

Retorn de nutrients en el sòl dels prats a partir de les dejeccions de les vaques en extensiu

nov. 27, 2025 |

Una de les principals línies de treball que es porten a terme des del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa en àmbit agrari són les diferents tasques desenvolupades que es dirigeixen a l'obtenció de coneixement agronòmic en diferents temàtiques, entre les quals destaca la fertilització en cultius extensius i pastures.

Per millorar la fertilització es desenvolupen actuacions en els àmbits de l'experimentació agrària i de la transferència d'informació cap als agricultors. Amb aquestes actuacions es pretén optimitzar l'ús del nitrogen (N) i d'altres nutrients utilitzats en l'agricultura, minimitzant els efectes negatius d'una fertilització incorrecta cap al medi ambient i assegurant la qualitat i els rendiments productius dels cultius i de les pastures.

En aquest context s'ha treballat en cultius extensius, per a farratge i per a gra, i en pastures, degut a què aquests són els principals usos agraris del sòl a la comarca de la Garrotxa. 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'aquesta tipologia de pastures en altres zones de Catalunya, especialment en les de Prepirineu, en aquest context destaquen algunes comarques com Osona, Ripollès, Berguedà, Alt Urgell, Alta Ribagorça o Pallars Sobirà. A tot Catalunya la superfície de praderes polifites és de gairebé 17.000 ha. A més, cal afegir altres prats naturals que es dalen, i que per la seva elevada productivitat habitualment també es fertilitzen.

Les pastures estan composades per diferents espècies herbàcies que tenen diferents necessitats nutritives i que interaccionen entre elles. Aquestes característiques dificulten la planificació d'una fertilització basada en criteris agronòmics que impliqui l'obtenció de resultats productius i de qualitat farratgera òptims i el manteniment de la diversitat d'espècies del prat. Aquest fet, juntament amb la manca d'estudis dedicats a la fertilització de les

pastures, fa que el treball proposat tingui un interès rellevant en les zones on la superfície de prats és elevada com a la Garrotxa.

Per poder planificar una fertilització ben ajustada en pastures és important conèixer amb la màxima precisió possible quines són les extraccions de nutrients, aspecte que està vinculat directament amb la producció de la pastura, i a més depèn d'altres elements com la composició d'espècies i el moment d'aprofitament. També és important conèixer altres paràmetres com el nitrogen que passa a formes disponibles per les plantes a partir de la mineralització de la matèria orgànica o com el nitrogen atmosfèric que les lleguminoses fixen en el sòl.

Però quan una part dels aprofitaments es fa amb el pasturatge del bestiar, és clau conèixer quina és l'aportació de nutrients a través de les dejeccions que deixen els animals mentre pasturen, tant pel que fa al nitrogen com també pel que fa a altres nutrients que es troben en les dejeccions ramaderes. D'aquests altres nutrients en destaquen el fòsfor (P), el potassi (K), el calci (Ca) i el magnesi (Mg), tant per l'efecte que tenen sobre les espècies presents en les pastures com per les quantitats elevades que se n'extreuen amb la biomassa produïda en la pastura.

De gairebé tots aquests paràmetres que s'utilitzen en els balanços de nutrients per determinar les necessitats de la fertilització de les pastures actualment se'n té un bon coneixement, a partir de tota la informació obtinguda a través de treballs diversos, especialment a partir de resultats provinents de camps experimentals. Però falta un major coneixement de la quantitat de nutrients que deixen els animals mentre pasturen, i aquesta és una dada clau per fer una bona planificació de la fertilització quan algun dels aprofitaments es fa amb el pasturatge del bestiar. La manca de coneixement en aquest sentit és especialment rellevant en determinats nutrients, més enllà del nitrogen, com el fòsfor, el potassi, el calci i el magnesi. Per tot això, es planteja una actuació dirigida a obtenir aquesta informació.

L'actuació es porta a terme en vaques de carn degut a què actualment són la principal orientació ramadera en extensiu a Catalunya amb un cens aproximat de 150.000 vaques de més de 24 mesos d'edat. En aquest context la informació recollida serà especialment valuosa per als aprofitaments en praderes polifites, habitualment fertilitzables, però també ho serà en altres escenaris, com en monocultius (raigràs, festuca...) que es poden aprofitar amb el

pasturatge del bestiar, com en prats naturals de dall o de mitja muntanya, o com en prats d'alta muntanya on les dejeccions que deixa el bestiar mentre pasturen són la principal entrada de nutrients en el sòl.

| Objectiu |

Determinar la quantitat de nutrients que retornen en el sòl a través de les dejeccions sòlides i líquides que deixa el bestiar en extensiu mentre pastura, concretant el percentatge que això significa en relació a les necessitats totals de les pastures per assegurar el seu bon desenvolupament. I d'aquesta manera disposar d'una informació bàsica per millorar el maneig i la planificació de la fertilització de les pastures.

| Metodologia |

Dos grups de 12 vaques Llimosines de l'explotació Rius C.B., situada a Santa Pau (Garrotxa), es van fer servir per estimar els nutrients (N, P, Ca, Mg, K) excretats al sòl pels animals. El primer grup es va seguir al juny del 2023 i el segon a l'abril del 2024. Els animals es van pesar per conèixer el seu pes viu. Per fer un balanç de nutrients en animals en pastura es va fer servir la tècnica dels alcans, amb la qual es va estimar la quantitat de dejeccions sòlides excretades. I a partir de la concentració de creatinina en orina es va estimar l'excreció total d'orina.

Els alcans són ceres que es troben de manera natural a les fulles i la seva proporció depèn del tipus de planta. Es caracteritzen perquè la major part d'ells s'excreten en femtes, i poden tenir diferent nombre de carbonis en la seva composició. Quan es dona una font externa coneguda d'alcans poc presents en les plantes (C32), coneixent la seva relació respecte els alcans presents en les plantes, com el C31, es poden fer els càlculs de l'estimació del que ingereixen, defequen o de la seva digestibilitat. Per estimar l'excreció de femtes es va fer servir la següent equació (Dove i Mayes, 2006):

$$\text{Excreció de femtes (kg MS)} = \frac{\text{Ingestió diària } C_{32} (\text{bolus} + \text{pastura} + \text{pinso})}{\text{Concentració en femtes}_{C_{32}}}$$

Per conèixer la quantitat d'orina excretada es va fer servir la relació de la concentració de creatinina en orina en funció del pes viu dels animals, seguint la relació proposada per Jardstedt et al. (2017) en vaques de la raça Hereford.

$$\text{Volum orina, L/dia} = 0,197 \text{ (mmol/kg PV)} \times \text{PV (kg)} / \text{concentració creatinina (mmol/L)}$$

En cadascun dels dies d'estudi (24 dies repartits en 2 etapes de 12 dies) es donava un bolus

amb una dosi coneguda de C32. A partir del setè dia de cada etapa (quan es considera que la dosi d'alcans és homogènia al llarg del tracte digestiu) es recollien dues mostres diàries de femtes i orina, una al matí i una altra a la tarda. En aquestes mostres es va analitzar la concentració de N, P, Ca, Mg i K en femtes i orina, d'alcans en femtes i de creatinina en orina.

Finalment, al llarg dels 24 dies d'estudi, dividits en els dos períodes de 12 dies, es varen recollir mostres de l'herba que els animals consumien. Cada dia es dallava l'herba en 6 quadrats de 0,5 m de costat determinats a l'atzar en la zona concreta de la pastura que els animals aprofitaven. Cadascuna d'aquestes submostres es barrejava i posteriorment s'agafava una mostra final representativa del conjunt de les 6 submostres. En les 24 mostres finals obtingudes que corresponien als 24 dies d'estudi es varen analitzar els principals paràmetres de qualitat farratgera (proteïna bruta i digestible, fibra bruta, fibra àcid detergent, fibra neutra detergent, lignina àcida detergent, unitats farratgeres llet i digestibilitat enzimàtica) i la concentració dels diferents nutrients (N, P, K, Ca i Mg).



| Resultats experimentals |

L'any 2023, els paràmetres farratgers de la pastura tenen una menor qualitat en relació a l'any 2024 (Taula 1), aspecte que es deu principalment a l'estadi més avançat de les espècies que componen la pastura en el moment en què s'aprofita a l'any 2023. El prat utilitzat en els dos anys d'estudi va ser el mateix i la composició d'espècies (*Bromus erectus*, *Bromus hordeaceus*, *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Plantago lanceolata*, *Taraxacum officinale*...) entre els dos anys va ser similar. La concentració dels minerals de la pastura i el pinso es mostren a la Taula 2.

any	paràmetre	proteïna	fibra fruita	lignina àcida	fibra àcid	fibra neutra	unitats	digestibilitat
		digetible		detergent	detergent	detergent	farratgeres	
		(lad)		(fad)	(fnd)		llet (ufl)	enzimàtica
		%	%	%	%	%	kg	%
2023	mitjana	8,36	30,37	3,94	37,18	61,02	0,72	42,22
	desviació	1,54	3,34	0,78	2,86	5,28	0,05	4,14
2024	mitjana	12,68	23,50	3,52	29,03	48,85	0,86	51,21
	desviació	1,43	1,62	0,79	2,08	2,17	0,04	2,13

Taula 1. Mitjana i desviació estàndard dels principals paràmetres de qualitat del farratge de 12 mostres d’herba (una per cada dia d’avaluació) per cadascun dels anys avaluats (2023 i 2024)

Composició	Pastura	Pinso
s.m.s		
Ca, mg/g	6,77	11,28
P, mg/g	3,08	4,63
Mg, mg/g	2,99	2,03
K, mg/g	27,20	8,00

Taula 2. Composició dels minerals en el farratge de la pastura i en el pinso ofert als animals.

Els resultats de l’excreció de minerals en femtes i orina es mostren a la Taula 3, desglossats pel tipus d’animal (gestant o lactant) i per l’època en què es va fer l’estudi. L’excreció de Ca, Mg i P es troba principalment a les femtes mentre que la de K es troba principalment a l’orina, i la de N es reparteix aproximadament en el 50% en ambdós tipus de dejeccions.

Els resultats obtinguts del contingut de nutrients que deixen les vaques cada dia a través de les dejeccions sòlides i de l’orina és variable en funció de la qualitat de la pastura i de l’estat reproductiu de les vaques. Es pot observar que els nutrients que deixen les vaques lactants a través de les dejeccions sòlides i líquides són més elevats que els de les vaques gestants (Taula 3), i que l’any 2024, en què la pastura va tenir més qualitat farratgera, es va obtenir una excreció de nutrients més elevada en relació a l’any 2023.

Any	Estat	Paràmetre	N, g/dia	Ca, g/dia	P, g/dia	Mg,	K, g/dia
2023	Gestant	mitjana	70,00	62,40	34,40	20,40	38,90
		desviació	9,83	12,89	3,89	3,31	6,69
	Femta	mitjana	82,90	76,30	40,30	24,50	53,40
		desviació	10,56	11,52	4,60	3,13	7,34
2024	Gestant	mitjana	96,60	95,80	35,90	25,40	29,80
		desviació	17,95	18,74	5,22	4,81	10,23
	Femta	mitjana	103,40	94,80	38,30	25,60	30,70
		desviació	20,12	9,93	2,52	4,18	7,53
2023	Gestant	mitjana	64,60	0,31	0,10	1,67	138,50
		desviació	9,94	0,14	0,02	0,29	21,67
	Orina	mitjana	73,20	0,47	0,10	1,96	171,70
		desviació	10,58	0,25	0,02	0,68	28,57
2024	Gestant	mitjana	100,20	0,53	0,76	2,78	252,00
		desviació	10,85	0,31	1,08	0,82	56,02
	Orina	mitjana	110,70	0,91	0,23	3,03	301,80
		desviació	22,38	0,28	0,05	0,48	40,43

Taula 3. Excrecions de minerals en les dejeccions d'animals en pastura en funció l'estat productiu (gestant o lactant), l'any de mostreig (juny 2023 o abril 2024) i el tipus de dejecció (femta o orina)

| Aplicabilitat dels resultats |

Per determinar el que significa aquest retorn de nutrients en el sòl es plantegen dos escenaris, en un es suposa que tots els aprofitaments al llarg de l'any es fan a partir del pasturatge del bestiar, i en l'altre es suposa que es fa un primer aprofitament amb dall i la resta es fan amb el pasturatge del bestiar. Aquestes són les dues pràctiques de maneig més habituals en prats de muntanya mitjana que es pasturen.

En els dos casos, per una banda, s'estimen les extraccions de nutrients de la pastura tenint en compte la producció dels diferents aprofitaments i les extraccions unitàries de cadascun dels nutrients. I per altra banda, es determina la quantitat de nutrients que el bestiar deixa mentre pastura tenint en compte les quantitats diàries obtingudes en l'estudi i el número de dies que el bestiar es troba a la pastura. El número de dies de pasturatge s'estima en funció de la productivitat i del consum d'herba diari de les vaques (paràmetre que també s'ha obtingut en l'estudi). El consum d'herba en les vaques gestants és de 10,1 kg matèria seca herba/dia i en les vaques alletants és de 13,9 kg matèria seca herba/dia. Es considera que cada lot de vaques està compostat per un 50% de vaques lactants i un 50% de vaques gestants. Amb aquesta informació es determina quin és el percentatge de nutrients que retornen en el

sòl a partir de les dejeccions sòlides i líquides que deixen les vaques, en relació al total de cadascun dels nutrients que s'extreuen del sòl a partir de la producció de biomassa de la pastura.

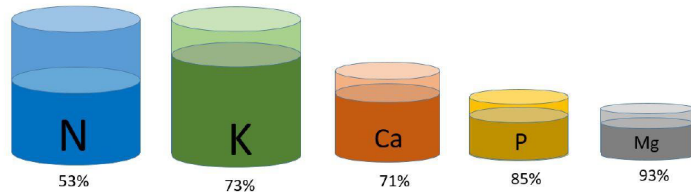


Figura 1. Escenari amb tots els aprofitaments fets al llarg de l'any amb el pasturatge del bestiar. Cada cilindre representa un nutrient. El volum del cilindre representa l'extracció total del nutrient amb la producció d'herba i el color més fosc representa la part del total que retorna en el sòl a partir de les dejeccions que deixen les vaques mentre pasturen (N: nitrogen, K: potassi, Ca: calci, P: fòsfor i Mg: magnesi). El percentatge de retorn del nutrient es mostra a la part inferior dels cilindres.

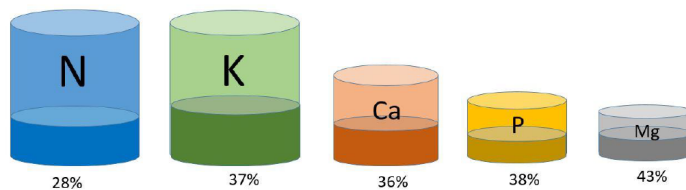


Figura 2. Escenari amb un primer aprofitament amb dall i la resta d'aprofitaments amb el pasturatge del bestiar. Cada cilindre representa un nutrient. El volum del cilindre representa l'extracció del nutrient amb la producció d'herba i el color més fosc representa la part del total que retorna en el sòl a partir de les dejeccions que deixen les vaques mentre pasturen (N: nitrogen, K: potassi, Ca: calci, P: fòsfor i Mg: magnesi). El percentatge de retorn del nutrient es mostra a la part inferior dels cilindres.

En la pastura en què es fan tots els aprofitaments amb el pasturatge del bestiar (Figura 1) el retorn de nutrients significa més de la meitat de les extraccions en tots els casos, amb un 53% de retorn en el nitrogen i amb uns retorns superiors al 80% en el cas del fòsfor i del magnesi. Quan es fa un primer aprofitament amb dall (Figura 2) el bestiar està menys temps pasturant i per tant el percentatge de nutrients que retornen en el sòl en relació al total és menor que en l'escenari plantejat a la Figura 1. En aquest context el retorn de nutrients és del 28% en el nitrogen i en la resta de nutrients oscil·la entre el 36 i el 43% (Figura 2).

| Conclusions |

La utilització dels resultats obtinguts permetran planificar la fertilització de les pastures de manera més afinada, ja que a partir d'aquest estudi es passa a conèixer un factor essencial en

el balanç de nutrients pel pes que pot arribar a significar, i que fins al moment era poc conegut. Aquesta informació s'ha d'adaptar a les condicions particulars de la pastura i del maneig, i a més de la seva principal utilitat per a la millora de la fertilització dels prats, també té altres aplicacions en el maneig del bestiar, com la planificació de les càrregues ramaderes en prats de muntanya a partir del retorn de nutrients, amb la finalitat d'evitar l'acumulació d'alguns d'aquests elements en el sòl.

| Referències bibliogràfiques |

Dove, H. And R. W. Mayes. 2006. Protocol for the analysis of n-alkanes and other plant-wax compounds and for their use as markers for quantifying the nutrient supply of large mammalian herbívores. Nature Protocols 1:1680-1696.

Jardstedt, M., A. Hesse, P. Nørgaard, W. Richardt, and E. Nadeau. 2017. Feed intake and urinary excretion of nitrogen and purine derivatives in pregnant suckler cows fed alternative roughage-based diets. Liv. Sci. 202:82-88.

AUTORS

MARTA TERRÉ

Institut de Recerca i Tecnologia
Agroalimentàries (IRTA)

BERNAT PERRAMON

Parc Natural de la Zona Volcànica de la
Garrotxa

NORBERT PRAT

Institut de Recerca i Tecnologia
Agroalimentàries (IRTA)

MIQUEL VILARRASA

Parc Natural de la Zona Volcànica de la
Garrotxa