

REGIME ALIMENTARE E DI PASCOLAMENTO DELLA VACCA DA LATTE IN ALPEGGIO: EFFETTI SULLA DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLA FERTILITÀ DEL SUOLO

Scotton M.¹, Gianelle D.², Paoletti R.³, Rigoni Stern G.⁴

Prof. Michele Scotton, Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali - Università degli Studi di Padova - Agripolis - Legnaro (PD)
Tel. 049 8272833 Fax 049 8272839

michele.scotton@unipd.it

Abstract

Feeding and grazing patterns of the dairy cow in mountain pastures: effects on the spatial distribution of soil fertility - In interaction with the choice of the grazing system and of the overnight place of the animals, the feeding patterns of the dairy cow can influence the distribution of the soil fertility in the mountain pastures. With reference to nitrogen, the modalities of cattle grazing and defecation cause a loss of soil fertility as a consequence of leaching, volatilisation and denitrification of a great amount of the element present in the excrements and determine the impoverishment of some soils and the excessive enrichment of some others. Basing on a simulation carried out with reference to a real situation, it is showed that the nitrogen excesses present in the rest areas of the animals, are caused much more by unsuited grazing systems and by the overnight on the pasture than by greater concentrate amounts. Nevertheless, the last factor can notably make the situation worse especially when combined with the adoption of unsuitable grazing systems.

Key words: mountain pastures, dairy cow, grazing, concentrate, soil fertility.

Riassunto

In interazione con la scelta del sistema di pascolamento e del luogo di pernottamento degli animali, il regime alimentare della vacca da latte può incidere sulla distribuzione della fertilità del suolo dei pascoli montani. Relativamente all'azoto, le modalità in cui i bovini pascolano e depongono le feci possono determinare una consistente perdita di fertilità dei suoli dovuta ai fenomeni di lisciviazione, volatilizzazione e denitrificazione di gran parte dell'elemento presente nelle feci e nelle urine e portano all'impoverimento di alcuni suoli e all'eccessivo arricchimento di altri. Sulla base di una simulazione realizzata con riferimento ad una situazione reale viene mostrato come gli eccessi di azoto presenti nelle aree di riposo degli animali vengono determinati in misura molto più consistente da non idonei sistemi di pascolamento e dal pernottamento al pascolo che dalla somministrazione di maggiori quantità di concentrato. Quest'ultimo fattore può determinare un peggioramento sensibile della situazione soprattutto se combinato con l'adozione di modalità di pascolamento non idonee.

Parole chiave: alpeggio, vacca da latte, pascolamento, concentrato, fertilità del suolo.

¹ DAAPV – Dipartimento di Agronomia ambientale e produzione vegetali, Università di Padova

² CEALP – Centro di Ecologia Alpina, Trento

³ ISCF – Istituto Sperimentale per le Colture Foraggere, Lodi

⁴ Comunità Montana Spettabile Reggenza dei 7 Comuni di Asiago (VI)

Introduzione

Nei pascoli montani la fertilità costituisce, assieme all'accessibilità con mezzi meccanici, l'aspetto più problematico della coltivazione. La variabilità topografica del territorio determina già di per sé un succedersi di aree a fertilità più elevata e aree a fertilità ridotta determinate dalla diversa incidenza dell'erosione e dell'apporto di suolo ed elementi nutritivi, in superfici a pendenza differenziata. A tale variabilità, in presenza del pascolamento, si aggiunge quella provocata dall'azione degli erbivori domestici le cui attività di pascolamento e di riposo determinano, normalmente, uno squilibrio delle restituzioni rispetto agli asporti a favore delle aree in piano o poco declivi.

Su pascoli di pianura ben condotti e in condizioni produttive non limitanti, una vacca da latte che si alimenti di erba fogliosa d'eccellente valore nutritivo (> 0.9 UFL e circa $100 \text{ g PDI kg di s.s.}^{-1}$) può produrre fino a $22\text{-}25 \text{ kg di latte die}^{-1}$ in primavera e fino a $10\text{-}15 \text{ kg di latte die}^{-1}$ a fine stagione (Hoden *et al.*, 1988). Su pascoli di montagna, la minore produttività e qualità dell'erba e il maggiore dispendio energetico delle vacche dovuto alle basse temperature e al movimento effettuato su pendenze elevate consentono produzioni massime di latte molto più ridotte, pari a $7\text{-}10 \text{ kg die}^{-1}$ (Bovolenta e Ventura, 2000). Per questi motivi, il regime alimentare delle vacche da latte affermatosi negli ultimi anni anche nelle malghe prevede l'integrazione con quantitativi spesso molto elevati di alimenti concentrati energetici.

In conseguenza di questa situazione sono diversi gli aspetti problematici che vengono fatti rilevare. Tra questi si ricordano, per la loro importanza nella gestione dei pascoli montani, la possibilità di una minore ingestione e di una maggiore selezione di erba di pascolo da parte degli animali e il possibile eccessivo incremento della fertilità dei suoli conseguente alla riduzione degli asporti sotto forma di erba di pascolo e all'aumento delle restituzioni sotto forma di escrementi.

Sull'ultimo aspetto si focalizza questo lavoro che esaminerà il problema tenendo conto anche di altri due elementi gestionali fondamentali condizionanti la distribuzione della fertilità nelle malghe e cioè il luogo di pernottamento degli animali e il sistema di pascolamento.

Elementi conoscitivi importanti per affrontare la problematica

Al pascolo la vacca da latte svolge la più importante delle sue attività, l'assunzione di alimenti, attraverso l'ingestione di erba di pascolo e di alimenti extra-pascolo, di solito concentrati.

In conseguenza dell'ingestione di erba e di alimenti extra-pascolo, la vacca determina:

1. l'asporto di elementi nutritivi dal pascolo;
2. l'apporto (restituzione) di elementi nutritivi al pascolo attraverso la deposizione di feci e urine.

Le modalità in cui avvengono l'apporto e l'asporto di elementi nutritivi, influenzate anche in vari modi dall'intervento del pastore, hanno effetti su molte caratteristiche del pascolo, ma in modo particolare sulla sua fertilità e sulla sua composizione floristica.

Prima di descrivere tali effetti, è opportuno ricordare alcune nozioni fondamentali per comprendere il problema. Riguardo all'apporto di elementi nutritivi si ricorda, innanzitutto, che quelli presenti negli escrementi degli animali costituiscono la maggior parte di quanto ingerito dagli animali stessi. In particolare, l'azoto è restituito per il 70-80%, il fosforo per il 65-75% e il potassio per il 90-95% (Jeangros *et al.*, 1997). Con riferimento all'azoto, la quota di restituzione aumenta con l'aumentare della sua concentrazione nell'alimento.

Mediamente, i bovini adulti defecano 12 volte e urinano 9-10 volte al giorno (Lançon, 1978). Al pascolo, le aree su cui i singoli escrementi degli animali cadono sono molto limitate e pari a circa 0.4 m² per le urine (Vertès *et al.*, 1997) e 0.09 m² per le feci (Peterson *et al.*, 1956a). L'effetto fertilizzante degli elementi nutritivi è tuttavia sensibile, anche se minore, sull'area circostante quella di deposizione per una superficie pari a 2-3 volte quest'ultima (Peterson *et al.*, 1956b). Le concentrazioni di azoto che così si realizzano nelle aree in cui vengono deposti i singoli escrementi sono molto elevate ammontando in media a 370-450 kg ha⁻¹ nel caso delle urine e a 650-850 kg ha⁻¹ nel caso delle feci (Klapp, 1971).

Tali concentrazioni sono sensibilmente più elevate di quelle che possono essere utilizzate dalle piante presenti sia a bassa quota, dove le asportazioni massime di azoto ammontano a circa 350 kg di N ha⁻¹, sia, (e tanto più) ad alta quota dove le asportazioni massime sono ancora più limitate. Per questi motivi, la quantità di azoto degli escrementi deposti direttamente al pascolo e utilizzata dalle piante risulta minore di quella che potrebbe venire valorizzata nel caso in cui in un'utilizzazione a prato lo stesso azoto venisse distribuito omogeneamente sulla medesima superficie sotto forma di fertilizzante organico prodotto in stalla (Farruggia *et al.*, 1997).

L'azoto escreto dagli animali finisce per il 70 % circa (64-75 %) nelle urine e per il restante 30 % nelle feci. La quota effettiva di azoto che giornalmente finisce nelle feci è direttamente proporzionale alla quantità di s.s. ingerita secondo la seguente relazione (Delaby *et al.*, 1997):

$$N(\text{feci}) = \text{SSing} \times 0.0072$$

dove

$$N(\text{feci}) = \text{azoto presente nelle feci (in kg die}^{-1}\text{)}$$

SSing = ingestione giornaliera di foraggio di qualsiasi tipo (erba, concentrato ecc.) (in kg die⁻¹)

La quantità di azoto deposta al pascolo nelle urine dipende non solo dalla quantità di s.s. ingerita, ma anche dalla concentrazione di azoto negli alimenti (Laurent *et al.*, 2000) e può essere determinata come segue (Delaby *et al.*, 1997):

$$N(\text{urine}) = N(\text{ingerito}) - N(\text{latte}) - N(\text{feci})$$

Dove:

$$N(\text{urine}) = \text{azoto presente nelle urine (in kg die}^{-1}\text{)}$$

$$N(\text{ingerito}) = \text{azoto ingerito dall'animale con gli alimenti (in kg die}^{-1}\text{)}$$

$$N(\text{latte}) = \text{PL} \times 0.0051 \text{ con PL} = \text{produzione di latte (in kg die}^{-1}\text{)}$$

$$N(\text{feci}) = \text{azoto presente nelle feci (in kg die}^{-1}\text{)}$$

Le quantità di azoto presenti nelle feci e nelle urine depositata dagli animali direttamente sul pascolo hanno destini diversi a seconda del tipo di escremento e, in particolare, della forma in cui l'azoto vi si trova (Tab. 1).

Tabella 1: Destino dell'azoto presente nelle feci e nelle urine destinate direttamente sul pascolo (%)

	Feci	Urine		Totale
		Primavera - estate	Media	
N organico del suolo	69	26-15	31	42.4
Assorbimento da parte delle piante	9	47-12	29	23
Volatilizzazione	3	16	16	12.1
Denitrificazione	2	2	2	2
Lisciviazione	17	5-43	22	20.5
Totale	100	100	100	100

Nelle urine l'azoto è presente soprattutto sotto forma ureica (70-80%) ed è facilmente idrolizzabile e trasformabile in nitrato mentre nelle feci, lo stesso elemento è presente soprattutto sotto forma di composti organici che si comportano come la sostanza organica del suolo (Laurent *et al.*, 2000). Per questi motivi, l'azoto delle urine è valorizzato dalle piante in misura maggiore, pari in media al 29%, rispetto a quello delle feci che viene utilizzato dalle piante in quantità pari solamente al 9%.

Inoltre, l'N delle urine che giunge al pascolo nei periodi di elevata crescita dell'erba (ad es. in primavera) viene utilizzato dalle piante in misura maggiore di quello deposto nei periodi di ridotta crescita dell'erba (ad es. in estate). Quest'ultimo pertanto si perde in gran parte per lisciviazione.

In conseguenza dell'elevata concentrazione di elementi nutritivi nelle aree in cui gli escrementi vengono deposti, la percentuale di N di feci e urine che viene persa per volatilizzazione, denitrificazione e lisciviazione è sempre molto consistente ed è pari complessivamente al 34%.

L'animale al pascolo, più o meno influenzato dal pastore, ha sempre la possibilità di scegliere entro certi limiti l'area di pascolamento e l'area di riposo. Nel caso dei bovini, le aree di pascolamento privilegiate sono, di solito, quelle che presentano erba appetita in grande quantità e pendenza limitata, ma possono influire anche altre caratteristiche quali la presenza di acqua, la protezione dal vento o dal calore eccessivo ecc. (Vallentine, 2001). Tali aree sono anche quelle da cui vengono asportate le maggiori quantità di elementi nutritivi.

Sempre nel caso dei bovini, le aree di riposo sono poste di solito su superfici in piano o poco pendenti e possono essere di estensione più o meno elevata a seconda delle caratteristiche topografiche. Inoltre, tali aree sono di solito localizzate in luoghi riparati dal vento.

La restituzione di elementi nutritivi al pascolo avviene sia durante il pascolamento sia durante il riposo. Poiché, in mancanza di sufficienti indicazioni bibliografiche, si può ammettere una ripartizione uniforme degli escrementi nel corso della giornata, la quantità di deiezioni deposte nelle singole aree di pascolamento e di riposo può essere considerata proporzionale al tempo trascorso nelle stesse (Delaby *et al.*, 1997).

Di conseguenza, la quantità di erba mangiata e il tempo trascorso per il pascolamento o per il riposo sono gli elementi fondamentali del bilancio della

fertilità delle singole aree di pascolo. Normalmente nelle aree di solo pascolamento tale bilancio è negativo in quanto la quantità di elementi nutritivi apportati con le deiezioni è inferiore a quella asportata con l'ingestione di erba. Per contro, nelle aree di riposo (che di solito sono anche aree di pascolamento), il bilancio è positivo e si hanno surplus di elementi nutritivi. Questi surplus danno luogo ad un secondo tipo di perdita che si aggiunge a quella, già citata, dovuta all'eccessiva concentrazione di azoto negli escrementi.

Il comportamento degli animali al pascolo, e con ciò anche l'asporto e la restituzione di elementi nutritivi, può essere influenzato, entro certi limiti, dal pastore.

In particolare, il pastore può influire sulle aree in cui deve avvenire il pascolamento attraverso la scelta di uno dei sistemi di pascolamento possibili, ad esempio pascolamento libero, pascolamento controllato, pascolamento a rotazione ecc. Al riguardo si ricorda che, diversamente dal pascolamento libero, quello a rotazione, specialmente se svolto su sezioni di pascolo ad estensione molto limitata, costringe l'animale ad una frequentazione di tutte le aree di pascolo e al consumo veloce ed omogeneo del foraggio con il risultato di evitare una forte selezione e un invecchiamento dell'erba (Klapp, 1971). Ciò porta ad altrettanto omogenei asporti e restituzione di elementi nutritivi, per lo meno per la quota che ha luogo nel corso dell'attività di pascolamento.

D'altra parte, le aree di riposo vengono influenzate sia con la scelta del sistema di pascolamento sia con la decisione relativa al luogo di pernottamento degli animali. Riguardo a quest'ultimo aspetto, si ricorda che a favore del pernottamento in stalla giocano (Aebersold *et al.*, 1986; Klapp, 1971):

- una produzione di carne e di latte maggiori (anche se non sempre e non di molto come risulta, ad esempio, Caputa (1975), Troxler e Jans (1991) e da Cavallero *et al.* (1997)) rispetto al pernottamento al pascolo conseguenti alla protezione offerta dalle stalle contro gli andamenti meteorologici sfavorevoli (freddo, neve, calore eccessivo);

- l'ottimale esecuzione della mungitura, della lavorazione del latte e della distribuzione di alimenti integrativi;

- il migliore controllo degli animali;

- il minore imbrattamento dell'erba di pascolo provocato dal movimento degli animali nel tempo in cui essi non si alimentano.

Per il pernottamento al pascolo fanno propendere, invece, la minore necessità di manodopera e l'assenza dei costi di costruzione delle stalle e di distribuzione dei fertilizzanti organici, oltre al pericolo di una inidonea gestione di questi ultimi, possibile soprattutto quando il pascolo sia difficilmente transitabile con i mezzi meccanici necessari per la loro distribuzione.

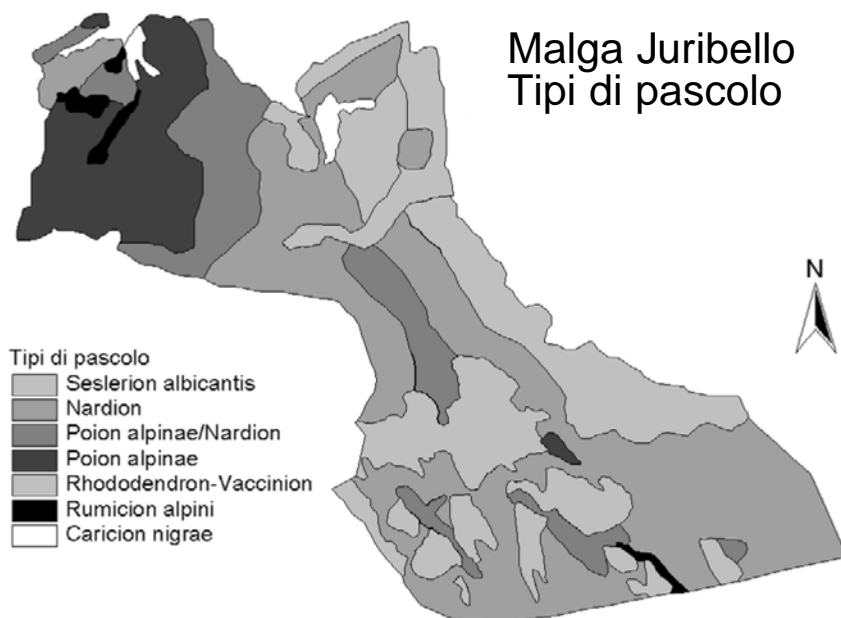
Relativamente all'aspetto che qui interessa in modo particolare, e cioè alla gestione delle deiezioni e al suo effetto sulla fertilità del suolo, il pernottamento in stalla risulta nettamente più favorevole in quanto consente una loro migliore valorizzazione attraverso la possibile appropriata distribuzione meccanica sul pascolo dei fertilizzanti organici prodotti nella stalla (Aebersold *et al.*, 1986).

Fatte queste premesse, si osserva che il bilancio degli elementi nutritivi, da cui dipende in gran parte la fertilità del pascolo e la sua distribuzione, può essere effettuato a due livelli, quello dell'azienda (nel nostro caso la malga) e quello della superficie foraggera (nel nostro caso, tutto il pascolo o singole aree di pascolo).

Con riferimento all'azoto, nel bilancio realizzato a livello di malga gli input sono costituiti dalla deposizione atmosferica, dall'azotofissazione, dagli alimenti extra-aziendali e dagli eventuali fertilizzanti organici o chimici extra-aziendali. Gli output sono il latte o la carne prodotta. A livello di superficie di pascolo, gli input sono la deposizione atmosferica, l'azotofissazione, gli escrementi degli animali e gli eventuali fertilizzanti organici o chimici extra-aziendali, mentre gli output derivano dall'ingestione da parte degli animali.

Per quanto riguarda la deposizione atmosferica di azoto si osserva che in aree montane, lontane da centri abitati e da aree ad agricoltura intensiva, essa è di solito bassa, pari a circa $10 \text{ kg ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ (Giardini, 1982). Nei pascoli di alta quota, anche la fissazione di azoto da parte delle leguminose ammonta a quantità molto basse, dell'ordine di pochi $\text{kg ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$, in quanto, in tali situazioni, pur registrandosi ancora un'elevata efficienza dell'azotofissazione simbiotica (Jacot *et al.*, 2000), sono di solito molto limitate sia la presenza sia la crescita delle leguminose.

Figura 1 – Vegetazione di malga Juribello (da Orlandi *et al.*, 2000).



Il caso concreto della Malga Juribello

Per comprendere e discutere meglio l'importanza del regime alimentare e delle modalità di pascolamento si è deciso di descriverne gli effetti sulla distribuzione della fertilità del suolo simulandone la variazione con riferimento ad una situazione reale. Allo scopo, si è scelta la malga Juribello, posta in provincia di Trento, di cui sono reperibili, in bibliografia o da sperimentazioni in corso, numerose informazioni sulla vegetazione, sulla produzione di erba e di latte e sull'ingestione di foraggio da parte degli animali in funzione del livello di integrazione con concentrati.

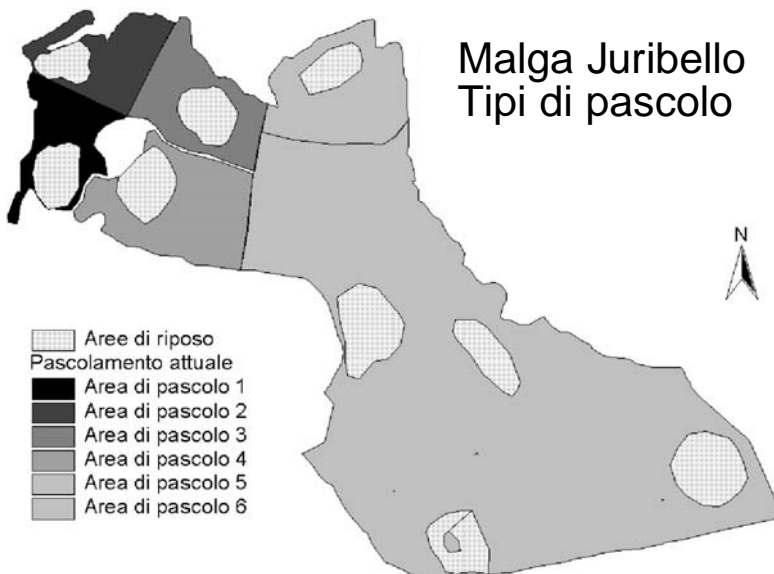
La malga in questione si estende per circa 148 ha ed è posta alle quote di 1820-2230 m s.l.m. su substrati geologici costituiti da rocce calcareo-dolomitiche e da formazioni arenacee e marnose. Attualmente è caricata con 110 vacche da latte per circa 78 giorni all'anno. La vegetazione è costituita soprattutto da pascoli pingui del *Poion alpinae*, da pascoli magri del *Nardion* e del *Seslerion albican-tis* e da arbusteti del *Rhododendron-Vacciniunion* (Orlandi *et al.*, 2000) (Fig. 1).

Per la simulazione si sono considerate tre variabili: il livello di integrazione con concentrati (basso o alto: 2 o 6 kg vacca⁻¹ die⁻¹ di concentrato contenente il 2.368 % di azoto), il luogo di pernottamento degli animali (al pascolo o in stalla) e il sistema di pascolamento (controllato secondo la modalità attualmente adottata dai pastori oppure a rotazione).

Le modalità di pascolamento ottenute combinando luogo di pernottamento degli animali e sistema di pascolamento sono tre: il pascolamento attualmente adottato dai pastori, il pascolamento a rotazione con pernottamento al pascolo e il pascolamento o a rotazione con pernottamento in stalla.

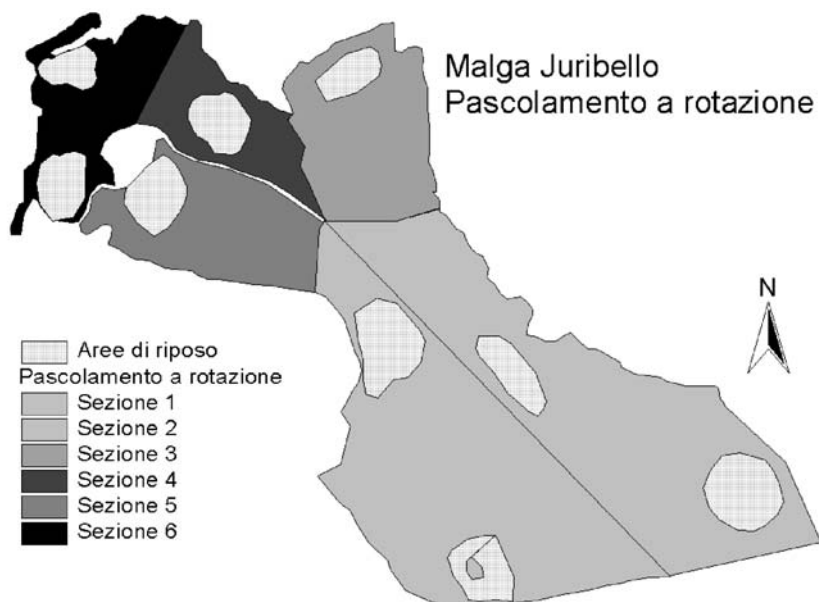
Il pascolamento attualmente adottato dai pastori si può definire come "Pascolamento controllato con pernottamento degli animali al pascolo". Esso viene realizzato nelle sei aree di pascolo indicate in Fig. 2. Di giorno vengono frequentate le aree di pascolo 5 e 6, lontane dagli edifici di malga, mentre di notte gli animali vengono portati nelle aree di pascolo 1-4 circostanti gli edifici di malga. Il pernottamento in queste ultime aree avviene a rotazione con periodi di presenza degli animali di 2-5 notti consecutive. Le aree di riposo sono complessivamente 9 per una superficie totale di 21.3 ha rispetto ai 148.5 della malga. Considerato che durante la notte gli animali vengono tenuti sempre nelle aree di pascolo 1-4, le zone di riposo di tali aree risultano evidentemente molto più frequentate e, quindi, ricevono molte più deiezioni, di quelle poste nelle aree 5 e 6 dove, invece, gli animali sono presenti solo di giorno.

Figura 2 – Aree di pascolo e di riposo nel pascolamento attualmente adottato dai pastori (Pascolamento controllato con pernottamento degli animali al pascolo).



La seconda modalità adottata è simulata e può essere definita come “Pascolamento a rotazione con pernottamento al pascolo”. Per questa modalità si sono individuate sei sezioni di pascolo mentre le aree di riposo sono le stesse del pascolamento attualmente adottato dai pastori (Fig. 3). Ciascuna delle sei sezioni viene frequentata dagli animali sia di giorno sia di notte per cui l’attività di riposo è molto più omogeneamente distribuita nelle aree di riposo di tutte le sezioni di pascolo rispetto al pascolamento attualmente adottato dai pastori.

Figura 3 – Sezioni di pascolo ed aree di riposo nell’ipotesi “Pascolamento a rotazione con pernottamento al pascolo”.



Anche la terza modalità è simulata. Essa può essere definita “Pascolamento a rotazione con pernottamento in stalla”. Sezioni di pascolo e aree di riposo sono le stesse della modalità precedente. Tuttavia, in conseguenza del pernottamento in stalla, la quantità di deiezioni che giunge direttamente al pascolo, e in particolare nelle aree di riposo, è molto inferiore che nelle due modalità di pascolamento precedenti perché una gran parte delle deiezioni viene deposta dagli animali quando questi sono nella stalla.

Dalla combinazione dei due livelli di concentrato e delle tre modalità di pascolamento risultano sei situazioni di cui si sono simulati gli effetti in un G.I.S.. Quali ulteriori parametri utilizzati per la simulazione si è posto che:

- l’ingestione giornaliera di erba di pascolo per gli animali che ricevono 2 o 6 kg di concentrato al giorno fosse pari rispettivamente a 14.4 e a 12.1 kg di s.s. (Ventura W., comunicazione personale, da sperimentazione progetto FORMA anno 2003);
- le ore di pascolamento fossero pari a 7.8 e 7.2 nel caso di somministrazione di 2 e 6 kg di concentrato die⁻¹ rispettivamente (Ventura W., comunicazione

- personale, da sperimentazione progetto FORMA anno 2003);
- le ore trascorse al pascolo fossero 20.5 e 9.5 nel caso di pernottamento al pascolo e in stalla rispettivamente, mentre quelle trascorse in stalla fossero 3.5 e 14.5 nei medesimi due casi;
 - la produzione utilizzabile di s.s. delle vegetazioni di *Poion alpinae*, *Poion alpinae/Nardion*, *Nardion*, *Seslerion albicantis*, *Rhododendron-Vaccinion* e *Rumicjon alpini* fosse pari rispettivamente a 2.8, 2.2, 1.6, 1.2 e 1.68 t ha⁻¹ anno⁻¹ (Orlandi *et al.*, 2000);
 - la percentuale di azoto nel foraggio asportato dagli animali fosse mediamente pari al 2.54 % (valore medio del periodo di pascolamento ottenuto con prelievo di foraggio con metodo hand plucking: Bovolenta *et al.*, 1998);

In base alle ipotesi fatte, le ore di permanenza nelle aree di pascolamento e di riposo e quelle passate in stalla si ripartiscono come indicato in Tab. 2.

Tabella 2: Ripartizione delle ore di permanenza delle vacche in stalla e in pascolo nelle tre modalità di pascolamento e hai due livelli di integrazione di concentrato

Sistema di pascolamento		Attuale		Rotazione		Rotazione	
		Al pascolo		Al pascolo		In stalla	
		2 kg	6 kg	2 kg	6 kg	2 kg	6 kg
ORE TOTALI	In stalla	30030	30030	30030	30030	124410	124410
	Al pascolo in aree di solo pascolamento	54607	50406	54607	50406	54607	50406
	Al pascolo in aree di riposo	121283	125484	121283	125484	26902	31103
ORE HA ⁻¹	Al pascolo in aree di solo pascolamento	451	416	451	416	451	416
	Al pascolo in aree di riposo	4438	4591	4438	4591	984	1138

In conseguenza della minore durata del periodo giornaliero di pascolamento, l'alto livello di integrazione con concentrati riduce le ore passate nelle aree di pascolamento e aumenta quello delle ore passate nelle aree di riposo. Inoltre, il pernottamento in stalla riduce del 75% il tempo che gli animali passano nelle aree di riposo. I flussi di azoto che si registrano a livello di malga, complessivamente e per ha di pascolo, sono riportati in Tab. 3.

Mediamente, i flussi si svolgono a livelli molto bassi. A seconda del livello di integrazione, il concentrato contribuisce per 2.7 – 8.2 kg ha⁻¹ anno⁻¹. Il bilancio porta a valori mediamente positivi ma molto ridotti e pari a circa 10-15 kg ha⁻¹ anno⁻¹.

Tabella 3: Flussi di N a livello di malga (kg di N anno⁻¹).

	Integrazione con concentrato (vacca ⁻¹ die ⁻¹)	INPUT				OUTPUT	INPUT – OUTPUT
		Precipitazioni	N fissazione	Concentrato	Totale	Latte	
Tutta la malga	2 kg	1485	326	406	2217	703	1514
	6 kg	1485	326	1219	3030	719	2311
Per ha di pascolo	2 kg	10	2.2	2.7	14.9	4.7	10.2
	6 kg	10	2.2	8.2	20.4	4.8	15.6

In conseguenza del diverso numero di ore passate dagli animali nelle varie aree della malga e quindi dell'entità delle restituzioni su tali aree, i bilanci dell'azoto sotto forma di deiezioni si ripartiscono nelle zone di solo pascolamento, in quelle di riposo più pascolamento e in stalla, come viene illustrato in Tab. 4.

Facendo riferimento alle righe che indicano il bilancio in termini di surplus di N che giunge al pascolo rispetto a quello asportato, nella tabella si osserva in

Tabella 4: Flussi di N a livello di pascolo (kg di N ha⁻¹ anno⁻¹).

Tipo di area di pascolo	Sistema di pascolamento Pernottamento Integrazione con concentrati (vacca ⁻¹ die ⁻¹)	Attuale Al pascolo		Rotazione Al pascolo		Rotazione In stalla	
		2 kg	6 kg	2 kg	6 kg	2 kg	6 kg
Solo pascolo	Apporto per N fix e precipitazioni	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3
	Apporto per deiezioni	6.2	6.3	6.2	6.3	6.2	6.3
	Asporto per ingestione	20.6	17.3	20.5	17.3	20.5	17.3
	Bilancio apporti - asporti (surplus)	-2.3	1.1	-2.2	1.2	-2.2	1.2
Anche riposo	Apporto per N fix e precipitazioni	13.1	13.1	13.1	13.0	13.1	13.0
	Apporto per deiezioni	77.3	88.4	77.0	88.1	16.0	20.7
	Asporto per ingestione	24.7	20.8	24.6	20.7	24.6	20.7
	Bilancio apporti - asporti (surplus)	65.7	80.7	65.4	80.4	4.4	13.0
N deposto in stalla (kg)		414	457	414	457	1716	1895

primo luogo che le variazioni riguardano pressoché esclusivamente le aree di riposo. Inoltre, risulta evidente che l'elemento che più influisce sul bilancio è il luogo di pernottamento, che riduce i surplus di azoto nelle aree di riposo per una quantità di circa 52-60 kg di N ha⁻¹ anno⁻¹. Se confrontato con quello del luogo di pernottamento, il livello di integrazione con concentrati esercita un effetto relativamente basso che, nelle aree di riposo, è a circa 9-15 kg ha⁻¹ anno⁻¹. Tale effetto è dovuto per circa 1/3 alla minore quantità di s.s., e quindi di N, asportata dal pascolo in conseguenza della maggiore integrazione con concentrati e per 2/3 al maggiore apporto di N al pascolo attraverso le deiezioni.

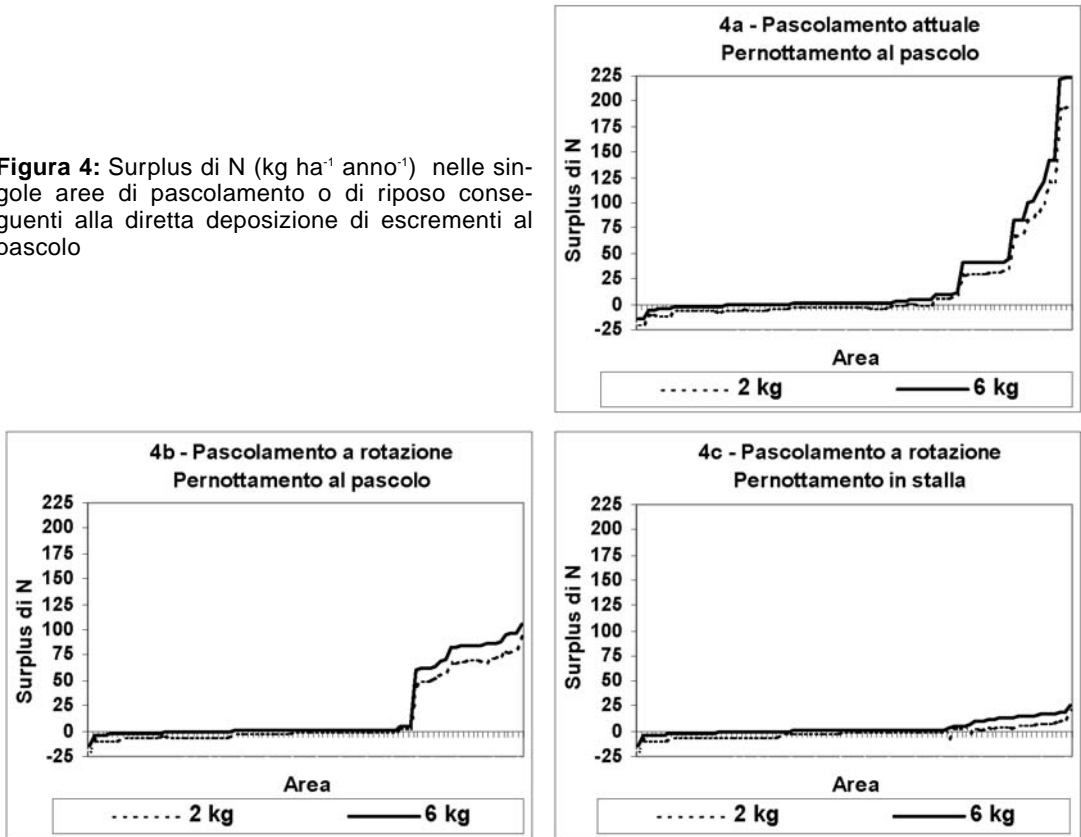
Tuttavia, la distribuzione dell'azoto sul pascolo riportata in Tab. 4, almeno per le aree di riposo è abbastanza lontana da quella reale in quanto riflette solo una situazione media. Ciò risulta con chiarezza da Fig. 4.

Nella figura, i valori di surplus inferiori a 10 kg derivano da aree di solo pascolamento mentre quelli superiori a 10 derivano da aree di riposo. I surplus risultano molto variabili nelle singole aree di pascolamento o di riposo. Tale variabilità è determinata soprattutto dal luogo di pernottamento degli animali e dal sistema di pascolamento. Riguardo al primo aspetto, si osserva che il pernottamento in stalla determina una elevatissima riduzione dei surplus in quanto una grande quantità dell'elemento viene concentrata nei fertilizzanti prodotti in stalla. Ciò fa sì che anche nelle aree di riposo solo diurne i surplus di azoto siano molto limitati, inferiori a 27 kg di N per anno (Fig. 4c).

Il passaggio dal pascolamento adottato dai pastori al pascolamento a rotazione comporta anch'esso una notevole riduzione dei surplus di azoto: da valori massimi di 223 kg a valori massimi di 104 kg circa.

Il livello di integrazione con concentrati ha minore importanza. Con riferimento alle aree di riposo esso incrementa i surplus di azoto di 7-16 kg ha⁻¹ anno⁻¹,

Figura 4: Surplus di N ($\text{kg ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$) nelle singole aree di pascolamento o di riposo conseguenti alla diretta deposizione di escrementi al pascolo



con valori massimi di 11 - 30 kg. Tuttavia, si osserva che l'incremento di surplus dovuto all'aumento del livello di integrazione con concentrati è tanto maggiore quanto più è elevato il numero di ore che gli animali trascorrono nelle singole aree di riposo, valore che è massimo nelle aree vicine alla stalla nel caso del pascolamento attualmente adottato dai pastori.

In Tab. 5 sono riportati i flussi e le perdite di N nei due sistemi con pernottamento al pascolo in funzione del livello di integrazione con concentrati. Il sistema rotazione con pernottamento in stalla non è riportato in tabella in quanto in esso le aree in cui si verificano perdite di azoto sono quasi inesistenti.

Quasi tutto l'azoto delle deiezioni, 2427 o 2680 kg, viene apportato direttamente al pascolo. Di questo, circa il 34% viene perso per lisciviazione, volatilizzazione o denitrificazione per un totale complessivo di 834-935 kg di N. Così, se le deiezioni fossero distribuite omogeneamente sul pascolo, le quantità di N teoricamente disponibili per la crescita delle piante sarebbero pari a 1593-1745 kg. In realtà, gli animali depongono le deiezioni prevalentemente nelle aree di riposo. Su queste giungono, complessivamente, quantità di azoto che anche detratte delle consistenti perdite per lisciviazione, volatilizzazione o denitrificazione, risultano in eccesso rispetto a quelle effettivamente utilizzabili dalle piante e vanno quindi in qualche modo perse. La somma delle due perdite ammonta

Tabella 5: Flussi e perdite di N da deiezioni nei due sistemi di pascolamento con il pernottamento al pascolo(kg)

Zona del pascolo	Integrazione con concentrati (vacca ⁻¹ die ⁻¹)	2 kg	6 kg
Tutto	N apportato	2427	2680
	N perso per lisciv., denitrif. e volatilizz.	834	935
	N teoricamente disponibile per le piante	1593	1745
Aree di riposo	N apportato	1648	1886
	N perso per lisciv., denitrif. e volatilizz.	566	658
	N teoreticamente disponibile per le piante	1082	1228
	N effettivamente utilizzabile per le piante ¹	701	589
	N disponibile in più rispetto all'utilizzabile = N perso	381	639
	Area di nardeto migliorabile a pascolo pingue (ha)	13.4	22.5
	Quantità di s.s. supplementare ottenibile (t anno ⁻¹)	16.1	27.0

complessivamente a circa il 50% dell'azoto apportato al pascolo nel caso del basso livello di integrazione con concentrati e sale al 59 % nel caso dell'alto livello di integrazione.

Riguardo all'effetto delle perdite di azoto sulla produzione risulta che, qualora l'azoto che giunge nelle aree di riposo e disponibile in eccesso rispetto a quanto utilizzabile dalle piante fosse ridistribuito su superfici diverse, attraverso un maggiore controllo della presenza degli animali al pascolo, si potrebbero evolvere a *Poion alpinae* circa 13-22 ha di *Nardion* e potrebbero essere ottenute in questo modo 16-27 t di s.s. in più di erba.

Conclusioni

La simulazione compiuta consente di mettere in evidenza alcuni importanti aspetti.

Innanzitutto risulta che il luogo di pernottamento degli animali ha un ruolo fondamentale per la gestione della fertilità del pascolo. Il pernottamento in stalla, infatti, determina una sostanziale riduzione degli elementi nutritivi depositi direttamente al pascolo dagli animali sotto forma di deiezioni. Tali elementi vanno, invece, a formare i fertilizzanti organici la cui omogenea e idonea distribuzione sul pascolo riduce sostanzialmente le perdite di azoto ed incrementa la produzione di foraggio. Siccome, tuttavia, la distribuzione di fertilizzanti organici non è possibile su aree di pascolo inaccessibili, per evitare perdite di fertilità è consigliabile che in questi superfici il pernottamento avvenga al pascolo.

In secondo luogo, risulta determinante il sistema di pascolamento soprattutto per la sua influenza sulla distribuzione e sull'intensità della frequentazione delle aree di riposo. Il pascolamento a rotazione consente di ottenere una più omogenea distribuzione non solo dell'utilizzazione dell'erba ma anche degli escrementi degli animali nelle aree in questione. Riguardo a queste ultime si sottolinea l'importanza delle loro caratteristiche e in particolare:

- della distribuzione delle ore di riposo sulle stesse;

- della loro dimensione, aspetto che si riflette sulla quantità media di N deposto dagli animali per unità di superficie;
- della posizione delle aree. Infatti, nelle aree di compluvio, la perdita di azoto per lisciviazione può essere molto più consistente che in quelle poste su dossi. Ciò è particolarmente vero per aree poste su rocce fessurate.

Si ricorda che queste caratteristiche, un tempo controllate attraverso la pratica della mandatura, possono essere oggi ancora più facilmente influenzate con la realizzazione delle poco costose recinzioni mobili con filo elettrico.

Quale terzo risultato della simulazione compiuta, si è ottenuto che l'effetto potenzialmente negativo di un alto livello di integrazione con concentrati è relativamente basso rispetto a quello del luogo di pernottamento e del sistema di pascolamento. Certo che se l'integrazione si inserisce su una modalità di pascolamento poco efficiente relativamente alla gestione delle deiezioni, essa può peggiorare in modo sensibile la situazione soprattutto lì dove essa è già grave e cioè nelle aree di riposo poste nelle vicinanze degli edifici di malga. D'altra parte, con il miglioramento della gestione del pascolamento si potrebbe facilmente ovviare a tali inconvenienti.

Alla luce delle considerazioni svolte, si può rilevare che la influenza negativa degli alti livelli di integrazione con concentrati frequentemente sottolineata è forse dovuta non tanto al livello di integrazione stessa, quanto alla propensione degli animali, alimentati in questo modo e fatti pascolare in modo libero, a frequentare superfici sempre meno estese restringendo le aree di deposizione delle feci sia durante il pascolamento, sia durante il riposo. In altre parole, tale influenza sarebbe dovuta, ancora una volta, ad un deficit del sistema di pascolamento.

Bibliografia

- Aebersold H., Barben K., Christ H., Dietsch W., Hug L., Pfiffner A., Regi D., Ruch H., Schläppi W., Schmid A., Stadler F., Thöni E. e Werthemann A., 1986. *Alpwirtschaft*. LMZ, Zollikofen. 251 pp.
- Bovolenta S., Ventura W., Piasentier E. e Malossini F., 1998. *Supplementation of dairy cows grazing an alpine pasture: effect of concentrate level on milk production, body condition and rennet coagulation properties*. *Ann. Zootech.*, 47: 169-178.
- Bovolenta S. e Ventura W., 2000. *Produzione di latte in alpeggio: i risultati di una sperimentazione pluriennale a Malga Juribello. Atti del Convegno "Formaggi d'alpeggio: il pascolo, l'animale, la razza, il prodotto*, Cavalese (TN) – 15 settembre 2000, 87-102.
- Caputa J., 1975. *Estivage du jeune bétail avec ou sans écurie sur le pâturage*. *Revue Suisse Agric.*, 7 (1): 5-11.
- Cavallero A., Iuliano G., Lombardi G., Pascal G. e Reyneri A., 1997. *Modelli gestionali per vacche da latte in alpeggio. Confronto tra pascolamento con o senza ricovero notturno nel sessennio 1987-1992*. *Rivista di Agronomia*, 31 (2): 477-481.
- Delaby L., Decau M.L., Peyraud J.L. e Accarie P., 1997. *AzoPât: une description quantifiée des flux annuels d'azote en prairie pâturée par les vaches laitières*. I- Les flux associés à l'animal. *Fourrages*, 151: 297-311.
- Farruggia A., Decau M.L., Vertès F. e Delaby L., 1997. *En prairie, la balance azotée à l'échelle de la parcelle*. *Fourrages*, 151 : 281-296.
- Giardini L., 1982. *Agronomia generale*. Pàtron editore, Bologna. 611 pp.
- Hoden A., Coulon J.-B. e Faverdin Ph., 1988. 8. *Alimentation des vaches laitières*. In *Alimentation des bovins, ovins e caprins*. INRA. 471 pp.
- Jacot K. A., Lüscher A., Nösberger J. e Hartwig U.A., 2000. *Symbiotic N₂ fixation of various legume species along an altitudinal gradient in the Swiss Alps*. *Soil Biology and Biochemistry*, 32: 1043-1052.
- Jeangros B., Amaudruz M., Carrard C e Troxler J., 1997. *La fumure des prairies et des pâturages*. Edition 1998. *Revue Suisse Agric.* 29 (5): 1-16.
- Clapp E., 1971. *Wiesen und Weiden*. Paul Parey – Berlin und Hamburg. 620 pp.

- Lançon J., 1978. *Les restitutions du bétail au pâturage et leurs effets*. Fourrages, 75 : 55-88.
- Laurent F., Vertès F., Farruggia A. e Kerveillant P., 2000. *Effets de la conduite de la prairie pâturée sur la lixiviation du nitrate. Propositions pour une maîtrise du risque à la parcelle*. Fourrages, 164 : 397-420.
- Orlandi D., Clementel F., Scartezzini F. e Floris A., 2000. *Caratterizzazione e cartografia dei pascoli di una malga alpina (Malga Juribello - Trento)*. Comunicazioni di ricerca dell'Istituto Sperimentale per l'Assestamento forestale e per l'Alpicoltura, 1: 3-26.
- Peterson R.G., Lucas H.L. e Woodhouse W.W.J., 1956a. *The distribution of excreta by freely grazing cattle and its effects on pasture fertility. I. Excretal distribution*. Agronomy journal, 48 (10): 440-444.
- Peterson R.G., Lucas H.L. e Woodhouse W.W.J., 1956b. *The distribution of excreta by freely grazing cattle and its effects on pasture fertility. II. Effect of the returned excreta on the residual concentration of some fertiliser elements*. Agronomy journal, 48 (10): 444-449.
- Troxler J. e Jans F., 1991. *Milchvieh auf Bergweiden: mit oder ohne Einstallung. 7. interne Tagung des FAO-Versuchsring für Berggrünland*. Nyon (Changins), Schweiz, 5-8 Settembre 1991.
- Vallentine J. F., 2001. *Grazing management. Second edition*. Academic press. 659 pp.
- Vertès F., Simon J.C., Le Corre L. e Decau M.L., 1997. *Les flux d'azote au pâturage. II- Etude des flux et de leurs effets sur le lessivage*. Fourrages, 151: 263-280.