

Per aumentare l'efficienza produttiva e ridurre le escrezioni Alimentazione azotata e gestione dei reflui

di Marco Battelli¹, Giovanni Buonaiuto², Valentina Caprarulo³, Giulia Ferronato³,
Alberto Atzori⁴, Andrea Formigoni², Emiliano Raffrenato⁵, Luca Rapetti¹

¹) Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali – Produzione, Territorio, Agroenergia, Università degli Studi di Milano.

²) Dipartimento di Scienze Mediche Veterinarie, Università di Bologna.

³) Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica.
AgroFood Research Hub, Università degli Studi di Brescia.

⁴) Sezione di Scienze Zootecniche, Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari.

⁵) Dipartimento di Biomedicina Comparata e Alimentazione, Università degli Studi di Padova

Nei ruminanti, la proteina di origine alimentare viene classificata in proteina degradabile a livello ruminale (Rdp) e in proteina indegradabile a livello ruminale (Rup).

La Rdp è a sua volta suddivisa in proteina vera e azoto non proteico che consiste in composti come urea, ammoniacca (NH₃), aminoacidi (AA), ecc.

Il ciclo dell'azoto a livello animale

A livello ruminale, la proteina vera è degradata dai microrganismi ruminali prima in peptidi e AA e poi in ammoniacca. In parte, i batteri ruminali utilizzano l'NH₃ per produrre proteina microbica mentre un'altra parte è assorbita dalle pareti ruminali, entrando così nel circolo sanguigno.

Essendo l'NH₃ tossica per l'organismo anche a moderate concentrazioni, a livello epatico è in larga misura convertita in urea, molecola molto meno tossica rispetto all'NH₃. L'urea prodotta entra poi nel circolo ematico e da lì può: a) essere assorbita dai reni per

poi venire escreta con le urine; b) rientrare nel rumine passando attraverso le pareti ruminali; c) essere assorbita dalle ghiandole salivari diventando una componente della saliva e ritornando quindi nel rumine.

Inoltre, se l'animale è in lattazione l'urea diffonde in parte nella mammella venendo poi escreta con il latte. Tutti questi processi sono in equilibrio chimico tra loro ed esiste una stretta relazione tra le concentrazioni di urea nel sangue, latte e urine. L'urea che non è escreta con latte e urine, nel rumine è riconvertita in NH₃ a opera dell'enzima ureasi secreto dai microrganismi ruminali facendo ripartire i processi sopradescritti che compongono il ciclo dell'azoto.

Escrezione azotata ed efficienza d'uso dell'azoto alimentare

L'efficienza d'uso dell'azoto è calcolata dal rapporto tra l'azoto escreto con il latte e quello ingerito. Quanto più alta è l'efficienza tanto minori saranno le perdite azotate delle deiezioni dato che la

quota di N trattenuta nel corpo di una bovina è alquanto modesta. Quantificare questa efficienza è un passaggio fondamentale nello studio dell'impatto ambientale di un allevamento.

I ruminanti hanno una bassa efficienza d'uso dell'azoto, generalmente compresa tra il 25 e il 35%.

Dalla seguente equazione per il calcolo dell'N escreto con le deiezioni (Nasem, 20219) emerge chiaramente che i principali fattori che influiscono su questo parametro sono il livello produttivo dell'animale e il tenore proteico della razione:

$$\text{N escreto con le deiezioni (g/d)} = \frac{[\text{SS ingerita (kg/d)} \times \text{PG dieta (\%)}] / 0,625$$

- $[\text{Latte (kg/d)} \times \text{PG Latte (\%)}] / 0,638 - 5$
Il termine noto pari a 5 è una stima dell'N (g/d) mediamente trattenuto nel corpo nelle prime tre lattazioni.

Considerando le deiezioni, l'N urinario, rispetto a quello fecale, essendo più suscettibile alla lisciviazione e alla volatilizzazione, è più dannoso per l'ambiente. Se da un lato l'escrezione fecale di azoto è influenzata soprattutto dalle caratte-

ristiche intrinseche degli alimenti della dieta (digeribilità dell'N), invece l'escrezione di azoto urinario dipende principalmente dal tenore proteico della dieta e in secondo luogo dal livello produttivo. L'equazione seguente (Nousiainen, 2004) ne consente una stima piuttosto accurata:

$$\begin{aligned} \text{N urinario (g/d)} = \\ 26,4 \times \text{PG dieta (\%)} + \\ 1,66 \times \text{Latte (kg/d)} - 262 \end{aligned}$$

Un'altra variabile fortemente correlata con l'escrezione urinaria di azoto è il tenore di urea nel latte: come evidenziato nel grafico 1, ad alti livelli di urea nel latte corrispondono elevati quantitativi di N escreti con le urine. Riuscire a mantenere livelli di urea nel latte in un range ottimale di 17- 26 mg/dL (secondo le indicazioni di Kohne e coll., 2007) consente di massimizzare l'efficienza d'uso dell'N limitandone l'escrezione urinaria.

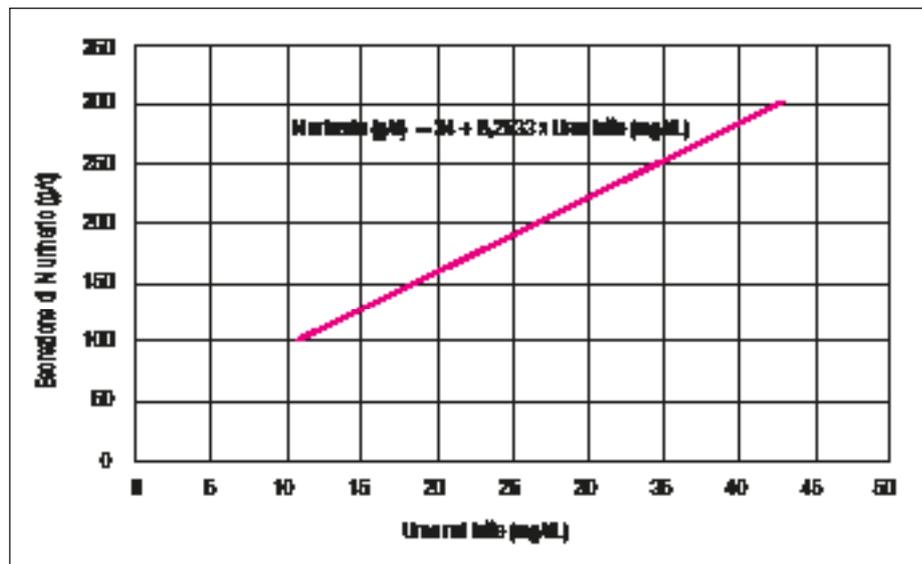
Bilanciamento proteico e aminoacidico della razione

L'utilizzo di diete che rispettino l'equilibrio ottimale tra l'apporto proteico, l'energia fornita, i peptidi e gli AA necessari per coprire i fabbisogni della bovina e dei microrganismi ruminali è, in concreto, la strategia più efficace per aumentare la capacità di ritenzione dell'azoto. Il risultato, dunque, non è solo la riduzione dell'escrezione azotata delle bovine, ma anche l'avvio a un ciclo di allevamento e produzione più sostenibile. Per raggiungere tale obiettivo è fondamentale conoscere le caratteristiche degli alimenti impiegati nella razione, i fabbisogni delle bovine, ma anche quelli dei microrganismi che popolano il rumine.

Diversi studi sul tema dimostrano che, con l'impiego razionale di fonti proteiche comuni (soia, medica, ecc.), il fabbisogno di NH_3 , AA e peptidi nel liquor ruminale si possa raggiungere con livelli di Rdp della razione compresi tra il 10 e l'11% sulla sostanza secca (s.s.) e di proteina grezza di poco superiori al 14% (s.s.).

Una carenza di Rdp riduce la capacità dei microrganismi di moltiplicarsi, anche se possono continuare a fermentare i carboidrati. L'impiego di elevati apporti

Grafico 1 - Relazione tra il contenuto di urea nel latte e l'escrezione azotata urinaria giornaliera



(modificato da Nousiainen e coll., 2004)

di zuccheri, amidi rumino degradabili e fibra di buona qualità (soprattutto da foraggi) come fonte di energia, sono fondamentali per ottimizzare la crescita batterica nel rumine, garantire un'elevata captazione di NH_3 e assicurare la massima sintesi di proteine ruminali. La proteina microbica è molto importante perché possiede un profilo in AA essenziali di alto valore biologico molto simile a quello del latte (grafico 2). Quindi quanto più se ne produce tanto meglio è.

Non esiste un alimento con un profilo in AA essenziali così equilibrato. Ecco perché il primo passo per alimentare bene una bovina è alimentare bene i microrganismi ruminali. La proteina microbica può arrivare a coprire fino al 60% e oltre del fabbisogno di AA essenziali; coprire la restante parte con la quota alimentare di proteine by-pass (Rup) può comportare eccessi o carenze sui singoli AA.

Il bilanciamento aminoacidico delle razioni per vacche da latte è l'ultimo step per formulare razioni che siano in grado di soddisfare pienamente i fabbisogni di AA necessari alla notevole sintesi di proteine del latte delle grandi lattifere. Ciò determina, pertanto, la possibilità

di ridurre il tenore proteico della dieta che a sua volta consente di limitare l'escrezione di azoto urinario migliorando l'efficienza d'uso dell'azoto alimentare. Spesso, inoltre, l'impiego degli AA di sintesi tecnologicamente trattati per consentirne il by-pass ruminale e un elevato grado di assorbimento nell'intestino tenue, consente anche alle più forti lattifere non solo di produrre molto ma anche di ottenere livelli di proteine del latte altrimenti difficilmente raggiungibili.

Infine, l'adozione dei modelli di razionamento moderni rappresenta un elemento cruciale perché permette di prevedere le risposte degli animali in base agli apporti nutrizionali, offrendo così ai nutrizionisti un quadro chiaro e concreto degli effetti attesi.

Emissioni derivanti dallo stoccaggio dei reflui

Le emissioni di composti azotati derivano dalla volatilizzazione di parte dell'azoto escreti, nello specifico la quota ammoniacale. Queste comprendono NH_3 e protossido di azoto (N_2O) e in quota minore monossido di azoto (NO_x) e azoto molecolare (N_2).

L'emissione di NH_3 avviene a seguito

Segnaposto
280.0mm x
210.0mm

della reazione dell'enzima ureasi contenuto nelle feci con l'urea contenuta nelle urine a seguito del mescolarsi delle matrici, mentre le emissioni di N_2O a seguito di processi di nitrificazione e denitrificazione durante il periodo di stoccaggio.

La misurazione diretta delle emissioni risulta essere molto onerosa e applicabile solo in condizioni sperimentali; per ovviare a queste difficoltà sono state sviluppate equazioni di predizione di tali emissioni che considerano le variabili che maggiormente possono influenzare i processi quali: tipologia di refluo (liquame, letame) e modalità di stoccaggio. I modelli ad oggi di riferimento sono:

- **Ippc (2019)**: stima le emissioni di N_2O a partire dall'N contenuto nel refluo senza distinzione tra singoli gas (NH_3 , NO e N_2O). Considera come variabili la tipologia di refluo e la modalità di stoccaggio.

- **Eea (2019)**: stima le emissioni di NH_3 , NO, N_2 e N_2O a partire dal contenuto di azoto ammoniacale. Considera come variabili la tipologia di refluo, l'utilizzo di materiale da lettiera e la modalità di stoccaggio. Sono inoltre considerati processi di immobilizzazione dell'azoto da forma ammoniacale a organica.

Riduzione di emissioni azotate durante lo stoccaggio dei reflui

Le migliori tecniche disponibili per la riduzione di emissioni azotate (NH_3 e N_2O) durante lo stoccaggio dei reflui vengono suddivise in base alla loro efficacia (alta-media-bassa).

Le tecniche ad alta efficacia si basano sulla riduzione delle superfici a pelo libero (vasche con pareti verticali, no lagune) e copertura degli stoccaggi con coperture rigide/flessibili impermeabili.

Tra le tecniche di media efficacia troviamo coperture galleggianti (tessuto non tessuto-geotessile).

Infine, tecniche a bassa efficacia ritroviamo coperture galleggianti/flottanti di materiali differenti (paglia, stocchi, trucioli); formazione di croste naturali in grado di coprire la totalità della superficie. L'adozione di coperture rigide, ancorate ai bordi della vasca, permette una notevole riduzione delle emissioni di NH_3 (80%) e mantenimento della capacità dello stoccaggio evitando l'entrata di acque meteoriche. Mentre l'adozione di coperture flottanti (teli o materiale galleggiante) riduce la superficie di scambio refluo/atmosfera e le emissioni di NH_3 del 40-60%.

Altro metodo di media efficacia è la riduzione del rapporto superficie/volume

(0.2) incrementando la profondità degli stoccaggi.

Tra i trattamenti che favoriscono sia la gestione dei reflui che la riduzione delle perdite ammoniacali si ricordano la separazione solido/liquida, la stabilizzazione degli effluenti, la rimozione biologica ed estrazione dell'azoto, la fitodepurazione e il trattamento anaerobico per la produzione energetica.

Riduzione delle emissioni tramite i sistemi foraggeri

La scelta del sistema culturale aziendale ha un notevole rilievo in termini di emissioni azotate a livello di azienda. L'impatto dell'aumento dei costi delle materie prime ad alto tenore proteico che è avvenuto negli ultimi 20 anni può essere limitato aumentando l'autoproduzione di foraggi proteici. Destinare una maggiore quota della superficie agricola alle leguminose foraggere consente inoltre di ridurre drasticamente l'utilizzo di fertilizzanti azotati di sintesi grazie all'azione di azotofissazione operata dai rizobi naturalmente presenti sulle radici delle leguminose.

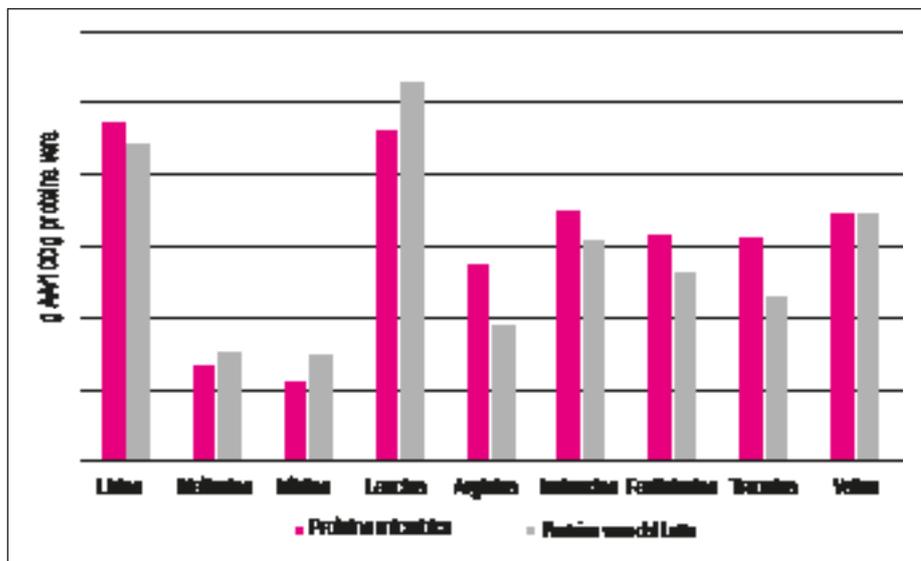
Inserire poi in successione delle graminacee in grado di utilizzare al meglio l'azoto lasciato in campo permette di ridurre notevolmente il surplus di kg di azoto all'ettaro lasciato in campo, rispetto ad esempio a una mono-successione di mais, limitando così i fenomeni di lisciviazione e denitrificazione.

Conclusioni

Il miglioramento dell'efficienza di utilizzazione dell'N nell'allevamento delle bovine da latte è un obiettivo perseguibile che comporta vantaggi economici e ambientali. A livello animale, la formulazione delle razioni con un bilanciamento ottimale di energia e AA permette di ridurre l'escrezione azotata consentendo alle lattifere di esprimere al meglio il loro potenziale produttivo.

Ampi margini di miglioramento per ridurre le emissioni sono anche possibili mediante l'applicazione di opportune tecniche di stoccaggio e distribuzione dei reflui, e non ultimo, con un'appropriata scelta dei sistemi culturali. ●

Grafico 2 - Contenuto in aminoacidi essenziali della proteina microbica e della proteina vera del latte (g AA/100 g proteina vera)



(modificato da Lapierre e coll., 2020)