcel·les avaluades per recollir informació sobre el maneig de les pastures	20
4.4.1. Condicions ambientals	21
4.4.2 Tipologia de pastures	21
4.4.3. Produccions i aprofitaments	22
4.4.4. Fertilització.....	23
5. CONCLUSIONS.....	24

1. Introducció

Les pastures estan compostades per diferents espècies herbàcies que tenen diferents necessitats nutritives i que es troben en diferents proporcions. En funció de la composició s'estableixen diferents interaccions entre les espècies presents a la pastura. Aquestes característiques dificulten el fet d'establir les bases d'una correcta fertilització sostinguda en criteris agronòmics que permeti obtenir bons rendiments, amb producció elevada i bona qualitat farratgera.

En àmbit de pastures la fertilització té un efecte sobre el sistema sòl-aigua-planta que incideix no únicament sobre la producció, sinó que també ho fa sobre la composició d'espècies de la pastura i sobre la qualitat farratgera. Per tant, quan es parla de fertilització en pastures s'abasta a tot el maneig global de la pastura. La presència en major o menor proporció de certes espècies pot fer variar substancialment la fertilització necessària, al mateix temps que la fertilització que s'aporti (especialment en nitrogen) influirà decisivament, a mig termini, en la proporció de les espècies presents en la pastura.

Fins fa pocs anys hi havia poques iniciatives en àmbit de país que es dirigissin a obtenir un coneixement que incidís en una millora de la gestió de les pastures de muntanya mitjana. Aquest fet era encara més acusat si ho concretem en la matèria específica de fertilització de les pastures. Aquesta

reduïda dedicació es devia en bona part a la baixa superfície que ocupen les pastures fertilitzables a Catalunya. La superfície de praderes a Catalunya és de 18.787 ha. Si es compara amb altres usos del sòl ràpidament es veu que es tracta d'una extensió reduïda. Per exemple, la superfície dedicada a cereals d'hivern per a gra a Catalunya és de 330.000 ha.

Tot i això, en determinades zones la rellevància que tenen les pastures indica que val la pena dedicar-hi esforços, i aquest fet és encara més evident si es tenen en compte altres factors com la vinculació de les pastures amb l'activitat ramadera extensiva i el valor ambiental que tenen els hàbitats de pastura. Un exemple de la incidència que poden tenir les pastures en un lloc concret es pot veure a partir dels usos agraris del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, que amb una superfície de 15.309 ha té un 25,2% del sòl amb usos agraris (3.857 ha). Predominen els cultius extensius, amb 2.522 ha, però la presència de pastures hi té una destacada rellevància (1.321 ha), ocupant aproximadament una tercera part de la superfície amb usos agraris del sòl.

La superfície de pastures de muntanya mitjana fertilitzables és abundant a la comarca de la Garrotxa i té un pes elevat en relació al total de la superfície agrària. També és rellevant la superfície d'aquestes pastures en altres zones de Catalunya, especialment en les de Prepirineu, en aquest context

destaquen algunes comarques com Ripollès, Osona, Alt Urgell, Berguedà, Alt Empordà i Solsonès. Com ja s'ha dit, a tot Catalunya la superfície de praderes polifites que habitualment es fertilitzen és de 18.787 ha, a les quals també cal afegir altres pastures com els hàbitats de prats de dall de terra baixa o els de prats de dall altimontans i subalpins que per les seves elevades productivitats també és recomanable que siguin fertilitzades.

Per tot això i també per la petició d'assessorament que des de fa anys reclamen alguns agricultors i ramaders, en el marc del Pla per a la millora de la fertilització agrària, a l'any 2008 es va començar a organitzar una jornada sobre pastures a la Vall de Bianya (la Garrotxa) amb la fertilització com a temàtica principal. En aquesta jornada, que s'ha portat a terme de manera gairebé anual, sovint s'ha comptat amb la participació de ponents de zones de fora de Catalunya on es treballa en pastures des de fa molt temps, especialment de França.

A partir de l'any 2015, també en el marc del Pla per a la millora de la fertilització agrària, es va iniciar un assaig plurianual de fertilització en una pastura de sembra, en el qual encara actualment s'hi està treballant. L'assaig està ubicat a la comarca de la Garrotxa (Santa Pau) i té com a objectius principals determinar les dosis d'aplicació de purins de boví adequades per a l'obtenció de bons resultats en relació amb els rendiments productius, la diversitat d'espècies, la dinàmica del

contingut de nitrogen mineral en el sòl i la qualitat farratgera. Per a l'obtenció d'una bona qualitat farratgera es considera clau la presència de lleguminoses, per tant, les dosis de nitrogen ràpidament disponible, amb adobs orgànics o inorgànics, han d'anar dirigides a maximitzar les produccions però també a evitar la pèrdua de les lleguminoses per un excés de fertilització nitrogenada.

Aquest assaig ha permès avançar en l'obtenció de coneixement al voltant de les pastures, i la informació que s'ha obtingut s'ha anat transmetent al sector agrari i ramader a través d'assessorament individualitzat, de documents tècnics divulgatius o de la jornada anual que es porta a terme, que en diverses ocasions s'ha centrat en els resultats de l'assaig.

Per continuar avançant en l'obtenció de coneixement en l'àmbit de les pastures des del Pla per a la millora de la fertilització agrària es desenvolupa aquest nou projecte "Caracterització de la fertilitat de sòls de pastures a les comarques del Ripollès i de la Garrotxa". En les dues comarques hi ha una àmplia superfície de pastures, aspecte que està directament vinculat a la presència d'una ramaderia extensiva molt activa.

2. Objectius de l'estudi

Els objectius principals de l'estudi consisteixen en:

- incrementar el coneixement sobre els sòls amb usos agraris de pastures,
- vincular aspectes ambientals i de maneig amb les característiques de fertilitat de sòls de pastures,
- detectar les principals mancances de coneixement dels agricultors i ramaders en àmbit de pastures,
- disposar d'informació per millorar les recomanacions de fertilització i d'altres aspectes vinculats en pastures,
- oferir assessorament en relació a la fertilització i maneig de les pastures als titulars de les explotacions que formen part de l'estudi en base als resultats obtinguts, i
- divulgar els resultats globals de l'estudi a través de diferents vies de transferència de coneixement.

3. Metodologia

La base d'aquest estudi parteix d'un treball de camp que s'ha fet a la primavera del 2019 i que ha consistit en el mostreig de diferents parcel·les de pastura de la Garrotxa i el Ripollès. S'ha complementat amb la recollida d'informació sobre les característiques i el maneig de les pastures avaluades mitjançant entrevistes als agricultors i ramaders que porten les pastures objecte de l'estudi.

El projecte s'inicia amb el mostreig de 24 parcel·les de pastura de la comarca del Ripollès i 14 de la Garrotxa. La selecció de parcel·les i el contacte amb els agricultors i ramaders del Ripollès s'ha fet amb la col·laboració d'en Joan Casas (cap de l'Oficina comarcal del Ripollès del DACC) i d'en Joan Coromina (tècnic de l'Enginyeria Agrícola i Topogràfica AGTOP). S'han escollit pastures de diferents zones amb la intenció de poder obtenir informació en diferents condicions edafoclimàtiques. També s'ha buscat disposar de diferents casuístiques pel que fa a tipus de pastura (permanents o de sembra), pel que fa al sistema productiu emprat (convencional o ecològic) i pel que fa a maneig (fertilització i aprofitaments). Tot plegat amb la intenció d'obtenir un ampli ventall de situacions que permeti establir relacions dels paràmetres de maneig i situació amb els resultats dels anàlisis de sòls i material vegetal.

Els mostrejos es varen fer durant els mesos d'abril i maig de 2019, i es varen

concentrar en un màxim de 2 dies per cadascuna de les diferents tasques i zona per tal que la variabilitat obtinguda no pogués associar-se a unes diferents condicions que estiguessin vinculades al moment del mostreig.

En la zona del Ripollès es varen dividir les mostres entre la Vall de Ribes (13 mostres) i la Vall de Camprodon (11 mostres), mentre que a la Garrotxa, 5 es varen recollir al nord, zona amb un clima més sec, i 9 a l'entorn de la cubeta olotina amb un clima mediterrani humit. En aquestes zones s'hi troben representades diferents altituds i diferents condicionants de clima i de sòl.

Pel que fa al sistema productiu, de les 38 mostres obtingudes 17 pertanyen a parcel·les en què s'aplica un sistema de producció agrària ecològica, mentre que la resta (21) es treballen amb sistema convencional. I pel que fa a tipus de pastures i maneig també s'hi recullen tot tipus de casuístiques, com pastures sembrades o permanents, pastures que s'aprofiten amb dall, amb pastura o amb un aprofitament mixt i pastures que es fertilitzen amb adobs orgànics, amb adobs minerals o que no es fertilitzen.

Aquest projecte es pot separar en 4 grans blocs de tasques:

- mostreig de sòl i anàlisi de la fertilitat química i propietats físiques bàsiques del sòl,
- mostreig i anàlisi de material vegetal per determinar la disponibilitat de fòsfor i potassi,

- mostreig de sòl i anàlisi de la caracterització detallada de la matèria orgànica i de l'activitat microbiològica del sòl, i
- entrevista amb els agricultors i ramaders responsables de les parcel·les avaluades per recollir informació sobre el maneig de les pastures.

3.1. Mostreig de sòl i anàlisi de la fertilitat química i propietats físiques bàsiques del sòl

Es va mostrejar la part superficial del sòl (0-20 cm) de la totalitat de les 38 pastures seleccionades, 24 del Ripollès i 14 de la Garrotxa. Les del Ripollès es varen mostrejar entre els dies 29 i 30 d'abril i a continuació, en els dies posteriors, es varen mostrejar les de la Garrotxa.

En aquestes mostres s'han analitzat paràmetres relacionats amb la fertilitat química (pH, CE, continguts de macronutrients, cations de canvi o metalls pesants) i amb les propietats físiques del sòl (textura, pH o contingut de matèria orgànica).

3.2. Mostreig i anàlisi de material vegetal per determinar la disponibilitat de fòsfor i potassi

En les mateixes dates en què es va mostrejar el sòl per l'anàlisi de la fertilitat química i les propietats físiques bàsiques dels sòls també es va

mostrejar material vegetal (únicament gramínies) de la pastura. Es varen mostrejar 25 parcel·les, 12 del Ripollès i 13 de la Garrotxa. Les parcel·les mostrejades varen ser aquelles en què encara no s'hi havia fet cap aprofitament, ja que en una part important de les pastures, especialment del Ripollès, ja hi havien entrat els animals a fer un primer aprofitament a dent.

En les mostres de material vegetal (s'agafen gramínies abans d'inici d'espigat) s'han determinat els continguts de nitrogen (N), fòsfor (P) i potassi (K). Amb aquests continguts es calculen uns índexs (IP i IK) que permeten estimar la disponibilitat de P i K presents en el sòl per les plantes presents a la pastura.

Aquest sistema per avaluar la disponibilitat de P i K és àmpliament utilitzat a França degut tant per a la seva simplicitat pel que fa a mostreig i anàlisi, com també per a diferents raonaments agrònoms. Amb aquesta metodologia es considera la capacitat extractiva real de les espècies vegetals, tenint en compte tant el desenvolupament del sistema radicular de les plantes com les característiques del sòl i les formes en què s'hi troben retinguts el P i el K.

3.3. Mostreig de sòl i anàlisi de la caracterització detallada de la matèria orgànica i de l'activitat microbiològica del sòl

En aquesta analítica, per una banda, es caracteritza la matèria orgànica a partir del fraccionament del carboni del sòl separant-lo en funció del seu grau d'oxidabilitat i per tant de facilitat de degradació. Per altra banda es determina el volum de biomassa microbiana present en el sòl i l'activitat d'aquesta biomassa a través de la respirometria, factors que tots ells són determinants en el procés de degradació de la matèria orgànica.

Per aquestes analítiques és necessari que les mostres arribin en fresc al laboratori, és a dir, des del moment del mostreig fins a l'arribada de les mostres al laboratori ha de passar el menor temps possible (inferior a 48 h). Tenint en compte aquest condicionant els dies 27 i 28 de maig del 2019 es varen recollir 20 mostres de sòl (0-20 cm), 14 en parcel·les del Ripollès i 6 de la Garrotxa, i es varen enviar ràpidament al laboratori per al seu processament i anàlisi. Les parcel·les mostrejades formen part de les que prèviament s'havien mostrejat per a les altres anàlisis de sòl i de material vegetal.

Aquestes analítiques confereixen un valor afegit a l'estudi ja que per una banda es tracta d'una informació que no es determina habitualment i per tant pot aportar informació innovadora. Per altra banda els sòls de les pastures estan poc pertorbats i

tenen una elevada estabilitat per un baix o nul treball mecànic del sòl, fet que juntament amb altres factors afavoreix que s'acumulin continguts elevats de matèria orgànica. Els resultats d'aquestes analítiques donen una informació molt valuosa sobre els processos de degradació i d'estabilització d'aquesta matèria orgànica.

3.4. Entrevista amb els agricultors i ramaders responsables de les parcel·les avaluades per recollir informació sobre el maneig de les pastures

Entre la tardor i l'hivern posteriors als mostreigs es varen fer les entrevistes individuals amb cadascun dels titulars de les parcel·les avaluades. A partir d'aquestes entrevistes s'ha pogut conèixer en detall quines són les principals característiques de les pastures i quin és el maneig que hi apliquen, amb informació com:

- sistema productiu (ecològic o convencional),
- pastura permanent o de sembra,
- tipus i moments dels aprofitaments (pastura, dall o mixt), a partir dels quals s'estimen les produccions (i les extraccions de nutrients associades) i els nutrients que els animals deixen amb les dejeccions quan pasturen, i

- fertilització aplicada: tipus (adobs orgànics, adobs minerals o sense fertilització) i quantitats i moments si s'escau.

Paral·lelament a aquestes entrevistes, en què es recull la principal informació sobre el maneig també s'han obtingut tota una sèrie de paràmetres ambientals relacionats amb la ubicació de les parcel·les, dels quals en destaca l'altitud i la situació climàtica.

Aquesta informació sobre el maneig i la situació ambiental es preveu vincular amb els resultats obtinguts en les diferents analítiques de sòls i de material vegetal.

4. Resultats

En general s'ha obtingut una elevada variabilitat de resultats dels diferents paràmetres. Aquest fet era esperable tenint en compte l'ampli abast de l'estudi i que intervenen múltiples factors i casuístiques que poden incidir en els resultats, com diferents situacions de sòl, clima, altitud, sistema productiu, tipus de pastura, maneig quant a aprofitaments o maneig quant a fertilització.

4.1. Mostreig de sòl i anàlisi de la fertilitat química i propietats físiques bàsiques del sòl

4.1.1. Matèria orgànica i macronutrients

En aquest bloc hi ha una dada que destaca per sobre de la resta, es tracta de l'elevat contingut de matèria orgànica del sòl (0-20 cm) tal i com es pot observar en la Figura 1. Els valors de matèria orgànica són més elevats ($\alpha=0,05$, Duncan) al Ripollès que a la Garrotxa degut sobretot a les condicions climàtiques. El quartil més elevat (percentil 25) a la comarca del Ripollès recull continguts de matèria orgànica entre 6,5 i 8,5%. L'efecte de les condicions climàtiques també es mostra de manera significativa (p -valor $<0,0001$) quan es relaciona el contingut de matèria orgànica amb l'altitud (m s.n.m.) d'on es troben ubicades les pastures mostrejades (Figura 2).

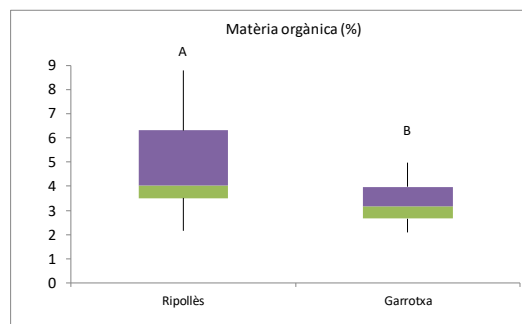


Figura 1. Contingut de matèria orgànica (%) en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès. Lletres diferents indiquen diferències significatives ($\alpha=0,05$) amb el test de separació de mitjanes de Duncan.

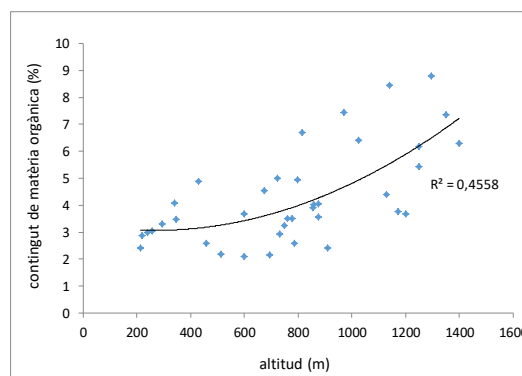


Figura 2. Contingut de matèria orgànica (0-20 cm) en relació a l'altitud (m s.n.m.) en els sòls de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès

L'elevat contingut de matèria orgànica confereix unes condicions especials a aquests sòls de pastures tant pel que fa a paràmetres vinculats a una funcionalitat agronòmica i de protecció del sòl (millora l'estructura, afavoreix l'activitat biològica, incrementa la capacitat de retenció d'aigua i nutrients ...) com també a una funció ambiental com a embornal de carboni, que és especialment positiva en el context actual en què es generen elevades emissions de gasos d'efecte hivernacle causants del canvi climàtic.

Pel que fa a la relació C/N, els valors són relativament baixos tenint en compte l'elevat contingut de matèria orgànica. Els valors dels 2 quartils centrals es troben per sota de 10, tant pel que fa al Ripollès com a la Garrotxa (Figura 3). Aquest aspecte es deu a què els valors de N orgànic són també elevats.

Pel que fa a la disponibilitat de nutrients, la variabilitat és molt elevada i es troben casuístiques de tot tipus, tant unes parcel·les que són clarament deficitàries en algun dels 3 macronutrients (N, P i K), com altres que en contenen en excés (Figures 4, 5 i 6).

Les parcel·les que tenen uns valors més elevats de macronutrients corresponen, en la majoria de casos, a pastures molt properes a les granges que durant l'hivern s'utilitzen per al repòs dels animals, fet que afavoreix que els animals hi deixin bona part de les dejeccions ramaderes que generen. En el cas del N (Figura 4) al Ripollès es mostren valors més elevats ($\alpha=0,05$, Duncan) en relació als de la Garrotxa, fet que és vinculable en part als continguts també elevats de matèria orgànica, mentre que els valors en P i K a les dues comarques no difereixen de manera significativa.

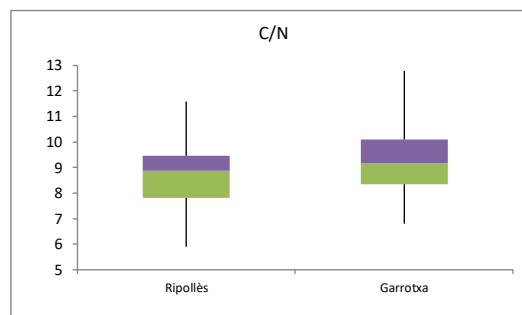


Figura 3. Relació C/N en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès. No es mostren diferències significatives ($\alpha=0,05$) amb el test de separació de mitjanes de Duncan.

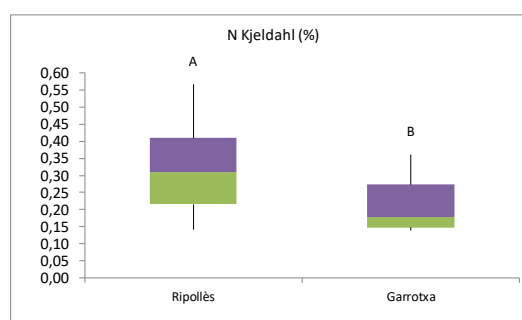


Figura 4. Contingut de N orgànic (%) en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès. Lletres diferents indiquen diferències significatives ($\alpha=0,05$) amb el test de separació de mitjanes de Duncan.

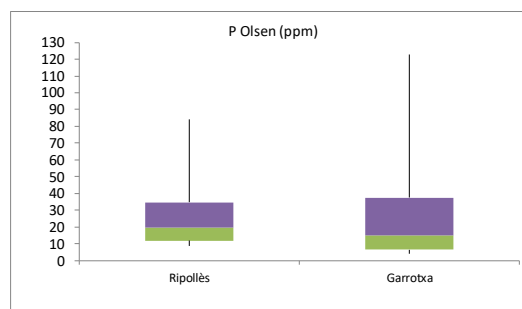


Figura 5. Contingut de P Olsen (ppm) en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès. No es mostren diferències significatives ($\alpha=0,05$) amb el test de separació de mitjanes de Duncan.

En el P (Figura 5) els 2 quartils més baixos, és a dir en la meitat de les mostres, tant del Ripollès com de la Garrotxa, mostren valors inferiors a 23

ppm, mentre que en el quartil més baix els valors són inferiors a 9 ppm, continguts deficitaris de P disponible en el sòl per a la gran majoria de pastures. A la part alta, el primer quartil mostra uns valors superiors a 35 ppm amb un rang molt ampli de valors, quantitats que es poden considerar excessives tenint en compte els requeriments nutricionals de les pastures.

En el K (Figura 6) el contingut del percentil més baix conté valors inferiors a 112 ppm, fet que indica un dèficit d'aquest nutrient en aquestes pastures, mentre que en el percentil més elevat es mostren valors per sobre de 190 ppm en un rang molt ampli i en què únicament alguns d'aquests valors es poden considerar com a molt elevats.

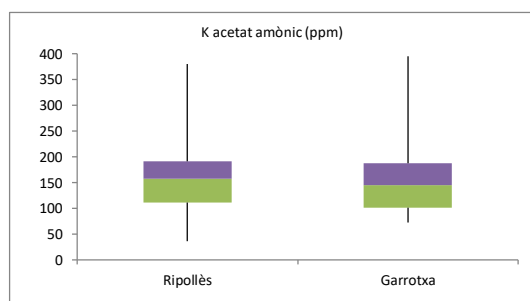


Figura 6. Contingut de K extret amb acetat amònic (ppm) en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès. No es mostren diferències significatives ($\alpha=0,05$) amb el test de separació de mitjanes de Duncan.

4.1.2. pH

El pH dels sòls incideix en el contingut i sobretot en la disponibilitat de nutrients per part de les plantes. Tant a l'est com a l'oest del Ripollès hi ha

zones amb sòls àcids. De les parcel·les mostrejades els sòls àcids es troben a l'entorn del municipi de Ribes de Freser (oest) i a l'entorn del municipi de Molló (est).

A la Taula 1 es pot observar que el P en formes disponibles (Olsen) és lleugerament superior en els sòls àcids, malgrat que en sòls amb pH elevat també es podria reduir la disponibilitat de P al precipitar amb el Ca. Tot i que tant el P disponible (Olsen), com el P total i el percentatge de P disponible en relació al P total és més elevat en els sòls amb un pH bàsic, aquestes diferències no són estadísticament significatives ($\alpha=0,05$, Duncan).

Pel que fa al K, es repeteix un patró similar que amb el P. Malgrat que en aquest cas la retenció de K pot estar vinculada a altres aspectes com la textura, en sòls àcids hi ha una major possibilitat de rentat del K. A la Taula 1 es mostra una menor quantitat en els sòls àcids de K disponible, de K disponible en relació al K total, de K en els cations de canvi i de K total en els sòls àcids en relació als sòls amb pH més elevat a 6, però aquestes diferències no són estadísticament significatives ($\alpha=0,05$, Duncan).

La capacitat d'intercanvi catiònic (CIC) és similar en les dues situacions de pH i en general els valors obtinguts es poden considerar elevats. Però els cations de canvi que hi estan vinculats (Ca, Mg, Na i K) són més elevats en els sòls amb pH més elevat a 6. En el cas del Ca, els continguts obtinguts en els

Taula 1. Contingut mitjà de diferents elements que es troben en el sòl (0-20 cm) agrupats en dos grups en funció del pH en els sòls de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès.

pH	Matèria orgànica (%)	N Kjeldahl (%)	P Olsen (ppm)	P total ext. àcid (ppm)	Relació P assim P total (%)	K ext. acetat amònic (ppm)	K ext. àcid (ppm)	Relació K assim K total (%)	CIC (meq/100 g)	Ca-canvi (meq/100 g)	Mg-canvi (meq/100 g)	Na-canvi (meq/100 g)	K-canvi (meq/100 g)	Cu ext. àcid (ppm)	Zn ext. àcid (ppm)
pH < 6 (8 mostres)	6,3	0,43	17,6	1106,9	1,6	122,3	4754,4	2,6	15,2	6,9	1,27	0,08	0,34	39,7	122,0
pH > 6 (30 mostres)	3,7	0,24	30,3	944,7	3,2	179,4	5061,6	3,5	16,9	14,2	1,65	0,10	0,59	32,2	86,7

sòls bàsics són significativament més elevats ($\alpha=0,05$, Duncan) en relació als sòls bàsics. En aquesta casuística es mostra que amb la suma d'aquests elements s'obté una saturació de bases, fet que és habitual en sòls neutres i bàsics. En canvi, en els sòls amb pH inferior a 6 la suma d'aquests quatre elements és d'aproximadament la meitat de la CIC i per tant queden bases disponibles, fet que també és habitual en els sòls àcids.

En aquest context cal destacar la rellevància que poden tenir el Ca i el Mg en el desenvolupament de les espècies que habitualment componen una pastura, i en el cas del Ca amb unes extraccions especialment elevades. Les extraccions d'aquests dos nutrients augmenten a mesura que incrementa la presència de lleguminoses en les pastures degut a què les espècies d'aquesta família tenen unes necessitats més elevades d'aquests nutrients en relació a les que tenen les gramínies.

En el cas dels metalls pesants s'inverteix l'ordre en què es troben aquests nutrients en el sòl en relació al que succeeix amb els cations. Els sòls àcids (pH<6) tenen una quantitat més elevada d'aquests elements en relació

als sòls amb pH més elevats (pH>6). Concretament hi ha un 23% més de Cu i un 41% més de Zn. En el cas del Zn aquestes diferències són estadísticament significatives ($\alpha=0,05$, Duncan). Aquests són continguts totals de metalls pesants en el sòl, i per tant aquestes diferències és possible que es deguin també a altres factors formadors del sòl i no que únicament estiguin vinculats amb el pH. En canvi, vinculat amb el pH es podrien trobar diferències de disponibilitat. En els sòls àcids es solen obtenir valors elevats de Cu, Zn, Fe i Mn disponible, mentre que en els sòls bàsics es poden donar situacions de dèficit en la disponibilitat d'aquests elements.

En els sòls àcids l'activitat dels microorganismes es pot veure reduïda i això pot incidir en una menor activitat de degradació de la matèria orgànica. Aquest probablement és el factor causant que en les pastures avaluades amb sòls àcids es presenti un contingut de matèria orgànica i de N orgànic (kjeldahl) més elevat ($\alpha=0,05$, Duncan) en relació als sòls a les pastures amb un pH de caràcter bàsic.

4.1.3. Sistema productiu

Quan es comparen els resultats de les parcel·les que tenen un sistema productiu ecològic amb les que tenen un sistema productiu convencional es fa difícil trobar diferències clares, en part perquè hi ha molts altres factors de maneig, ambientals o de tipologia de pastura que també intervien en aquests resultats, i en part perquè en pastures el maneig que s'aplica en convencional és molt similar al que s'aplica en ecològic. En els dos casos la fertilització, si es fa, es basa amb l'ús d'adobs orgànics.

A les Figures 7, 8 i 9 es mostren els continguts de matèria orgànica, P i K comparant les parcel·les de maneig ecològic i amb les de maneig convencional. En els nutrients (P i K) no es mostren diferències ($\alpha=0,05$, Duncan) i es poden observar casuístiques de mostres en ecològic amb valors molts elevats i casuístiques de mostres en convencional amb dèficit en aquests nutrients, i també a la inversa.

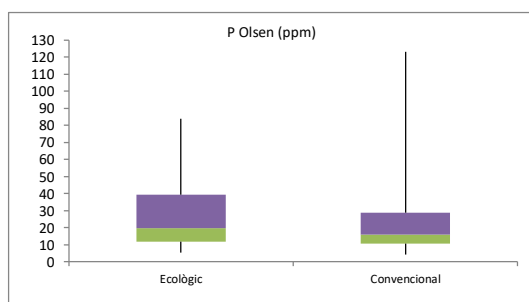


Figura 7. Contingut de P Olsen (ppm) en funció del sistema productiu (ecològic o convencional) en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès. No es mostren diferències significatives ($\alpha=0,05$) amb el test de separació de mitjanes de Duncan.

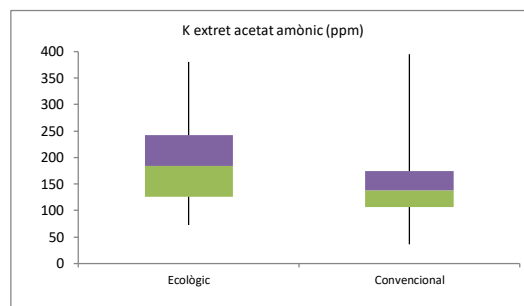


Figura 8. Contingut de K extret amb acetat amònic (ppm) en funció de sistema productiu emprat (ecològic o convencional) en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès. No es mostren diferències significatives ($\alpha=0,05$) amb el test de separació de mitjanes de Duncan.

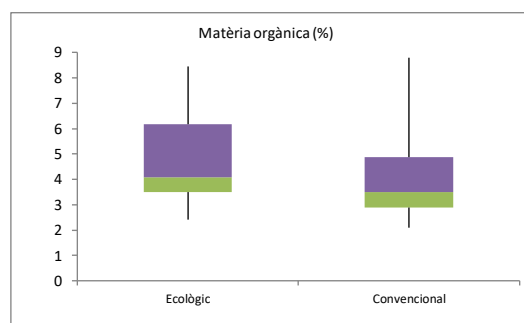


Figura 9. Contingut de matèria orgànica (%) en funció de sistema productiu emprat (ecològic o convencional) en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès. No es mostren diferències significatives ($\alpha=0,05$) amb el test de separació de mitjanes de Duncan.

Quant al contingut de matèria orgànica, l'amplitud dels valors del conjunt de mostres per cada situació de sistema productiu és similar, però els valors dels 2 quartils centrals són lleugerament més elevats en ecològic que en convencional. Probablement aquest fet no es deu al sistema productiu, sinó a altres aspectes de maneig que hi poden estar vinculats. Per exemple, en producció ecològica és menys habitual fer ressebres de la pastura, i en les pastures permanents es mantenen continguts més elevats de

matèria orgànica degut a què no es treballa el sòl.

4.1.4. Granulometria

L'elevat número de mostres en zones molt diverses fa que es trobin tot tipus de classes texturals, des d'argiloses a franc arenoses. La classe textural que predomina és la franc-argilosa amb el 50% de les parcel·les mostrejades, mentre que amb una textura franca hi ha el 25% de parcel·les avaluades.

La granulometria del sòl pot incidir en la retenció de K, aquest aspecte es mostra amb una correlació significativa entre el K total i el contingut d'arena (p-valor = 0,049). A la Figura 10 es pot observar que en les parcel·les amb un percentatge més elevat d'arena, superiors a un 30%, no s'hi troben valors elevats de K total, mentre que quan el percentatge d'arena és inferior al 30% el contingut de K total és variable, amb resultats que oscil·len entre 2.000 i 10.000 ppm de K total en les mostres de sòl de 0-20 cm.

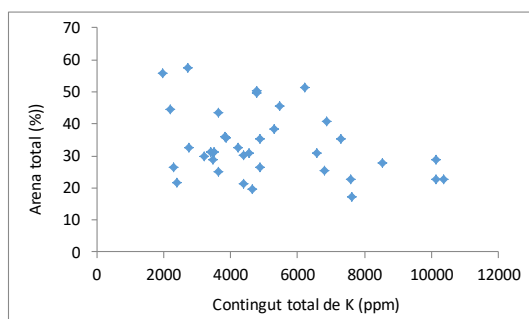


Figura 10. Contingut de potassi (K) total extret amb àcid en relació al percentatge d'arena total en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès.

4.2. Mostreig i anàlisi de material vegetal per determinar la disponibilitat de fòsfor i potassi

L'avaluació del mètode del material vegetal per determinar la disponibilitat de P i K es porta a terme anualment a l'assaig de pastures que es desenvolupa en el marc del Pla per a la millora de la fertilització agrària amb l'obtenció de resultats satisfactoris fins al moment. En el present projecte es pot seguir contrastant aquest mètode, i corroborar la seva eficàcia si és el cas, per a diferents situacions edafoclimàtiques.

A partir dels continguts de N, P i K en les mostres de material vegetal (gramínies) es calculen els índexs P (IP) i K (IK). Els valors dels índexs es troben entre 40 i 140, en què de 40 a 60 indica una disponibilitat del nutrient (P o K) molt baixa, de 60 a 80 baixa, de 80 a 100 mitjana, de 100 a 120 alta i de 120 a 140 alta.

En les mateixes parcel·les es disposa del contingut de P Olsen i de K extret amb acetat amònic en una mostra de sòl a 0-20 cm de profunditat. Aquests valors s'han extrapolat a la mateixa escala de valors que els resultats de material vegetal (40-120) amb una ponderació a partir dels límits clàssics de sòls. D'aquesta manera es poden comparar les dues metodologies tal i com es mostra a les Figures 11 i 12. Els resultats del tractament estadístic mostren una correlació significativa en el cas del P (p-valor=0,030), mentre que

aquesta correlació no és significativa en el cas del K (p -valor=0,262).

De les 25 parcel·les avaluades amb els dos sistemes (a partir de material vegetal i de sòls), en el 80% en el cas del P i en el 88% en el K la diagnosi que s'obté (contingut molt baix, baix, mitjà, alt o molt alt) és igual o similar (1 nivell per sobre o per sota) en els 2 mètodes, mentre que en la resta de casos la recomanació difereix en més d'un nivell. De les 5 mostres en què les recomanacions són diferents en P i de les 3 en K (del total de 25 de cadascuna) només una de cada nutrient correspon a pastures del Ripollès, mentre que la resta corresponen a pastures de la Garrotxa. Cal recordar que el nombre de mostres recollides a cada comarca són similars, 12 al Ripollès i 13 a la Garrotxa. El fet que les mostres amb més variacions entre els dos mètodes es concentrin a la Garrotxa es pot deure a què quan es va fer el mostreig a la Garrotxa la pastura estigués en alguns casos en estadis més avançats del que és recomanable (abans d'inici d'espigat), ja que les pastures de la Garrotxa es trobaven més avançades pel que fa a desenvolupament fenològic en relació a les del Ripollès.

En les Figures 11 i 12 es pot observar que la majoria de punts es troben per sobre de la recta que divideix els gràfics. Un punt just a la recta indica que la recomanació és exactament la mateixa (mateix valor), mentre que si es troba per sobre indica que la diagnosi o recomanació feta a partir del

material vegetal és més favorable (menys necessitat d'aportació del nutrient amb la fertilització) que la feta a partir del sòl. En el cas del P, 15 de les 25 mostres es troben per sobre la línia de separació, mentre que en el cas del K se n'hi troben 18 de les 25. Per tant, podríem dir que el mètode del material vegetal mostra uns resultats més optimistes, i els mostra de manera més clara en el K.

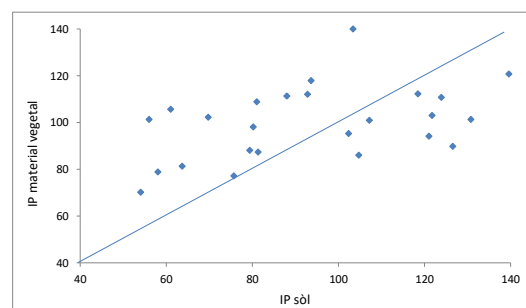


Figura 11. Índexs de P (fòsfor) calculats a partir del contingut disponible en el sòl (P Olsen) i de la metodologia del material vegetal en diferents pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès.

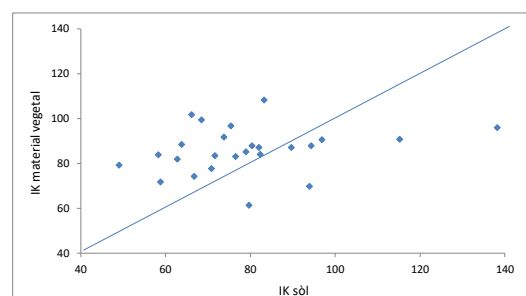


Figura 12. Índexs de K (potassi) calculats a partir del contingut disponible en el sòl (K extret amb acetat amònic) i de la metodologia del material vegetal en diferents pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès.

En el mètode del material vegetal es valora la disponibilitat d'absorció dels nutrients per part de les plantes, i per

tant hi incideixen aspectes com el desenvolupament del sistema radicular, la profunditat del sòl o altres característiques que determinen la facilitat que tenen les arrels per explorar volum de sòl (elements grossos, capes de graves, textura, densitat aparent ...). En aquest mètode també es valoren les necessitats que tenen les plantes en relació a aquests nutrients. Per exemple, en una pastura poc productiva podria ser que continguts baixos de nutrients en el sòl ja poguessin satisfer les seves necessitats i per tant el resultat de l'índex podria ser positiu malgrat els continguts fossin baixos.

Aquest darrer aspecte es podria mostrar quan es comparen els resultats de les estimacions productives amb les recomanacions de P i K (dades no mostrades). En el cas del P, les 10 mostres que es troben per sota de la recta de separació tenen una mitjana de producció de 7.750 kg m.s./ha.any, mentre que les 15 mostres que es troben per sobre tenen una mitjana de producció de 7.807 kg m.s./ha.any. En el cas del K, les 7 mostres que es troben per sota de la recta de separació tenen una mitjana de producció de 7.916 kg m.s./ha.any, mentre que les 18 mostres que es troben per sobre tenen una mitjana de producció de 7.733 kg m.s./ha.any. Així doncs, els resultats són similars i per tant les diferències entre les recomanacions no es deuen a la capacitat productiva de les pastures.

Finalment, hi ha un darrer aspecte que cal considerar, totes les mostres que es troben per sota de la recta es concentren en índexs superiors a 100 d'IP sòl i superiors a 80 d'IK sòl, mentre que els valors més baixos d'IP i d'IK es troben per sobre de la recta. Aquest fet es pot deure a 2 raons. A què la recomanació feta a partir de material vegetal tendeix a minorar els valors elevats de continguts de P i K disponibles en el sòl i a majorar els valors baixos, fet que es podria vincular a una diferent capacitat exploratòria de les arrels en funció de la menor o major disponibilitat dels nutrients que hi ha a la part més superficial de sòl. O bé, es pot deure a què els llandars clàssics de continguts de P i K disponibles del sòl a partir dels quals es fa una diagnosi de la seva disponibilitat (contingut molt baix, baix, mitjà, alt o molt alt) que s'utilitzen per qualificar la disponibilitat d'aquests nutrients per part dels cultius no és adequada per a les pastures, i en aquest cas fora interessant establir uns nous barems de qualificació adaptats a les pastures.

4.3. Mostreig de sòl i anàlisi de la caracterització detallada de la matèria orgànica i de l'activitat microbiològica del sòl

4.3.1 Fraccionament granulodensimètric

El fraccionament que s'ha fet de la matèria orgànica de les mostres

analitzades indica que predomina una matèria orgànica de baixa degradabilitat amb una fracció granulodensimètrica inferior a 0,05 mm, la qual significa entre el 68 i el 89% del total de la matèria orgànica entre totes les mostres avaluades (Taula 2). L'elevat percentatge de matèria orgànica de baixa degradabilitat explica en part l'acumulació de matèria orgànica en la majoria de sòls avaluats, i sobretot mostra que els sòls avaluats contenen una matèria orgànica d'elevada estabilitat.

Taula 2. Percentatge de matèria orgànica (%) en relació a la matèria orgànica oxidable total amb diferent grau de degradabilitat en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès.

Grandària de partícula del carboni orgànic	Grau de degradabilitat	Percentatge matèria orgànica (%) en relació a la matèria orgànica oxidable total		
		valor mig	valor màxim	valor mínim
< 0,05 mm	baix	78,8	89,9	68,5
0,05 - 2 mm (fracció lleugera)	elevat	20,5	31,1	9,3
0,05 - 2 mm (fracció densa)	mig	0,7	1,7	0,1

Aquests valors tenen poc interès de comparació amb els d'altres zones o fins i tot entre ells, degut a què estan vinculats a les condicions específiques de cada sòl, especialment amb la textura i el contingut i tipus d'argila. Per això no hi ha una relació clara d'aquestes fraccions de matèria orgànica amb altres paràmetres de sòl com el pH o el contingut de matèria orgànica ni tampoc amb aspectes ambientals com l'altitud. Malgrat no mostrar-se aquestes relacions, quan es comparen els resultats de les dues comarques, els percentatges de matèria orgànica de baixa

degradabilitat agafen una major amplitud de valors i els quartils centrals són lleugerament més elevats a la comarca del Ripollès en relació a la Garrotxa (Figura 13), tot i que aquestes diferències no són estadísticament significatives ($\alpha=0,05$, Duncan).

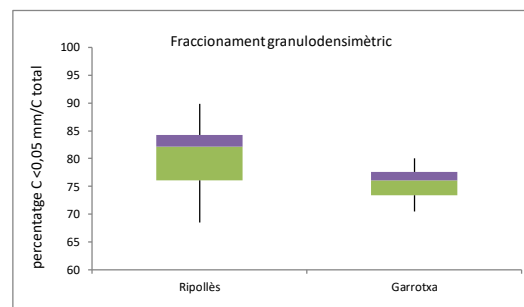


Figura 13. Fraccionament granulodensimètric (% C < 0,05 mm/C total) en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès. No es mostren diferències significatives ($\alpha=0,05$) amb el test de separació de mitjanes de Duncan.

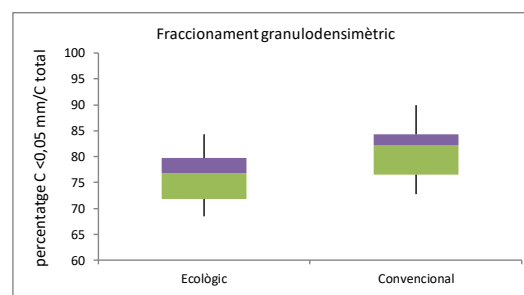


Figura 14. Fraccionament granulodensimètric (% C < 0,05 mm/C total) en els sòls (0-20 cm) separats pels sistemes de producció ecològic i convencional de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès. No es mostren diferències significatives ($\alpha=0,05$) amb el test de separació de mitjanes de Duncan.

Quan s'avalua el sistema productiu implantat s'observen uns resultats similars (Figura 14) però que són lleugerament més elevats en el sistema convencional en relació a l'ecològic, i d'aquesta manera reflectirien una

menor degradabilitat de la matèria orgànica dels sistemes de producció convencional però aquestes diferències no són estadísticament significatives ($\alpha=0,05$, Duncan).

4.3.2 Biomassa microbiana

Amb el contingut de biomassa microbiana s'observa un comportament similar que amb el grau de degradabilitat de la matèria orgànica. No es mostren relacions vinculades ni a factors edafològics ni a factors ambientals. I en aquest cas quan es comparen els valors de les dues comarques els valors són lleugerament més elevats a la comarca de la Garrotxa (Figura 15), tot i que aquestes diferències no són estadísticament significatives ($\alpha=0,05$, Duncan).

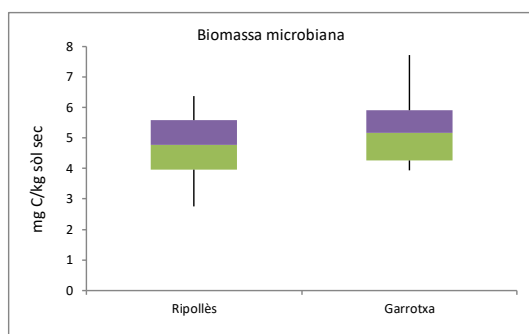


Figura 15. Biomassa microbiana (mg C/kg sòl sec) en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès. No es mostren diferències significatives ($\alpha=0,05$) amb el test de separació de mitjanes de Duncan.

Quan s'avaluen els resultats en relació al sistema productiu implantat s'observen uns resultats similars (Figura

16). En el maneig convencional s'observa una major amplitud de valors dels quartils dels extrems en relació al maneig en producció ecològica, tot i que aquestes diferències tampoc són estadísticament significatives ($\alpha=0,05$, Duncan).

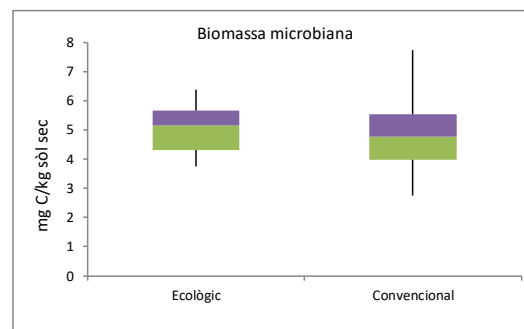


Figura 16. Biomassa microbiana (mg C/kg sòl sec) en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades separades pels sistemes de producció ecològic i convencional a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès. No es mostren diferències significatives ($\alpha=0,05$) amb el test de separació de mitjanes de Duncan.

Els valors obtinguts en general en les pastures avaluades són més elevats que els obtinguts en un camp experimental de cereal d'hivern en clima mediterrani semiàrid ubicat a les terres de Lleida en què s'avaluen diferents estratègies de fertilització mineral i amb purins. Els valors obtinguts en aquest assaig oscil·len entre 2,5 i 4,5 mg de biomassa microbiana per kg de sòl, mentre que els valors més representatius de les pastures avaluades (2 quartils centrals) oscil·len entre 4 i 6, i s'obté un valor màxim de gairebé 8 mg de biomassa microbiana per kg de sòl.

4.3.3 Respirometria

En el cas de la respirometria per determinar l'activitat de la biomassa microbiana, ja sigui avaluada a 7 o a 28 dies d'incubació es mostra una variació vinculada amb l'altitud (m s.n.m.). La correlació entre la respirometria a 7 dies i l'altitud és estadísticament significativa (p -valor=0,007), tot i que aquesta relació s'ajusta de manera feble a una regressió lineal (Figura 17). Vinculat amb aquesta relació, en els sòls del Ripollès, de major altitud, la respirometria és lleugerament més elevada en relació a la de la Garrotxa, especialment en la distribució de valors dels 2 quartils centrals (Figura 18), tot i que en aquest cas les diferències no són estadísticament significatives (α =0,05, Duncan).

La respirometria avaluada a 7 dies manté una correlació estadísticament significativa (p -valor<0,0001) amb la que s'obté a 28 dies i aquesta relació s'ajusta bé a una regressió lineal (Figura 19). El grau d'activitat a 28 dies oscil·la entre el 40 i el 59% de la respirometria obtinguda amb 7 dies d'incubació.

Quan s'avaluen els resultats en relació al sistema productiu implantat s'observa una àmplia dispersió de valors i que la part central d'aquests són lleugerament més elevats en maneig ecològic en relació al maneig convencional (Figura 20), tot i que les diferències no són estadísticament significatives (α =0,05, Duncan).

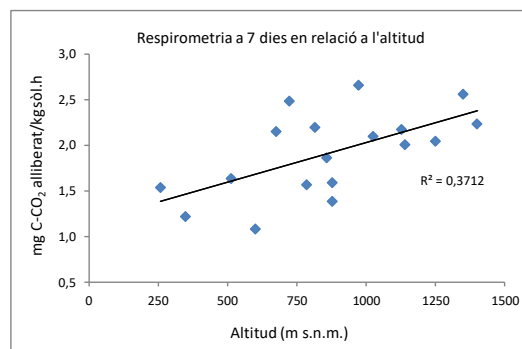


Figura 17. Respirometria en un període d'incubació a 7 dies (mg C-CO₂ alliberat/kg sòl.h) en relació a l'altitud (m s.n.m.) en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès.

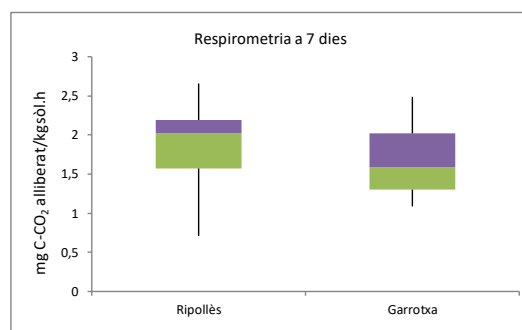


Figura 18. Respirometria en un període d'incubació a 7 dies (mg C-CO₂ alliberat/kg sòl.h) en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès. No es mostren diferències significatives (α =0,05) amb el test de separació de mitjanes de Duncan.

Els valors obtinguts en general en les pastures avaluades són més elevats que els obtinguts en un camp experimental de cereal d'hivern en clima mediterrani semiàrid ubicat a les terres de Lleida en què s'avaluen diferents estratègies de fertilització mineral i amb purins. Els valors obtinguts en aquest assaig oscil·len entre 0,5 i 1,2 mg de mg C-CO₂ alliberat per kg de sòl i hora en un període d'incubació a 7 dies, mentre que els valors més representatius de les pastures avaluades (2 quartils centrals) oscil·len entre 1,4 i 2,2 i s'obté un valor

màxim de gairebé 3 mg C-CO₂ alliberat per kg de sòl i hora en un període d'incubació a 7 dies.

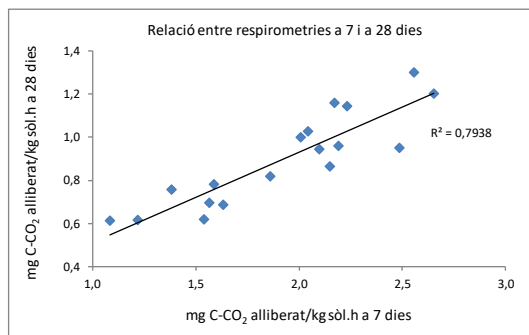


Figura 19. Relació entre respirometria en un període d'incubació a 7 i a 28 dies (mg C-CO₂ alliberat/kg sòl.h) en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès.

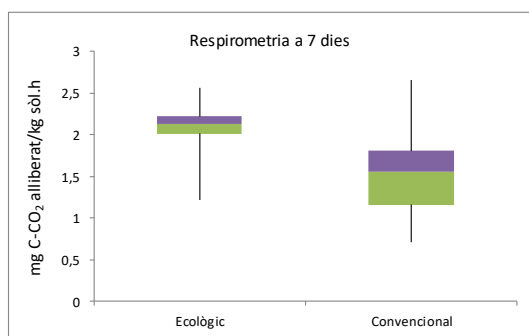


Figura 20. Respirometria en un període d'incubació a 7 dies (mg C-CO₂ alliberat/kg sòl.h) en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades separades pels sistemes de producció ecològic i convencional a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès. No es mostren diferències significatives ($\alpha=0,05$) amb el test de separació de mitjanes de Duncan.

Els resultats globals mostren poques diferències entre sistemes de maneig o situacions de sòl diverses. Destaquen els continguts elevats de biomassa microbiana i la seva elevada respirometria en relació a unes condicions de terra arable amb cultiu,

tot i que apart dels diferents usos del sòl cal tenir en compte que es tracten de condicions molt divergents pel que fa a característiques del sòl i especialment de clima.

Els diferents paràmetres determinats en la caracterització detallada de la matèria orgànica i de l'activitat microbiològica del sòl no es poden contrastar entre les mostres provinents de pastures permanents i de pastures sembrades amb un treball del sòl associat, degut a què de les 20 mostres disponibles en què s'han determinat els paràmetres vinculats a l'activitat biològica del sòl només 3 pertanyen a pastures sembrades, i la resta (17) pertanyen a pastures permanents.

4.4. Entrevista amb els agricultors i ramaders responsables de les parcel·les avaluades per recollir informació sobre el maneig de les pastures

Aquestes entrevistes han servit principalment per ampliar la informació sobre les pastures estudiades, però també han estat molt útils per recollir quines són les principals mancances de coneixement que tenen els agricultors i ramaders sobre el maneig de les pastures, especialment pel que fa a la fertilització però també en relació a altres aspectes com espècies interessants per a la sembra o moments òptims per fer els aprofitaments. A continuació es descriu part de la informació obtinguda amb les

entrevistes, amb uns resultats que són molt variables en tots els àmbits.

4.4.1. Condicions ambientals

Pel que fa a la situació ambiental de les parcel·les, aquestes es troben en diferents condicions edafològiques com s'ha pogut veure anteriorment. En aquest sentit un dels aspectes més rellevants és la presència de sòls àcids en diferents zones de la comarca del Ripollès. També hi ha una elevada variabilitat pel que fa a altituds i situacions climàtiques. Les altituds oscil·len entre 695 i 1400 m s.n.m. a la comarca del Ripollès i entre 241 i 675 m s.n.m. a la Garrotxa. De les pastures mostrejades del Ripollès, 10 es troben en un clima pirinenc, mentre que la resta (14) es troben en un clima prepirinenc. De les pastures de la Garrotxa, 9 es troben en un clima mediterrani humit i 5 es troben en un clima mediterrani de menor pluviometria.

4.4.2 Tipologia de pastures

De totes les parcel·les avaluades, 21 corresponen a pastures permanents o bé s'hi poden considerar degut a què es varen sembrar fa molts anys (més de 12), mentre que 16 corresponen a pastures que es resembren de manera periòdica (habitualment cada 6-8 anys). No s'ha pogut obtenir informació sobre el maneig d'una de les pastures avaluades.

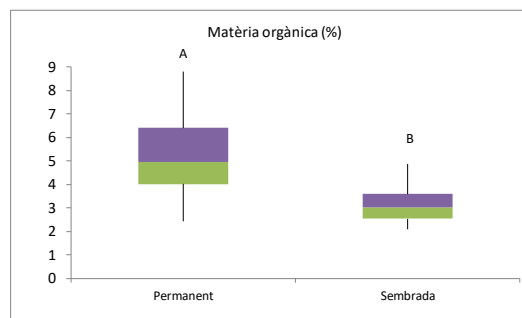


Figura 21. Contingut de matèria orgànica (%) en funció del tipus de pastura (permanent o sembrada) en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès. Lletres diferents indiquen diferències significatives ($\alpha=0,05$) amb el test de separació de mitjanes de Duncan.

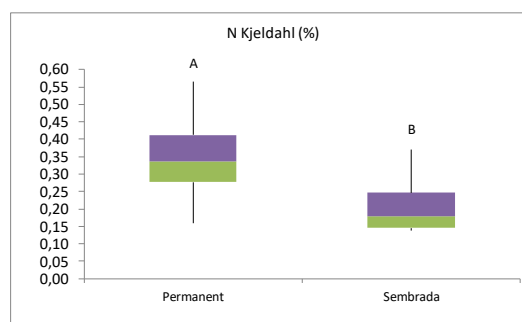


Figura 22. N Kjeldahl (%) en funció del tipus de pastura (permanent o sembrada) en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès. Lletres diferents indiquen diferències significatives ($\alpha=0,05$) amb el test de separació de mitjanes de Duncan.

El contingut de matèria orgànica del sòl (Figura 21) i el N orgànic (Figura 22), associat parcialment a aquesta matèria orgànica, són més elevats ($\alpha=0,05$, Duncan) en les pastures permanents en relació a les que es resembren periòdicament. Aquest fet es deu a què el treball del sòl que s'efectua en el procés de la ressebra afavoreix la mineralització de la matèria orgànica del sòl. La resta de paràmetres avaluats en l'anàlisi de fertilitat química del sòl no difereixen de manera significativa entre les pastures permanents i les que es resembren periòdicament.

Els continguts de matèria orgànica en el sòl tenen una distribució de major amplitud en les pastures permanents que en les pastures sembrades. Els valors de contingut de matèria orgànica en les pastures permanents dels 2 quartils centrals oscil·len entre el 4 i el 6%, mentre que en el cas de pastures ressemerades els valors es troben propers al 3%. El N orgànic del sòl (N kjeldahl) oscil·la entre 0,30 i 0,40 (%) en les pastures permanents i entre 0,15 i 0,25 en les pastures sembrades.

La major degradació de la matèria orgànica en les pastures ressemerades pot incidir en un increment de la disponibilitat d'alguns nutrients de manera lenta i progressiva, mentre que les pastures permanents amb continguts més elevats de matèria orgànica es poden veure afavorides per aquells aspectes que s'hi vinculen, com una bona estructura del sòl que redueix el risc d'erosió o un increment de la capacitat de retenció d'aigua del sòl.

4.4.3. Produccions i aprofitaments

Les produccions estimades a partir de la informació transmesa pels agricultors i ramaders oscil·len aproximadament entre els 2.500 i els 12.500 kg m.s./ha.any. El nombre d'aprofitaments varia entre 2 i 4 a l'any, en què en les zones amb un període vegetatiu més curt es fan menys aprofitaments. Pel que fa al tipus d'aprofitaments predomina el mixt, en què es habitual dallar els primers aprofitaments de primavera-estiu i la resta aprofitar-los

amb la pastura dels animals. En les zones de més altitud del Ripollès hi ha diverses pastures en què només es fan aprofitaments a dent.

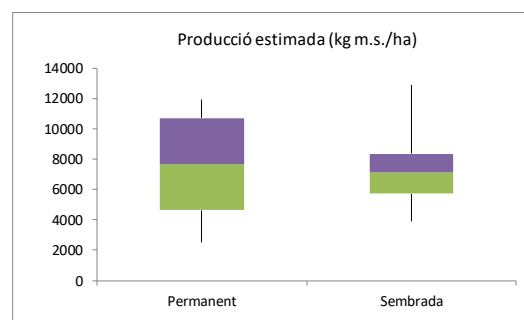


Figura 23. Producció estimada (kg m.s./ha.any) en funció del tipus de pastura (permanent o sembrada) en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès. No es mostren diferències significatives ($\alpha=0,05$) amb el test de separació de mitjanes de Duncan.

Les produccions entre les 2 diferents tipologies de pastura són molt similars (Figura 23), i per tant a diferència del que podria ser esperable les produccions de les pastures sembrades no són més elevades ($\alpha=0,05$, Duncan) en relació a les permanents. Aquest fet es pot deure a què l'increment de producció al sembrar una pastura es concentra en els primers anys però ràpidament tendeix a la baixa, mentre que les pastures permanents tenen un menor potencial productiu però amb una elevada estabilitat productiva al llarg dels anys.

L'elevada variabilitat productiva, entre 2.500 i 12.500 kg m.s./ha.any, comporta la necessitat d'adaptar el maneig a aquest aspecte. El número d'aprofitaments o la càrrega ramadera

és dependent, en part, d'aquesta productivitat. Mentre que aquest és l'element més rellevant a tenir en compte alhora de planificar la fertilització d'una pastura.

4.4.4. Fertilització

Pel que fa a la fertilització a la comarca del Ripollès més de la meitat de les pastures es fertilitzen, mentre que a la Garrotxa es fa pràcticament en la seva totalitat. Hi ha gairebé homogeneïtat en l'ús d'adobs orgànics per a la fertilització de les pastures avaluades, ja que només hi ha 2 pastures en què s'apliquin adobs minerals d'entre les que es desenvolupen amb un sistema productiu convencional.

En la planificació de la fertilització, com s'ha esmentat abans, s'ha de tenir en compte la productivitat de la parcel·la, així com altres aspectes de sòl i de maneig. En el recull de pràctiques es troben tot tipus de casuístiques, tot i que si es planteja conèixer quin és l'equilibri entre el nitrogen (N) que s'aporta (fertilització + dejeccions directes dels animals que pasturen) i el que s'extreu amb la producció es mostra un predomini de pastures amb un balanç negatiu (Figura 24). Malgrat això, per planificar la fertilització cal tenir en compte altres fluxos de N vinculats a la disponibilitat de N mineral per part de la pastura, com són les entrades a través de la fixació de N atmosfèric per part de les lleguminoses o a través de la mineralització de la matèria orgànica del sòl, o com són les

sortides a través de possibles pèrdues de N per lixiviació.

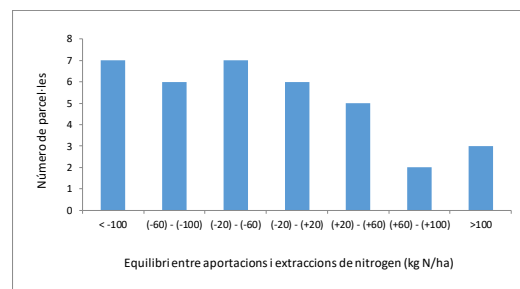


Figura 24. Equilibri entre les aportacions amb la fertilització i les dejeccions ramaderes directes i les extraccions de la pastura (kg N/ha.any) en els sòls (0-20 cm) de les pastures mostrejades a les comarques de la Garrotxa i del Ripollès.

En la Figura 24 es mostra (columna central) que hi ha 6 parcel·les amb un equilibri entre aportacions i extraccions de N. Les 3 columnes de la banda dreta indiquen amb més o menys intensitat parcel·les (10) en què s'aporta més N del que s'extreu i les 3 columnes de l'esquerre indiquen el contrari, parcel·les (20) en què s'extreu més nitrogen del que s'aporta.

Finalment, cal destacar que en general hi ha força desconeixença de com planificar la fertilització de les pastures entre els titulars de les parcel·les avaluades, tant pel que fa a dosis com a moments d'aplicació. Aquesta desconeixença, en alguns casos s'estén a altres aspectes com en les espècies a utilitzar en la sembra.

5. Conclusions

- L'elevada variabilitat d'escenaris (condicions edafoclimàtiques i de maneig) comporta també una elevada variabilitat en els resultats que dificulta l'establiment de relacions clares entre alguns dels factors estudiats sobre les pastures.
- El percentatge de matèria orgànica de baixa degradabilitat és elevat (70-80% de tota la matèria orgànica oxidable), fet que explica que s'acumulin continguts tan elevats en el sòl.
- Les parcel·les amb maneig ecològic i convencional no difereixen en els principals paràmetres avaluats degut a què el maneig aplicat en els dos sistemes productius són similars quant a la gestió de pastures.
- La matèria orgànica i el nitrogen orgànic en el sòl són diferents entre les pastures de la Garrotxa i el Ripollès de manera vinculada a diferents situacions de pH del sòl i a diferents altituds sobre el nivell del mar.
- La disponibilitat dels principals nutrients és molt variada entre els sòls de les pastures avaluades i no segueix una tendència clara vinculada a factors ambientals, de sòl o de maneig.
- Entre les pastures permanents i les ressebrades periòdicament es mostren diferències en el contingut de matèria orgànica i de nitrogen orgànic, amb una acumulació més elevada en els sòls que no es treballen.
- En general, els sòls de les pastures avaluades tenen un elevat contingut de matèria orgànica, amb alguns valors que superen el 8% de matèria orgànica oxidable.
- El contingut de biomassa microbiana i la seva activitat és elevada en els sòls de les pastures avaluades si es compara amb situacions de sòls amb cultius extensius.

- La metodologia per determinar la disponibilitat de fòsfor i potassi a partir de l'anàlisi de material vegetal mostra solidesa, tot i que és recomanable seguir-lo avaluant en més pastures i condicions diverses degut a la divergència mostrada en alguns casos en relació a la metodologia convencional de l'anàlisi de sòl.
- El conjunt de resultats obtinguts, especialment sobre contingut de matèria orgànica del sòl i el seu fraccionament, requereix que les pastures siguin considerades com a un hàbitat específic i diferenciat d'altres usos agraris del sòl, amb les implicacions que això comporta pel que fa al seu maneig.
- L'elevada amplitud entre les produccions anuals (2.500-12.500 kg m.s./ha) fa que aquest sigui un element bàsic a considerar alhora de planificar la fertilització de les pastures.
- Els resultats obtinguts animen a seguir treballant per ampliar el coneixement en pastures i divulgar-lo a agricultors i ramaders, en un àmbit en què s'hi ha treballat relativament poc i en què es detecta un menor coneixement per part dels agricultors i ramaders en relació a altres sectors agraris.

Bernat Perramon
(bernat.perramon@gencat.cat)

Febrer de 2022

Amb la col·laboració de:

Ruth García, Francesc Domingo, Joan Coromina, Joan Casas, Jaume Boixadera, Carlos Ortiz, Núria Canut, Àngela Bosch, Jaume Rius, Jaume Puigvert, Joan Plana, Fidel Aumatell, Martí Pujolar, Àngel Freixa, Carles Garriga, Marisa Buxeda, Guillem Pastoret, Jordi Lleras, Albert Coma, Oriol Villegas, Jordi Castany, Jaume Casas, Joan Carles Fontdevila, Josep Orra, Ramon Corominas, Joan Colomer, Jordi Pujol, Sebastià Subirana, Esteve Pous i Lluís Rodríguez.

