

La gestione dei carboidrati, dei lipidi e delle proteine nell'alimentazione dei ruminanti

di Patrizia Carta* e Francesco Serra*

Nei giorni 7 e 8 luglio 2004 il prof. Charles J. Sniffen, ex docente universitario del Miner Institute e della Cornell University ed attualmente consulente zootecnico di livello internazionale, ha tenuto due incontri di cui il primo presso il Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università di Sassari (rivolto prevalentemente a studenti e specializzandi) ed il secondo ad Arborea (rivolto a tecnici ed allevatori). L'argomento dei due incontri è stato "la gestione dei carboidrati, dei lipidi e delle proteine nell'alimentazione dei ruminanti", con particolare riferimento al bilanciamento delle razioni in funzione della massimizzazione della produzione di latte, intesa come massima produzione dei suoi componenti. Si riporta di seguito una sintesi delle due relazioni.

La continua riduzione dei margini di profitto nel settore zootecnico da latte sta stimolando tecnici ed allevatori ad adottare nuove tecnologie che, attraverso l'aumento della produttività e la riduzione dei costi, possano consentire di migliorare l'efficienza produttiva.

Uno dei maggiori costi aziendali è rappresentato dall'alimentazione del bestiame; di conseguenza è la nutrizione animale il settore in cui si sta intervenendo maggiormente per sviluppare tecnologie avanzate.

Uno degli obiettivi da perseguire nel prossimo futuro sarà quello di rivolgere l'attenzione ai componenti chimici del latte (proteine, grassi, lattosio) piuttosto che al latte stesso, in quanto quest'ultimo è costituito prevalentemente da acqua e questa rappresenta soltanto un costo per le industrie di trasformazione (trasporto, smaltimento ecc.).

Lo scopo principale degli alimentaristi è quello di capire in che modo la formulazione delle razioni può incidere sulla qualità del latte. Tra i parametri qualitativi del latte bisogna considerare prima di tutto la proteina vera, che è il componente più importante nel determinare l'efficienza dei processi industriali di trasformazione, ma anche il grasso (che riveste diversa importanza a seconda che si debba produrre burro o

formaggio e che è responsabile di molti aromi di quest'ultimo) ed il lattosio.

Finora le razioni per animali da latte sono state bilanciate con l'obiettivo di massimizzare l'ingestione di sostanza secca; in realtà si dovrebbe massimizzare l'indice di conversione, cioè la produzione di latte per kg di sostanza secca ingerita. Per avere un indice di conversione efficiente in vacche altamente produttive è necessario raggiungere 1,7 kg di latte al 3,5% di grasso per kg di sostanza secca ingerita dall'animale. Un eccesso di ingestione rispetto al latte prodotto determina un aumento della velocità di transito (con conseguente minore digeribilità degli alimenti) e della produzione di feci, per cui si hanno maggiori costi alimentari ed anche per lo smaltimento delle deiezioni, le quali causano problemi di inquinamento.

I modelli finora sviluppati nel campo della nutrizione della vacca da latte (in particolare per quanto riguarda carboidrati e lipidi) consentono ai nutrizionisti di prevedere le variazioni nella produzione di latte e nella sua composizione. Il loro impiego consente infatti di controllare le fermentazioni ruminali e la crescita microbica, intervenendo sulle seguenti variabili:

- tecnica alimentare;
- pH ruminale;
- bilanciamento delle frazioni glucidiche;
- bilanciamento degli acidi grassi;



Il prof. Sniffen con gli autori.

- bilanciamento delle proteine e degli aminoacidi;
- bilanciamento dei minerali e delle vitamine.

I sali minerali sono stati spesso sottovalutati nel bilanciamento delle razioni, mentre nei modelli più recenti sono stati rivalutati, in particolar modo per quanto riguarda i microelementi, molto importanti per la crescita della popolazione microbica.

Oltre al bilanciamento dei nutrienti nella razione, è necessario anche poter prevedere il grado di assorbimento degli zuccheri, degli acidi grassi e delle frazioni aminoacidiche.

Tecnica alimentare e pH ruminale

Una buona gestione dell'alimentazione deve prevedere una corretta sequenza nella somministrazione degli alimenti, nei casi in cui non sia prevista la tecnica unifeed (nell'allevamento ovino questa è ancora poco diffusa): il primo alimento nella giornata dovrebbe essere il fieno, seguito dai concentrati o granelle e successivamente dal pascolo o dagli insilati. La sequenza indicata dovrebbe essere ripetuta almeno due volte al giorno (mattina e sera), eventualmente integrando con concentrati tra un pasto e l'altro per animali molto produttivi o che non vanno al pascolo. Questo permette di massimizzare la crescita della popolazione microbica e di evitare pro-

(*) Associazione Regionale Allevatori della Sardegna.

blemi di acidosi ruminale. Si deve tener presente, infatti, che quando si alimenta un ruminante si sta alimentando prima di tutto la sua flora batterica ruminale e quindi si devono soddisfare in primo luogo le esigenze nutritive dei microrganismi.

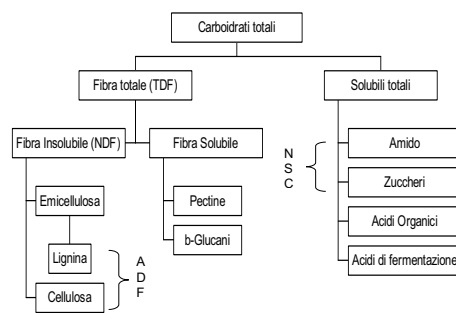
Una corretta alimentazione non potrà inoltre prescindere, in futuro, da una migliore conoscenza del comportamento alimentare degli animali. Ad esempio, l'ingestione di sostanza secca nella vacca è maggiormente stimolata dalla somministrazione dell'unifeed più volte al giorno anziché una sola volta.

L'efficienza di ruminazione, intesa come minuti di masticazione per kg di NDF ingerito, aumenta nel passare dalle primipare alle pluripare e, a parità di ordine di parto, negli animali di mole più grossa. Essa è legata alla dinamica del pH ruminale nelle 24 ore: una carenza di fibra o un eccesso di carboidrati non strutturali comporta una minore masticazione degli alimenti e di conseguenza si ha un abbassamento del pH ruminale ed una riduzione della digeribilità della fibra stessa, da cui deriva una minore disponibilità di energia per i microrganismi e di AGV e proteine batteriche per l'animale.

Bilanciamento delle frazioni glucidiche

Quando si parla di carboidrati totali è necessario distinguere tra carboidrati strutturali, che fanno parte della parete della cellula vegetale e costituiscono la fibra alimentare, e carboidrati non strutturali, che invece sono contenuti all'interno della cellula vegetale. I primi sono costituiti da cellulosa, emicellulose, lignina, pectine e beta-glucani, mentre i secondi sono costituiti da zuccheri semplici, amidi, fruttani e galattani. Dal punto di vista della degradabilità ruminale, tutti i carboidrati sono classificati in 3 frazioni: A, B e C. La frazione A comprende acidi organici (frazione A1) e zuccheri semplici (frazione A2), entrambi con alta velocità di degradazione. La frazione B comprende gli amidi (frazione B1, degradabilità media) e le pareti cellulari disponibili (B2 o NDF disponibile, degradabilità bassa). La frazione C rappresenta la quota indegradabile ed è costituita dalla lignina moltiplicata per 2,4.

Frazioni dei carboidrati



Le pectine e i beta-glucani rappresentano un caso particolare, in quanto pur facendo parte delle pareti cellulari nel rumine sono fermentate come i carboidrati non strutturali, per cui nei modelli di alimentazione spesso sono inseriti tra questi ultimi (frazione B1).

Nella cellula vegetale sono contenuti anche acidi organici, tra cui l'acido malico, che è presente soprattutto nell'erba medica giovane. Si è visto che anche piccole dosi (15-20 g/d) di quest'acido migliorano l'efficienza batterica e la degradazione delle proteine nel rumine, anche se ancora non sono noti i motivi per cui questo avviene.

Il bilanciamento delle frazioni glucidiche non può prescindere dalla somministrazione di una adeguata quantità di fibra e di un giusto mix di carboidrati non strutturali aventi diversa fermentescibilità.

Relativamente alla fibra, è necessario fare alcune valutazioni sulla sua qualità. A tal fine è stato introdotto il concetto di fibra fisicamente effettiva (peNDF): essa rappresenta la quota ruminabile della fibra totale ed è importante per un corretto razionamento in quanto permette di formare, nella parte superiore del rumine, un filtro che trattiene le particelle più piccole, le quali possono essere così degradate più lentamente (minore velocità di transito) e pertanto i microrganismi del rumine hanno la possibilità di utilizzarle meglio. La fibra effettiva favorisce inoltre la formazione del bolo alimentare per la ruminazione e garantisce la motilità ruminale. Per avere la giusta quantità di fibra effettiva nella razione è necessario somministrare una certa quantità di fieno (gli insilati, così come i pascoli giovani, non sono sufficienti) ed inoltre è indispensabile che nella fibra sia presente una certa quantità di lignina (que-

st'ultima finora è stata considerata sempre in termini negativi, invece sembra avere una certa importanza). Un corretto sistema di misurazione della fibra effettiva dovrebbe permettere di prevedere i tempi di masticazione ed il contenuto ruminale. Esistono allo scopo diversi sistemi, tra cui quelli più comuni prevedono l'impiego di setacci con maglie aventi diametri ben definiti. Una misura minima finora adottata, oltre la quale la fibra viene considerata effettivamente ruminabile, è 1,18 mm, ma recenti studi del Miner Institute (che ha ripreso studi di Mertens) hanno evidenziato che probabilmente tale misura minima è di 3,35 mm. Ciò è valido se l'umidità della razione è di circa il 45%, perché se quest'ultima è troppo secca gli animali hanno la possibilità di scegliere e di fatto la razione ingerita risulterebbe con un insufficiente contenuto di fibra effettiva, con rischio di acidosi. D'altra parte, specialmente nei periodi caldi, l'aggiunta di acqua alla razione può comportare problemi di surriscaldamento a causa di fermentazioni anomale. Per evitare questi problemi è necessario somministrare gli alimenti nelle ore più fresche oppure in più pasti, in modo da evitare la permanenza in mangiatoia per troppe ore. Le sub-acidosi e le acidosi possono causare problemi podali, per cui si manifesta un circolo vizioso nel quale l'animale si avvicina di meno alla mangiatoia e quando lo fa tende a consumare grandi quantità di alimenti, peggiorando in tal modo i problemi di digestivi.

Per un corretto razionamento è importante che l'NDF da foraggio sia oltre il 70% dell'NDF totale e oltre il 22% della sostanza secca della razione. L'NDF totale deve inoltre essere almeno l'1% del peso corporeo dell'animale. In questo modo si garantisce un'adeguata ruminazione ed una sufficiente produzione di saliva, la quale ha un'importante funzione tampone nel rumine. La somministrazione di foraggi di buona qualità è importante specialmente nella prima parte della lattazione, quando l'ingestione di sostanza secca è ridotta e l'ingestione di fibra può essere stimolata impiegando foraggi di migliore qualità rispetto a quelli che saranno utilizzati a metà e fine lattazione. Per il bilanciamento della fi-

Tabella 1 - Ipotesi di linee guida per la fibra della razione (Hoover e Chalupa, 2003)

	kg/d	% frazione	% SS	% min. SS	% max SS
Sostanza Secca	24,5				
SS fermentescibile	10,5	43	43	41	44
NDF Totale	7,4		30	28	33
peNDF	5,6	76,6	23	22	24
Lignina	0,9	11,7	3,5	3	4
NDF fermentescibile	2,6	> 35	11	10,5	12

bra della razione si può far riferimento alle linee guida riportate in tabella 1.

Una determinazione di laboratorio di recente sviluppo riguarda la stima della digeribilità dell'NDF, che potrà essere utile per un migliore bilanciamento della razione (alta digeribilità = più foraggi e meno concentrati e viceversa). La digeribilità dell'NDF dipende anche dalla tecnica colturale, oltre che dall'andamento climatico. Ad esempio, eccessi di acqua irrigua o di concimazione azotata determinano una minore digeribilità per la maggiore lignificazione delle pareti cellulari. Quindi è possibile, in certi casi, risparmiare sul costo dell'acqua e dei concimi e contemporaneamente migliorare la qualità dei foraggi.

Per quanto riguarda i carboidrati non strutturali, uno dei più importanti nell'alimentazione dei ruminanti è l'amido. Nei periodi caldi il contenuto in amido della razione per vacche in lattazione dovrebbe scendere fino al 20% della sostanza secca, facendo aumentare contemporaneamente gli zuccheri solubili e le pectine, in quanto gli animali mangiano soprattutto durante la notte e in orari ristretti e pertanto, con elevate dosi di amido, si avrebbero rischi di acidosi. Invece pectine e zuccheri semplici, contenuti in alimenti quali polpe di bietola e buccette di soia, comportano minori problemi di acidosi ruminale. Questa tecnica permette di favorire un'adeguata crescita dei microrganismi ruminali, utile anche per catturare l'ammoniaca in eccesso, senza che si abbiano gli effetti negativi di uno spinto abbassamento del pH del rumine. La fioccatatura del mais rende l'amido più degradabile nel rumine e più digeribile nell'intestino, sia perché ne modifica la struttura e il peso specifico (a seconda del tipo di fioccatura), sia perché ne aumenta la super-

ficie di contatto con i batteri. I fiocchi leggeri, molto sottili, sono più digeribili nel rumine e sono più adatti in inverno, quando gli animali hanno un'ingestione ben distribuita nelle 24 ore; quelli pesanti, più spessi, sono meno digeribili a livello ruminale e si dovrebbero usare maggiormente in estate, quando i pasti sono concentrati nelle ore più fresche. La quota indegradata nel rumine viene digerita nell'intestino (*escape*): la digeribilità intestinale degli amidi dipende dal tipo di amido, dal trattamento subito (fioccatatura, rullatura, schiacciatura, macinazione ecc.), dal livello di ingestione e di conseguenza dalla velocità di transito. Nella vacca, tuttavia, la capacità digestiva a livello intestinale è limitata, per cui un eccesso di amidi indigeriti può arrivare al cieco, dove le fermentazioni possono causare problemi sanitari. Per evitare questi problemi è necessario che almeno il 90% dell'amido sia digerito nel rumine e nell'intestino tenue. In tabella 2 sono riportate alcune linee guida per il corretto bilanciamento dei carboidrati non strutturali della razione.

Bilanciamento degli acidi grassi

I grassi alimentari che arrivano nel rumine vengono scissi dalle lipasi in glicerolo e acidi grassi liberi. Gli aci-

di grassi insaturi vengono idrogenati nel rumine e passano nell'intestino assieme a quelli saturi, dove sono digeriti. Un acido grasso di origine ruminale su cui si sta concentrando l'attenzione dei nutrizionisti negli ultimi anni è l'acido linoleico coniugato (CLA). Questo acido grasso si forma in parte nel rumine durante i processi di idrogenazione ed in parte nella mammella a partire da un altro acido grasso prodotto durante il processo di idrogenazione ruminale. Il CLA è un componente del latte molto importante in quanto ha potenti proprietà anti-cancerogeniche. Alcuni acidi grassi insaturi trans, anch'essi prodotti durante i processi di idrogenazione ruminale degli acidi grassi insaturi alimentari, hanno un effetto depressivo sul grasso del latte, inibendone la sintesi a livello mammario. Tuttavia, alcuni acidi grassi insaturi (C_{18:2}, C_{18:3} e altri), se assorbiti a livello intestinale in elevate quantità (complessivamente oltre 100 g/d) migliorano la fertilità nelle bovine da latte.

Le quantità di grassi alimentari consigliate per integrare la razione delle bovine da latte sono le seguenti: 150 g/d di grassi protetti (salificati con calcio) prima del parto, 300 g/d subito dopo il parto. E' preferibile impiegare grassi insaturi saponificati piuttosto che idrogenati, in quanto questi ultimi interferiscono negativamente sulla frazione lipidica e proteica del latte, specialmente se nella razione sono presenti alimenti ricchi di grassi insaturi quali semi di cotone e soia estrusa. L'impiego di grassi insaturi protetti (che arrivano direttamente all'intestino) migliora la fertilità perché i C_{18:1} e i C_{18:2} sono precursori di ormoni preposti per la sfera riproduttiva.

Tabella 2 - Ipotesi di linee guida per i carboidrati non fibrosi (Hoover e Chalupa, 2003)

	kg	% frazione	% SS	% min. SS	% max SS
Acidi di fermentazione (insilati)	0,0		< 5		
Zuccheri	1,2		5	4	6
Zuccheri fermentescibili		98	4,9	4,8	5
Amidi	6,1		25	21	27
Amidi fermentescibili	5,1	84	21	20	22
Amidi + zuccheri	7,4		30	27	33
Amidi + zuccheri fermentescibili	7,4	86,6	26	24	28
Fibre solubili (pectine)	1,5		6	4	8
Fibre solubili fermentescibili	1,2	84	5	3	7

Si deduce perciò che non sempre un basso contenuto di grasso nel latte dipende da una carenza di fibra nella razione; spesso dipende dall'elevata presenza in alcuni alimenti di acidi grassi ($C_{18:1}$) che deprimono il grasso nel latte. Uno di questi alimenti è rappresentato dai distillers, che vengono impiegati spesso in quantità elevate per via del prezzo conveniente e questo determina la produzione di latte con basso contenuto in grasso. In alcuni casi questo non è considerato negativo perché è il consumatore a non volere un latte molto grasso. Per controllare il grasso del latte è necessario praticare una buona tecnica alimentare, somministrare almeno il 22% di fibra (sulla sostanza secca) da foraggi, controllare la grassatura della razione (massimo 3% con grassi insaturi e 5% con grassi protetti). Un'eccessiva grassatura della razione causa una diminuzione dell'efficienza batterica, per cui può diminuire sia l'ingestione alimentare che il contenuto proteico del latte.

Bilanciamento delle proteine e degli aminoacidi

La proteina alimentare totale (proteina grezza) è costituita da una parte solubile e da una parte insolubile. La prima comprende la frazione A (azoto non proteico, presente in elevate quantità negli insilati d'erba) e la frazione B1 (proteina vera caratterizzata da elevata velocità di degradazione ruminale). La proteina insolubile comprende la frazione B2 (media velocità di degradazione), la frazione B3 (lenta velocità di degradazione) e la frazione C (indegradabile, in quanto legata alla fibra o contenuta nei prodotti di Maillard).

Le proteine degradate nel rumine danno origine a peptidi, aminoacidi e ammoniaca. L'utilizzazione di questi componenti per la sintesi di proteine batteriche dipende soprattutto dalla disponibilità di energia da carboidrati che, se insufficiente, causa uno spreco di aminoacidi e la necessità di eliminare l'ammoniaca in eccesso attraverso la sintesi di urea, che a sua volta comporta un dispendio energetico elevato. È quindi importante somministrare diete bilanciate sia dal punto di vista della quantità di proteine e car-

boidrati, sia per quanto riguarda la sincronizzazione di entrambi nelle fermentazioni ruminali.

La crescita microbica viene valutata in termini di grammi di azoto microbico sintetizzato per grammo di carboidrati digerito. Una buona efficienza si raggiunge se questo rapporto ha un valore che si avvicina a 0,47, mentre la situazione più ricorrente è un valore di 0,40; se si scende a 0,35 si ha bassa efficienza. I microrganismi ruminali hanno principalmente bisogno di ammoniaca che, come già evidenziato, deriva dalle proteine della dieta, dagli aminoacidi, dai peptidi, dall'azoto non proteico e dall'urea riciclata.

Il propionato che deriva dalla fermentazione degli zuccheri stimola l'utilizzazione degli aminoacidi a livello mammario per le sintesi proteiche, in seguito ad una serie di passaggi metabolici che coinvolgono principalmente il fegato.

I batteri riescono a coprire il fabbisogno di aminoacidi per l'animale, ad eccezione di alcuni aminoacidi limitanti (ad esempio, si è visto che somministrando lisina a vacche ad inizio lattazione si migliora l'intera curva di lattazione).

In futuro sarà importante bilanciare i singoli aminoacidi piuttosto che le proteine, perché gli animali richiedono aminoacidi e non proteine. Il fabbisogno in aminoacidi è soddisfatto dai batteri ruminali e dalla quota presente negli alimenti, non fermentata nel rumine e digerita nell'intestino (escape).

Per quanto riguarda gli aminoacidi metionina e lisina è già possibile effettuare il bilanciamento per le bovine da latte in quanto se ne conoscono i fabbisogni. La prima deve essere il 2,5% della proteina metabolizzabile (MP o PDI), la seconda il 7,3%. È importante inoltre il rapporto tra questi due aminoacidi: si è visto infatti che le proteine del latte non aumentano in risposta alla somministrazione di metionina, se contemporaneamente la lisina è inferiore al 6,5% della proteina metabolizzabile. Il rapporto ottimale fra lisina e metionina è compreso fra 3 e 3,7:1.

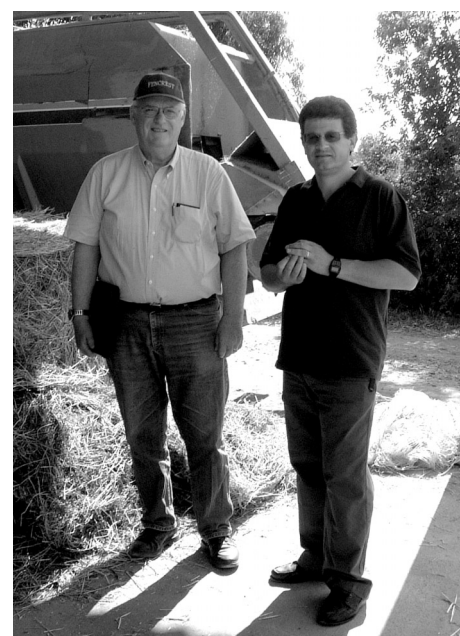
Conclusioni

La concezione comune secondo cui l'aumento della produzione di latte comporta un abbassamento nel

contenuto dei suoi costituenti chimici (effetto diluizione) oggi può essere rivista alla luce delle nuove conoscenze sulla nutrizione dei ruminanti da latte. In futuro si dovrà cercare di minimizzare l'effetto diluizione che si verifica ad inizio lattazione. Se in questa fase il contenuto di grasso del latte è alto e quello di proteine basso, significa che la razione alimentare non è corretta e si sta verificando un'eccessiva mobilitazione dei grassi di riserva. Nella seconda parte della lattazione ci si aspetta che i componenti del latte aumentino man mano che la lattazione stessa avanza. Se questo non accade è dovuto ancora una volta alla razione alimentare che non è bilanciata nei suoi nutrienti.

Il controllo dei componenti del latte inizia con una buona nutrizione degli animali in asciutta, praticabile attraverso il bilanciamento di carboidrati, proteine metabolizzabili e aminoacidi. Il controllo della produzione di latte e dei suoi componenti è importante poi ad inizio lattazione e va attuato sempre tramite il bilanciamento dei nutrienti indicati, nonché dei lipidi. Una volta raggiunto un buon bilanciamento, questo va mantenuto oltre il picco per tutta la durata della lattazione.

Si ringrazia per la preziosa collaborazione il Prof. Antonello Cannas del Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università degli Studi di Sassari. 



Il prof. Charles J. Sniffen con il prof. Antonello Cannas.