

L'INFORMATORE AGRARIO

Stalla moderna ad alto benessere



In collaborazione con:


NUTRISTAR

KEEP FARMING.

Sommario

Misurare il metano enterico per ridurlo nel modo giusto

di Simone Callegaro, Giovanni Niero, Martino Cassandro

3

EDITORIALE

Acidi grassi e minerali del latte «raccontano» lo stato sanitario della mandria

di G. Stocco, C. Cipolat-Gotet, A. Summer, S. Blotta, N. Martinelli, R. Fornaciari, A. Lotto

ATTUALITÀ

9

Misurare le emissioni: promettenti risultati dalle prove in vitro

di M. Spanghero, C. Sarnataro, M. Braidot, C. Fabro, A. Romanzin

14

ATTUALITÀ

ATTUALITÀ

19

I minerali in razione: le conseguenze di eccessi e carenze

di Paolo Berzaghi, Martina Dorigo

Stalle da latte
www.stalledalatte.it

Direttore responsabile: Antonio Boschetti
Comitato tecnico-scientifico: Fabio Abeni, Giorgio Borreani, Michele Campiotti, Martino Cassandro, Giulio Cozzi, Antonio Gallo, Lucio Zanini, Alfonso Zeconi.

Giornalisti: Nicola Castellani (capo servizio), Marco Limina (capo servizio), Lorenzo Andreotti, Alberto Andrioli, Giannantonio Armentano.

Redazione: Susanna Muraro (coordinatrice), Emiliana Carotenuto, Emanuela Galotto, Patrizia Meneghetti, Elisa Sancassani, Alberto Zandomeneghi.

Segreteria di Redazione: Giuliana Fasoli.

Ufficio impaginazione: Mattia Bechelli (coordinatore), Mauro Fianco, Daniele Dusi.

Sede redazione: Via Bencivenga-Biondani, 16 - 37133 Verona - Tel. 045.8057547

E-mail: informatoreagrario@informatoreagrario.it

Internet: www.stalledalatte.it



Edizioni L'Informatore Agrario Srl
Via Bencivenga-Biondani, 16 - 37133 Verona

Presidente: Elena Rizzotti

Amministratore delegato: Umberto Caroleo, Elena Rizzotti

Direttore commerciale: Pier Giorgio Ruggiero

Sales manager: Dario Zoppi

Pubblicità: Tel. 045.8057523

E-mail: pubblicita@informatoreagrario.it

Progetto grafico: Claudio Burlando - curiositas.it

Stampa: Mediagraf spa - Noventa Padovana

Registrazione Tribunale di Verona n. 2096 del 23-10-2017.
Poste Italiane spa - Sped. in A.P. - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27-2-2004 n. 46) Art. 1, Comma 1, DCB Verona.
ISSN 2724-6396
Copyright ©2021 Stalle da latte di L'Informatore Agrario di Edizioni L'Informatore Agrario srl.
Vietata la riproduzione parziale o totale di testi e illustrazioni a termini di legge.

QUOTE DI ABBONAMENTO 2021

Italia: un anno, € 34,00 (7 numeri)

Estero: su richiesta a clienti@ediagroup.it

Una copia: € 6,00. Copie arretrate: € 12,00 (per gli abbonati € 9,00) cadauna.

Aggiungere un contributo di € 3,50 per spese postali, indipendentemente dal numero di copie ordinate.

Come abbonarsi:

- www.ediagroup.it/miabbono con carta di credito Visa, Mastercard, American Express, PayPal, PostePay o MyBank.
- Conto corrente postale n. 10846376 intestato a: Edizioni L'Informatore Agrario srl Servizio Abbonamenti.

L'ordine di abbonamento o di copie può essere fatto rivolgendosi direttamente al Servizio Clienti.

Servizio Clienti:

Tel. 045.8009480 dalle 8.30 alle 13.00 e dalle 14.00 alle 17.30 dal lunedì al venerdì.
clienti@ediagroup.it - www.ediagroup.it/faq

Agli abbonati: informativa ai sensi del Regolamento europeo per la protezione dei dati personali n. 2016/679. I dati personali da Lei forniti verranno trattati da Edizioni L'Informatore Agrario srl con sede in Verona, via Bencivenga-Biondani, 16, sia manualmente che con strumenti informatici per gestire il rapporto di abbonamento nonché per informarla circa iniziative di carattere editoriale e promozionale che riteniamo possano interessarla. Lei potrà rivolgersi ai sottoscritti per far valere i diritti previsti dal Regolamento europeo per la protezione dei dati personali n. 2016/679. Informativa completa su www.ediagroup.it/privacy

ANES ASSOCIAZIONE NAZIONALE EDITORIALE DI SETTORE

SISTEMI DI MISURA DIRETTA DEI GAS SERRA

Misurare IL METANO ENTERICO

per ridurlo nel modo giusto

>> **Simone Callegaro, Giovanni Niero, Martino Cassandro**

Nell'ultimo secolo la temperatura media terrestre è aumentata di circa 0,7 °C. I gas a effetto serra (GHG) rappresentano un problema mondiale per il loro impatto ambientale sul riscaldamento globale e sui cambiamenti climatici. L'Intergovernmental panel on climate change (Ippc) ha riportato che i GHG, ivi compresi l'anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄), il protossido d'azoto (N₂O) e gli alocarburi, sono responsabili per la maggior parte dell'aumento della temperatura osservato

nell'ultimo secolo. In particolar modo questi gas aumentano l'effetto delle radiazioni termiche e solari sulla superficie terrestre, causando il sopracitato aumento generale della temperatura. Negli ultimi anni, sia all'interno della comunità scientifica sia a livello di opinione pubblica, il tema della sostenibilità è stato

Gli allevatori hanno bisogno di metodologie economiche per ridurre le emissioni di metano, ma allo stesso tempo soddisfare la domanda dei consumatori. Alcuni strumenti permettono la misurazione di metano sul singolo capo, per attuare strategie atte alla riduzione delle emissioni

sempre più dibattuto.

Nel tentativo di rendere concreto e dare applicazione a questo concetto, si è sempre più diffusa una tendenza tra istituzioni, ricercatori e i settori produttivi di cercare, valutare e calcolare gli impatti delle attività antropiche. Uno su tutti è l'attività e l'allevamento zootecnico.

DIFFICILE MA NECESSARIO

Gli allevatori hanno bisogno di metodologie economiche per ridurre le emissioni in allevamento ma allo stesso tempo soddisfare le domanda dei consumatori nel produrre alimenti di alta qualità, sicuri e a prezzi accessibili. Negli ultimi decenni le emissioni di metano, per unità di carne e latte, sono costantemente diminuite grazie ai continui progressi e miglioramenti nelle prestazioni produttive e nell'efficienza alimentare degli animali allevati.

Tuttavia, una progressiva e continua diminuzione delle emissioni di metano si rende necessaria per frenare l'aumento delle concentrazioni di

gas serra nell'atmosfera.

In questo ampio contesto la maggior parte degli studi ha cercato di quantificare le emissioni a livello di singolo animale tramite misurazione diretta sugli animali e la relativa efficienza alimentare applicando pratiche per la mitigazione e gestione delle emissioni di metano enterico. Inoltre, l'aumento delle emissioni di metano ha spinto recentemente numerose ricerche a investigare i fattori che influenzano e possono modificare la metanogenesi nel ruminante assieme a una vasta gamma di potenziali strategie di mitigazione delle emissioni.

L'allevamento è considerato una delle fonti di emissione di GHG e di conseguenza una delle cause dell'aumento delle temperature globali. In particolar modo il settore dei ruminanti contribuisce direttamente alle emissioni di GHG a causa della fermentazione enterica degli animali con produzione di CH_4 (Cassandro *et al.*, 2013). In questo contesto quindi, la mitigazione delle emissioni dei ruminanti è diventata una delle più importanti aree di ricerca internazionale. Nel settore della bovinicoltura da carne e da latte, la selezione dei soggetti più efficienti dal punto di vista alimentare si rende necessaria in primis per ridurre l'effetto serra causato (in parte) dalle emissioni di CH_4 enterico ma anche per la riduzione dei costi di produzione, con conseguente vantaggio economico per gli allevatori.

STRATEGIE PER LA MITIGAZIONE DEL METANO ENTERICO

Il miglioramento genetico è un importante strumento per for-

nire risposte alla selezione degli animali con caratteristiche produttive favorevoli e può essere utilizzato anche per ridurre le emissioni di GHG. Le strategie di mitigazione del metano possono essere classificate e riassunte in tre grandi categorie o approcci (Knapp *et al.*, 2014; Beauchemin *et al.* 2020; Cassandro 2020):

- Aumento e intensivizzazione delle produzioni degli animali in stalla tramite selezione genetica e approcci gestionali. L'incremento dell'efficienza alimentare e delle performance produttive aumenta l'utilizzazione dei nutrienti, da parte del metabolismo degli animali, per scopi produttivi. Questo comporta una diminuzione del costo di mantenimento del singolo capo e una maggior efficienza alimentare con conseguente diminuzione delle emissioni di metano per unità di prodotto (latte e carne). In questo senso gli animali necessiteranno di meno alimento per raggiungere lo stesso ammontare di produzioni.

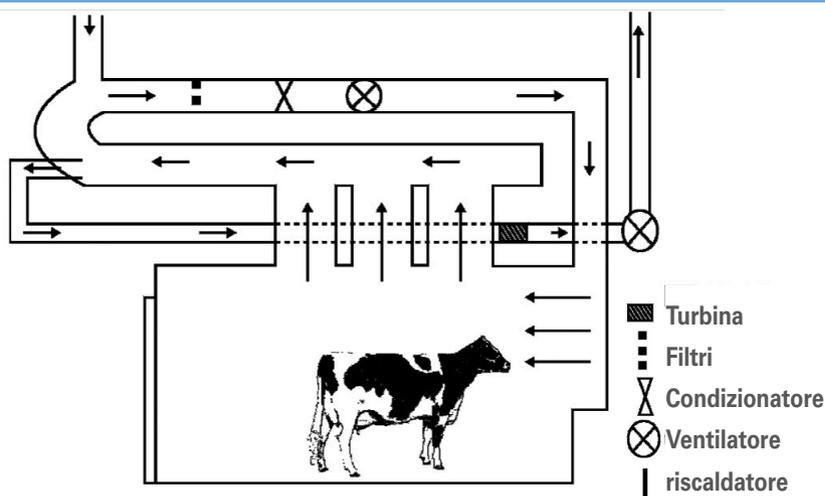
- Ottimizzazione ed efficientamento della gestione del sistema produttivo. Tale approccio è basato principalmente sul miglioramento dei parametri funzionali, questo può ridurre sprechi nel sistema produttivo e pertanto una conseguente riduzione delle emissioni dei GHG. Un parametro di fondamentale importanza è la riproduzione. Un miglioramento della fertilità delle vacche da latte può ridurre fino a un 10-11% le emissioni di metano (Garnsworthy, 2004). La fertilità ha un effetto maggiore sul tasso di sostituzione degli animali in stalla perché scarse performance riproduttive sono associate a un alto numero di giovane bestiame da mantenere in stalla. Nel lungo periodo, includere il parametro fertilità in un indice di selezione genetica potrebbe rappresentare una valida strategia per ridurre l'impatto ambientale dei GHG. Un ulteriore fattore da considerare è la gestione alimentare e la nutrizione degli animali.



L'alimentazione, la qualità della materia prima e degli alimenti può incrementare la produttività e l'efficienza alimentare. Alcuni alimenti, in particolar modo quelli ricchi di acidi grassi polinsaturi (ad esempio semi di lino), hanno la capacità di catturare l'idrogeno sottraendolo e non rendendolo più disponibile per la produzione di metano.

- Riduzione diretta delle emissioni tramite selezione genetica. Ha lo scopo di identificare animali con alta o bassa capacità di emettere metano, al netto delle differenti condizioni di allevamento e delle diverse diete fornite agli animali. Molti fattori influenzano direttamente l'attività ruminale. Differenti strategie sono state usate per ridurre l'effetto della metanogenesi e includono l'utilizzo di: additivi chimici, antimicrobici, vaccinazioni, acidi organici e additivi alimentari riscontrando un limitato successo. Inoltre, la dieta e i parametri gestionali aziendali

F1 SCHEMA DEL FUNZIONAMENTO DI UNA CAMERA DI RESPIRAZIONE



Fonte: Niero et al. 2020.

LE EMISSIONI DEI GAS VENGONO CALCOLATE DALL'ARIA IN USCITA DALLA CAMERA TRAMITE UN ANALIZZATORE DI GAS

sono possibili da includere nella selezione genetica per ridurre l'impatto ambientale e raggiungere infine l'obiettivo primario per la sostenibilità, una permanente riduzione dei GHG nel

settore dei ruminanti. Per poter intraprendere questa strategia un numero particolarmente elevato di singoli animali, a livello di produzione di CH_4 enterico, dovrà essere misurato. Questi richiederà costi elevati e sforzi da attuare giornalmente.

SISTEMI DI MISURA DIRETTA DEL METANO ENTERICO

Alcuni strumenti permettono la misurazione di metano sul singolo capo, dando la possibilità di attuare strategie atte alla riduzione diretta delle emissioni dei GHG.

CAMERA METABOLICA O RESPIRATORIA

Il metodo di riferimento più utilizzato per la misurazione del CH_4 è la camera metabolica o respiratoria (foto 1). Generalmente sono realizzate con pareti metalliche di dimensioni variabili. Le concentrazioni di metano e degli altri gas vengono determinate a livello del singolo animale, come differenza tra le



FOTO 1: Camera metabolica di respirazione

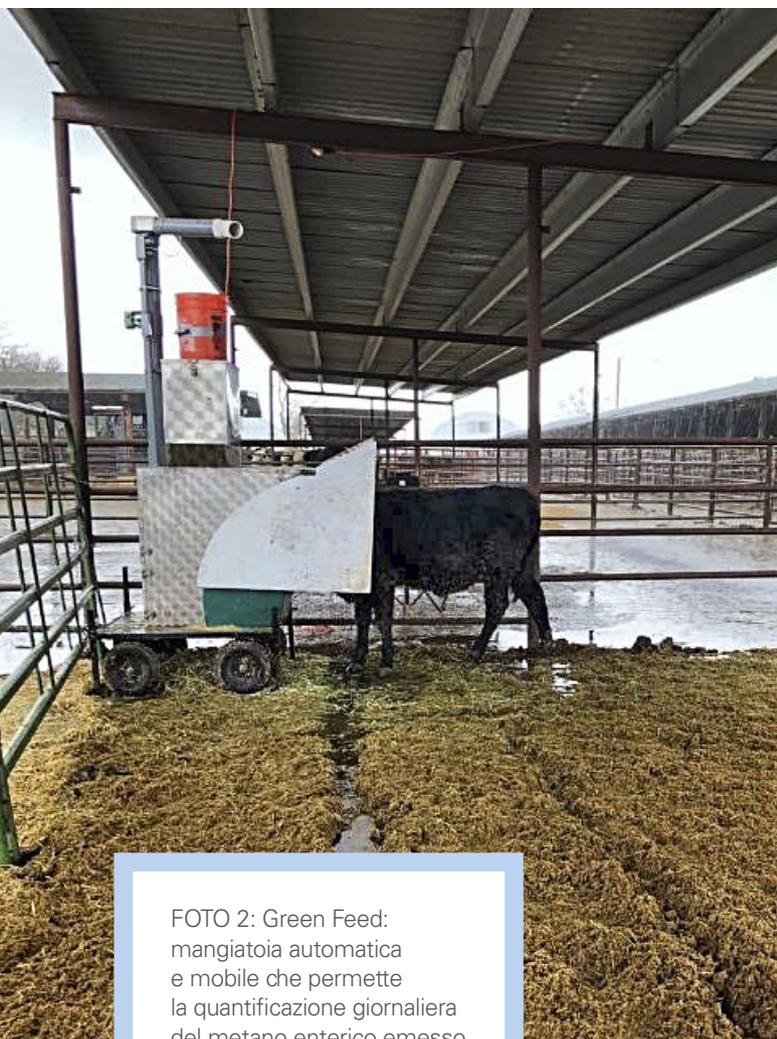
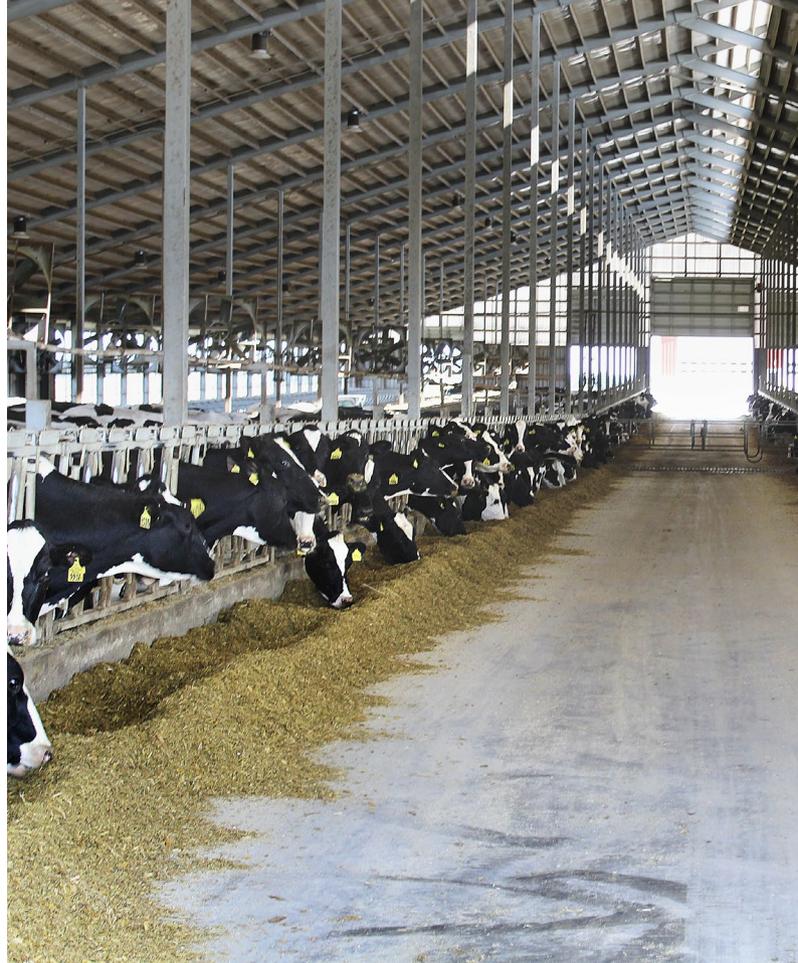


FOTO 2: Green Feed: mangiatoia automatica e mobile che permette la quantificazione giornaliera del metano enterico emesso da un singolo animale

concentrazioni dei gas in entrata e quelli in uscita dalla camera di respirazione (Storm *et al.*, 2012). Uno schema del funzionamento (*figura 1*) mostra il movimento del flusso d'aria, le posizioni di rilascio e campionamento dell'aria all'interno del sistema di circolazione: l'aria viene aspirata da fuori e attraverso un sistema di condizionamento umidità e temperatura vengono adeguate e successivamente miscelata con l'aria interna. Successivamente tramite una turbina e ventilatore l'aria dalla camera viene spinta attraverso delle tubature. Le emissioni dei gas vengono calcolate dall'aria in uscita dalla camera tramite un analizzatore di gas. Le camere respiratorie presentano però degli aspetti negativi: sono molto costose in termini di realizzazione della struttura; necessitano di personale specializzato per effettuare la misurazione e l'analisi dei dati; sono caratterizzate da lentezza nell'applicazione e misurazione (un animale ogni 24 ore); possono avere implicazioni negative sul benessere



dell'animale, causato dallo spostamento degli stessi e dalla lunga permanenza all'interno della camera per effettuare la misurazione.

METODOLOGIE ALTERNATIVE: WORK IN PROGRESS

Lo sviluppo di metodologie alternative, più rapide ed economiche rispetto alle camere respiratorie, rappresenta un ambito di ricerca di elevato interesse su scala mondiale.

A oggi sono stati proposti due metodi alternativi per la misura diretta in stalla del metano emesso:

- misura delle emissioni di metano in mangiatoia attraverso sistemi «green feed» o «sniffer»;
- stima delle emissioni di metano attraverso l'utilizzo di strumenti laser.

GREEN FEED: MANGIATOIA MOBILE

Green feed: è una mangiatoia automatica e mobile che permette la quantificazione giornaliera del metano enterico emesso da un singolo animale, in alternativa alla camera metabolica. Il green feed monitora e calcola le emissioni di CH₄ e CO₂ dalla respirazione ed eruttazione proveniente dai ruminanti (*foto 2*). Rispetto alla camera metabolica, in cui gli animali vengono misurati in condizioni comportamentali e di stabulazione anomale,



FOTO 3: Laser methane mini (Crowcon, Abingdon, Regno Unito)

il green feed non è invasivo nei confronti degli animali, pratico nell'utilizzo e meno costoso. Gli animali sono liberi di muoversi e volontariamente possono inserire la testa nella mangiatoia dove viene rilasciato un integratore alimentare.

Il green feed è dotato di un software che controlla i tempi di disponibilità del mangime al fine di distribuire le visite degli animali in modo omogeneo durante la giornata. Un vantaggio rispetto alla camera metabolica riguarda la velocità delle misurazioni delle emissioni (che durano dai 3 ai 7 minuti) e la frequenza delle misurazioni (più volte in un giorno e per diversi giorni).

Un'unità green feed può essere utilizzata per numerosi animali, raccomandati 15-20 se al pascolo e 20-25 se in stabulazione libera (Hammond *et al.*, 2015). Tuttavia, rispetto alla camera re-

spiratoria il green feed presenta una minor sensibilità, specificità e accuratezza nelle misurazioni.

SISTEMI A LASER

Laser methane mini: tra i metodi di misura alternativi sopracitati, gli strumenti laser (foto 3) per la rilevazione di emissioni di metano sono stati concepiti per applicazioni nell'ambito dell'edilizia e dell'impiantistica, con lo scopo di individuare perdite a livello di condutture e tubature. La letteratura scientifica ha solo in parte valutato il grado di affidabilità di queste apparecchiature in termini di stima delle emissioni di metano da animali in allevamento, effettuando un confronto con i dati ottenuti dalle camere respiratorie.

La misurazione con questo strumento deve essere effettuata con particolari accorgimenti:

- il laser dello strumento deve puntare il musello dell'animale.

Quando l'animale si muove, è necessario che l'operatore segua il movimento mantenendo lo strumento puntato sul musello;

- le misure devono essere effettuate mentre l'animale è in cattura, o durante la mungitura, o comunque mentre l'animale è fermo. Ciò si rende necessario per stabilizzare il più possibile le letture;

- le misure devono essere effettuate su animali il più possibile isolati da altri animali. Ciò è necessario per evitare che il metano prodotto da animali nelle vicinanze possa interferire con la lettura dell'animale target;

- le misure devono essere effettuate sempre alla stessa distanza (3 metri). La distanza può influenzare la risposta dello strumento;

- le misure devono avere una durata di 5 minuti. Lo strumento effettua una rilevazione ogni 0,5 secondi. Ciascuna misura sarà quindi composta da più di 600 osservazioni (grafico 1).

Vantaggioso perché è applicabi-



le su larga scala ed economico rispetto alle altre strumentazioni. Aspetti negativi che possono influenzare la misurazione: intervento di fattori ambientali deformanti (vento, luce, umidità, metano ambientale), manualità dell'operatore, movimenti

dell'animale, limitata rappresentatività delle misurazioni.

PROSPETTIVE E INVESTIMENTI FUTURI

La ricerca nei campi della genetica, della salute, della nutrizione e della fisiologia ha portato

a incredibili risultati nelle performance produttive degli animali da reddito, in particolare nel settore della vacca da latte. Inoltre, sostanziali diminuzioni dell'intensità delle emissioni dei GHG sono state raggiunte negli ultimi decenni grazie al miglioramento dell'efficienza produttiva.

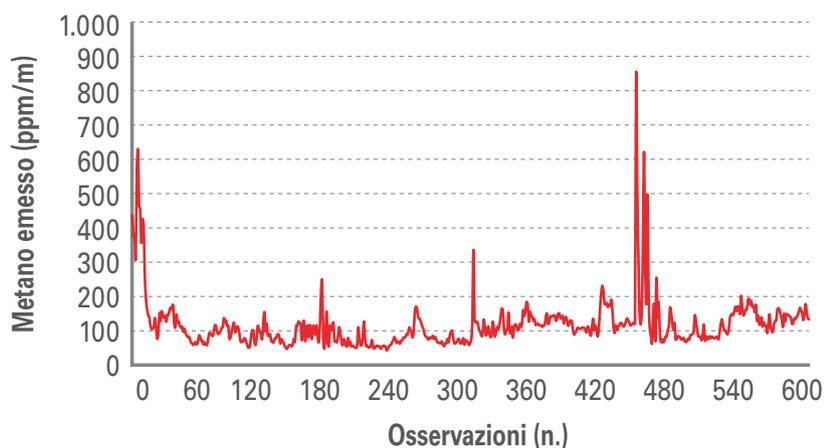
Nei prossimi decenni l'incremento della popolazione mondiale, della produzione di più cibo e di conseguenza della domanda di proteine animali dovrà essere affiancato a ulteriore riduzione delle emissioni. Dati questi presupposti, un continuo e costante investimento nella ricerca sarà di vitale importanza, per poter implementare e migliorare queste strategie di mitigazione delle emissioni in ambito zootecnico.

**Simone Callegaro, Giovanni Niero
Martino Cassandro**

Università degli studi di Padova
Dipartimento di agronomia animali
alimenti
risorse naturali e ambiente (Dafnae)

*Questo articolo è corredato di bibliografia/
contenuti extra. Gli abbonati potranno scaricare
il contenuto completo dalla Banca Dati Articoli in
formato PDF su:
www.informatoreagrario.it/bdo*

G.1 METANOGRAMMA DEL METANO EMESSO, MISURATO DA UN SISTEMA LASER IN PARTI PER MILIONE PER METRO LINEARE (PPM/M) PER 5 MINUTI (600 OSSERVAZIONI)



Fonte: Niero et al. 2020.

LE MISURE CON UN SISTEMA LASER DEVONO ESSERE EFFETTUATE MENTRE L'ANIMALE È IN CATTURA O COMUNQUE FERMO, GLI ANIMALI DEVONO ESSERE IL PIÙ POSSIBILE ISOLATI DAGLI ALTRI. CIÒ È NECESSARIO PER EVITARE CHE IL METANO PRODOTTO DA ANIMALI NELLE VICINANZE POSSA INTERFERIRE CON LA LETTURA DELL'ANIMALE TARGET

CATEGORIE DI ACIDI GRASSI, CALCIO, CLORO, MAGNESIO

Acidi grassi e minerali del latte

«raccontano» lo stato sanitario della mandria



Grazie ad analisi MIR sugli acidi grassi il latte diventa una fonte predittiva dello stato di salute dell'animale: funzionalità ruminale, equilibrio lipidico della razione, infezioni mammarie. Essi forniscono anche importanti informazioni sulle caratteristiche tecnologiche del latte

>> **G. Stocco, C. Cipolat-Gotet, A. Summer, S. Blotta, N. Martinelli, R. Fornaciari, A. Lotto**

L'evoluzione della zootecnia bovina integra lungo tutta la filiera aspetti legati alla sostenibilità delle produzioni zootecniche, garantita attraverso nuove e accurate strategie, tecnologie e tecniche di allevamento. La sostenibilità delle produzioni è possibile grazie all'efficienza delle produzioni e al monitoraggio accurato della salute delle bovine a livello di allevamento.

Risulta quindi fondamentale raccogliere informazioni a livello di singola bovina per la valutazione del benessere mediante l'applicazione e l'utilizzo di misure basate direttamente sull'animale e non, come in passato,

Le concentrazioni di cloro e sodio nel latte aumentano a seguito di un'infezione come conseguenza dei cambiamenti di permeabilità della barriera emato-mammaria



solamente sull'ambiente nel quale l'animale è allevato. In particolare, la raccolta di informazioni sul metabolismo e sulla salute della bovina da latte sono di vitale importanza per un settore che oggi deve integrare, lungo tutta la filiera, il concetto di One Health (Una Salute - La salute animale è collegata alla salute dell'uomo).

COSA CI DICONO GLI ACIDI GRASSI DEL LATTE

Grazie alle nuove tecnologie analitiche, da qualche anno è possibile utilizzare il latte come fonte predittiva dello stato di salute delle bovine tramite l'analisi nel medio infrarosso (MIR).

Questo presenta un vantaggio estremamente importante in quanto non necessita di un campionamento invasivo sulla bovina, come ad esempio un prelievo di sangue, ed è ugualmente in grado di fornire informazioni preziose sullo stato di salute dell'animale.

DE NOVO

Tra le varie caratteristiche del latte che possono essere misurate attraverso questa tecnologia, troviamo diversi acidi grassi della frazione lipidica, in particolare gli acidi grassi de novo, misti e preformati. Gli acidi grassi de novo sono sintetizzati all'interno della ghiandola mammaria da substrati

Solitamente un aumento del magnesio nel latte si associa a un peggioramento del tempo di rassodamento della cagliata; quando il magnesio nel latte è attorno ai 120-130 mg/L si assiste a una diminuzione della resa in formaggio



come butirrato e acetato, prodotti a loro volta nel rumine dalla fermentazione del foraggio. Il livello di acidi grassi de novo sembra essere un valido indicatore della salute del rumine e del suo corretto funzionamento (Barbano, 2019).

PREFORMATI

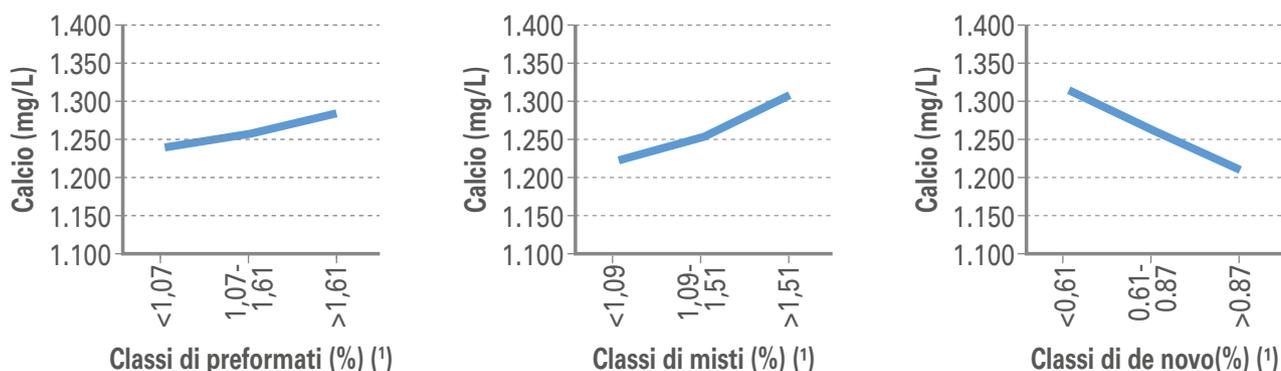
Gli acidi grassi che derivano direttamente dalla dieta e dalla mobilizzazione delle riserve di grasso corporeo sono invece identificati come preformati (McGuire and

Bauman, 2002). Questa categoria, quindi, fornisce un'indicazione del grado di lipomobilizzazione dell'animale e della capacità di sostentamento della razione.

MISTI

Gli acidi grassi di origine mista sono una combinazione tra gli acidi grassi sintetizzati nella ghiandola mammaria e quelli che provengono dall'alimentazione. Fra questi, il palmitico è il più rappresentativo nel latte bovino. I rapporti tra

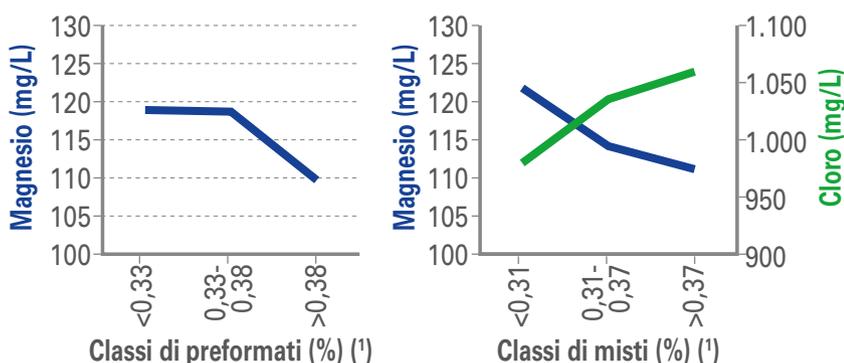
G.1 CORRELAZIONE TRA CONTENUTO DI CALCIO E GRUPPI DI ACIDI GRASSI ESPRESSI IN PERCENTUALE SUL LATTE



(¹) Per il dettaglio della classificazione vedi pag. 3.

LE VARIAZIONI DI CALCIO NEL LATTE IN FUNZIONE DEL CONTENUTO DI ACIDI GRASSI RIMANGONO ENTRO I LIMITI DELLA NORMALITÀ E CORRISPONDONO A UN LATTE CON BUONE PROPRIETÀ TECNOLOGICHE.

G.2 CORRELAZIONE TRA CONTENUTO DI CALCIO E GRUPPI DI ACIDI GRASSI ESPRESSI IN PERCENTUALE SULLA FRAZIONE LIPIDICA



(¹) Per il dettaglio della classificazione vedi pag. 3.

LA LIEVE VARIABILITÀ DEL MAGNESIO E DEL CLORO NEL LATTE IN FUNZIONE DEGLI ACIDI GRASSI NON COMPORTA GROSSI CAMBIAMENTI A LIVELLO DI CARATTERISTICHE COAGULATIVE DEL LATTE, ANCHE SE IN GENERALE VALORI DI MAGNESIO INTORNO A 120-130 MG/L CORRISPONDONO A UN PEGGIORAMENTO DEL TEMPO DI RASSODAMENTO E A UNA DIMINUIZIONE DELLA RESA IN FORMAGGIO.

vista gestionale e alimentare, gli allevamenti che presentano una bassa densità, un'alta frequenza di distribuzione della miscelata, o anche un basso tenore lipidico della dieta destinata alle bovine in lattazione, producono un latte caratterizzato da una quantità di acidi grassi de novo più elevata. Al contrario, gli allevamenti sovraffollati, con ridotta frequenza di distribuzione dell'alimento in mangiatoia e un maggior contenuto di grassi nella razione, sono stati associati a una più bassa sintesi mammaria degli acidi grassi de novo nel latte.

ACIDI GRASSI IN RELAZIONE CON IL BENESSERE

L'introduzione dell'analisi MIR per lo screening rapido degli acidi grassi del latte ha permesso di effettuare in modo semplice e sufficientemente preciso la rilevazione quantitativa di ognuna di queste categorie. Questa informazione può risultare molto utile nell'ottica di un sistema preventivo e diagnostico di benessere della mandria, rappresentando gli acidi grassi degli indicatori dello stato di salute dell'animale. Inoltre, a livello di latte di massa, è riconosciuto che gli allevamenti che producono un latte con un

le diverse categorie di acidi grassi non sono costanti e dipendono da fattori fisiologici e alimentari. Ad esempio, l'immediato post-parto è un momento di forte mobilitazione del grasso corporeo nella bovina necessario a sostenere la grande produzione di latte. Gli acidi grassi a media e lunga catena, mobilitati dalle riserve adipose, raggiungono quindi la ghiandola mammaria, arricchendo il latte della frazione degli acidi grassi preformati. A metà lattazione, invece,

l'animale ha presumibilmente superato la fase di bilancio energetico negativo e non ha più necessità di mobilitare le riserve corporee. In questa fase gli acidi grassi de novo risultano essere più alti.

ATTENZIONE A SOVRAFFOLLAMENTI E RAZIONE

Anche l'alimentazione ha un ruolo importante nella presenza e distribuzione di queste tre categorie di acidi grassi nel latte. Dal punto di

contenuto elevato di acidi grassi de novo presentano anche percentuali di grasso e di proteina superiori, valori importanti per la trasformazione casearia (Barbano, 2019).

Se possiamo affermare che gli acidi grassi sono chiari indicatori di uno stato di benessere della bovina da latte, poco si conosce della loro relazione con il contenuto di minerali del latte.

IL MONITORAGGIO SUI MINERALI

I minerali rappresentano un importante gruppo di indicatori per la salute dell'animale: ad esempio, è riconosciuta una stretta relazione tra cloro (Cl), sodio (Na) e cellule somatiche. I minerali sono anche componenti del latte fondamentali per la trasformazione casearia (Malacarne *et al.*, 2014). A questo scopo è stato promosso un piano di monitoraggio aziendale su larga scala che ha coinvolto oltre 40 allevamenti appartenenti alle due più rilevanti filiere del comparto lattiero-caseario nazionale: Grana Padano e Parmigiano Reggiano, contestualmente alla nascita in Italia di un nuovo laboratorio con tecnologie innovative destinate all'analisi del latte. Il latte, una volta giunto al laboratorio, è stato analizzato con strumentazione MIR per la determinazione dei principali costituenti (grasso, proteina, caseina) e dei diversi acidi grassi della frazione lipidica (i gruppi preformati, de novo e misti, e i singoli acidi grassi oleico, stearico e palmitico). Inoltre, un'aliquota del campione è stata utilizzata per l'analisi dei minerali mediante spettrometro a fluorescenza a raggi X (XRF). Questa tecnica permette l'identificazione dei minerali presenti nel campione esaminato, con una notevole diminuzione del tempo e del costo di analisi rispetto agli strumenti tradizionali.

ACIDI GRASSI

T.1 COMPOSIZIONE DEL LATTE, PROFILO DEGLI ACIDI GRASSI DELLA FRAZIONE LIPIDICA E MINERALI

Carattere	Media	Minimo	Massimo	Coefficiente di variazione (%)
COMPOSIZIONE DEL LATTE (%)				
Grasso	3,73	1,09	6,44	29
Proteina	3,17	2,24	4,14	11
Caseina	2,46	1,76	3,36	13
Grasso/proteina	1,18	0,31	2,27	31
ACIDI GRASSI SUL LATTE (%)				
Preformati	1,34	0,14	3,11	40
De novo	0,74	0,08	1,62	36
Misti	1,30	0,29	2,48	32
Oleico	0,99	0,22	2,06	37
Palmitico	1,25	0,26	2,28	32
Stearico	0,33	0,04	0,76	40
MINERALI (MG/L)				
Calcio	1.268	885	1.710	11
Fosforo	1.098	765	1.444	11
Magnesio	115	76	155	13
Potassio	1.434	1.177	1.668	6
Sodio	393	237	572	15
Cloro	1.021	805	1.379	11
Zolfo	338	243	426	10

QUESTI VALORI SI RIFERISCONO A CAMPIONI DI LATTE INDIVIDUALE, PERTANTO L'ELEVATA VARIABILITÀ DEI CARATTERI È ATTESA. QUESTI VALORI SONO COMUNQUE IN LINEA CON LE CARATTERISTICHE QUALITATIVE DI UN LATTE DESTINATO ALLA PRODUZIONE DI PARMIGIANO REGGIANO E GRANA PADANO

E RELAZIONE CON I MINERALI DEL LATTE

I risultati preliminari effettuati su 270 campioni di latte di singole bovine provenienti da 10 aziende sono stati elaborati allo scopo di testare la sensibilità di questo nuovo sistema analitico e capire le relazioni esistenti tra acidi grassi e minerali del latte, a parità di contenuti di grasso e caseina.

Per questo motivo sono state utilizzate due tipologie di modello statistico: il primo modello ha considerato gli acidi grassi come percentuale sul latte mentre il secondo ha incluso gli acidi grassi come percentuale della frazione lipidica del latte.

Entrambi i modelli hanno incluso l'influenza dell'azienda, lo stadio

di lattazione, l'ordine di parto, la tipologia di razionamento (Sì/No insilati), la percentuale di caseina nel modello 1 e la percentuale di caseina e grasso nel modello 2. Questo per isolare le relazioni tra gli acidi grassi e i minerali dall'effetto dei principali componenti del latte fortemente coinvolti nelle variazioni dei minerali nel latte.

In *tabella 1* sono riportate le statistiche descrittive relative alla composizione e al profilo minerale del latte. Questi valori sono in linea con quanto atteso per un latte destinato alla produzione di Parmigiano Reggiano e Grana Padano. Come precedentemente descritto, si è voluto verificare se gli acidi grassi fossero significativamente associati a un cambiamento della



Gli acidi grassi che derivano direttamente dalla dieta e dalla mobilizzazione delle riserve di grasso corporeo sono identificati come preformati e danno indicazioni sulla capacità di sostentamento della razione

frazione minerale nel latte. Nel *grafico 1* sono riportati i risultati per i gruppi di acidi grassi espressi in percentuale sul latte e nel *grafico 2* per quelli espressi in percentuale sulla frazione lipidica, per isolare le relazioni degli acidi grassi dalla percentuale totale di grasso nel latte.

Nel primo caso, è possibile osservare l'aumento degli acidi grassi preformati e misti associato a un lieve aumento del calcio nel latte e l'aumento degli acidi grassi de novo associato a una diminuzione dello stesso minerale.

La diminuzione osservata nelle concentrazioni di calcio rimane comunque entro i limiti di normalità (Malacarne *et al.*, 2014).

Secondo un recente studio, livelli di calcio nel latte come quelli osservati in questo lavoro, sono associati a una resa in formaggio del 16% e a un recupero di proteina nella cagliata di circa l'82% (Stocco *et al.*, 2020). Quando espressi come proporzioni sui lipidi del latte (*grafico 2*), i gruppi di acidi grassi testati hanno mostrato altre associazioni significative. A parità del contenuto di lipidi, all'aumentare degli acidi preformati si è osservata una diminuzione del magnesio nel latte, così come all'aumentare degli acidi misti, il magnesio è diminuito e il cloro è aumentato.

CLORO E CALCIO

Questi risultati suggeriscono che, a parità del contenuto di lipidi nel latte, una variazione di acidi grassi preformati e misti comporta un reale cambiamento del contenuto di cloro e magnesio.

Per quanto riguarda le associazioni tra i singoli acidi grassi della frazione lipidica e alcuni minerali, cloro e calcio nel latte, si è osservato che un aumento dell'acido oleico è associato a una diminuzione del cloro di circa il 7%, mentre all'aumentare dell'acido stearico, aumenta il calcio (passando da 1,26 a 1,3 mg/L di latte).

Questi effetti sono entrambi positivi, in quanto il cloro è associato sfavorevolmente alle caratteristiche

tecnologiche del latte, mentre il calcio positivamente. Quando rapportati ai lipidi del latte, l'acido oleico è risultato significativamente associato a un aumento del magnesio (Mg) di circa il 9%, mentre lo stearico a una sua diminuzione (-5%).

Il cloro, come il sodio, è più frequentemente associato a infezioni della mammella. Infatti, le concentrazioni di questi due minerali aumentano a seguito di un'infezione come conseguenza dei cambiamenti di permeabilità della barriera emato-mammaria.

MAGNESIO

È importante ricordare che il magnesio gioca un ruolo importante in molti processi biochimici ed enzimatici, che potrebbe spiegare la relazione osservata con l'acido oleico. In generale, comunque, le variazioni osservate per il magnesio (solitamente un aumento di questo minerale nel latte) si possono associare a un peggioramento del tempo di rassodamento della cagliata (parametro k20), quando il suo valore nel latte è attorno ai 120-130 mg/L, e alla diminuzione della resa in formaggio (Stocco *et al.*, 2020).

Dal momento che il profilo degli acidi grassi risulta sensibile a situazioni di stress di diversa origine (manageriale, ambientale), questi risultati ci portano ad affermare che l'animale riflette il proprio stato di salute anche attraverso i minerali contenuti nel proprio latte. Tuttavia, data la natura preliminare dei risultati qui presentati, sono necessari ulteriori approfondimenti per comprendere meglio le associazioni fra acidi grassi e profilo minerale del latte. Per il futuro sarà interessante fornire informazioni utili per migliorare sia il benessere delle bovine, sia la qualità del latte in un'ottica di miglioramento dell'efficienza produttiva a livello di allevamento e lungo tutta la filiera. In altre parole, per avere una mandria in salute, più funzionale e redditizia.

Giorgia Stocco
Assegnista di ricerca

Claudio Cipolat-Gotet
Ricercatore

CONTROLLO DELLE PRODUZIONI DI GAS E METANO

MISURARE *le emissioni:* promettenti risultati dalle prove *in vitro*

>> **M. Spanghero, C. Sarnataro,
M. Braidot, C. Fabro, A. Romanzin**

I ruminanti assumono alimenti di scarsa qualità proteica e molto fibrosi (quindi non adatti al consumo umano) che trasformano in alimenti per l'uomo di alto valore nutrizionale, come latte e carne. Questa peculiarità è dovuta alla presenza nel rumine di microrganismi che, con la loro attività fermentativa, degradano la fibra e sintetizzano proteina batterica di alta qualità.

La limitata competizione alimentare tra questi animali e l'uomo fa sì che gli allevamenti di ruminanti abbiano elevate prospettive di sviluppo per soddisfare in modo sostenibile la richiesta crescente di alimenti nobili per l'uomo.

Si prevede infatti che la domanda globale di carne e latte aumenterà del 60-70% entro il 2050 rispetto ai livelli del 2010, a causa della continua espansio-

FOTO 1: Batteria di otto vasi di fermentazione in preparazione per la fermentazione ruminale *in vitro*

Lo studio descritto dimostra la potenzialità del sistema in vitro di quantificare l'efficacia di un additivo nel ridurre la produzione del metano senza deprimere la fermentazione ruminale



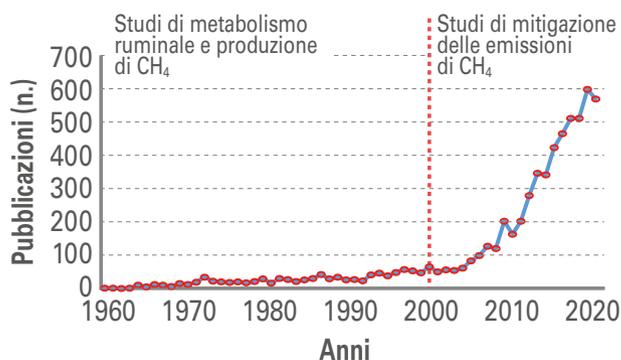
DECENNI DI RICERCA PER RIDURRE LE EMISSIONI ENTERICHE

Gli studi sul metabolismo ruminale per ridurre le emissioni di metano non sono una novità e sono iniziati molti decenni or sono poiché il metano è un gas naturalmente prodotto durante le fermentazioni ruminali ed eliminato dagli animali principalmente con la eruttazione.

I batteri ruminali attaccano i substrati alimentari e li trasformano in acidi grassi volatili (acido acetico, propionico e butirrico, principalmente) utili per la nutrizione del ruminante. In questa trasformazione si libera anidride carbonica e idrogeno che specifici batteri del rumine (i metanigeni) trasformano in metano ($\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$), che il ruminante libera nell'ambiente.

Una recente *review* ha analizzato la produzione scientifica relativa agli studi sulla produzione di metano dal rumine negli ultimi decenni (Beauchemin *et al.*, 2020): facendo riferimento alle banche dati bibliometriche si è potuto rilevare che sono stati prodotti circa 6.000 lavori dal 1960 con una dinamica di produzione che è illustrata nel grafico A.

G.A. ARTICOLI SCIENTIFICI RELATIVI A STUDI SULLA METANOGENESI NEI RUMINANTI PUBBLICATI A LIVELLO INTERNAZIONALE NEGLI ULTIMI DECENNI



Fonte: adattato da Beauchemin, Ungerfeld, Eckard e Wang, 2020. Review: Fifty years of research on rumen methanogenesis: lessons learned and future challenges for mitigation. *Animal*, 14:S1.

Fino al 2000 gli studi erano finalizzati a ridurre il metano per migliorare l'efficienza di trasformazione degli alimenti dato che una frazione discreta dell'energia delle razioni per ruminanti (dal 2 al 12%) viene persa con la metanogenesi. Dopo il 2000 l'intensità della produzione scientifica ha avuto un'impennata ed è aumentata con un ritmo esponenziale a seguito della presa di coscienza della problematica dell'impatto che il metano ha sull'ambiente e in particolare del suo effetto climalterante.

ne della popolazione mondiale, della classe media emergente, dei redditi crescenti e dell'urbanizzazione (Gerber *et al.*, 2013). Tuttavia, l'espansione dell'allevamento di questi animali è attualmente molto discussa per l'elevata emissione di sostanze inquinanti nell'ambiente.

È nota la loro bassa efficienza di utilizzo dell'azoto alimentare che comporta elevate quantità di sostanze azotate eliminate nell'ambiente (ad esempio NH_3 , ossidi di N, ecc.), ma recentemente, con l'emergenza per il riscaldamento del pianeta, sono emerse ulte-

riori problematiche riguardanti l'emissione di metano.

La diffusione in atmosfera di gas che intrappolano il calore irradiato dal globo, principalmente anidride carbonica e metano, provoca riscaldamento globale con gravi danni all'ecosistema del pianeta e all'agricoltura (come scioglimento dei ghiacciai, inondazioni, incendi, trombe d'aria, ecc.).

Tra le diverse fonti di emissioni di metano, quella relativa alle fermentazioni ruminali che avvengono durante il normale processo di digestione, contribuisce

in modo rilevante alle emissioni zootecniche totali (circa 30-40%). L'opinione pubblica ha preso ormai coscienza delle problematiche del riscaldamento globale e l'Unione europea ha recentemente deciso di ridurre la diffusione in atmosfera di metano del 36% entro il 2030 rispetto ai livelli del 2005 (Commissione europea, 2020). Pertanto, vi è una crescente pressione dei Governi sulla ricerca e sulle attività produttive in questo ambito per adottare azioni concrete volte a mitigare le emissioni anche nel comparto di allevamento dei ruminanti.

LE MISURE DELL'EMISSIONE DI METANO DAL RUMINE

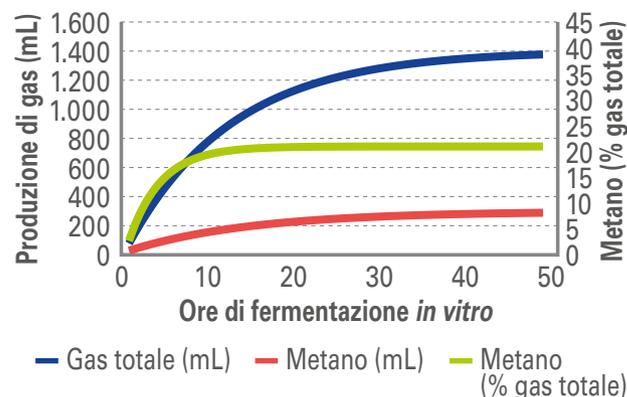
È facilmente intuibile che la misura dell'emissione di metano non è un rilevamento semplice, specialmente nel caso di animali di dimensioni elevate come i bovini. La tradizionale misura diretta della emissione di metano dei ruminanti utilizza le camere respiratorie, apparecchiature costose (camere a tenuta dei gas), con strumentazioni analitiche sofisticate che richiedono il contenimento degli animali al loro interno per periodi piuttosto lunghi (ad esempio 24-48 ore).

Sono disponibili diverse alternative alle camere che, in generale, prevedono l'impiego di attrezzature più semplici (ad esempio la tecnica del tracciante SF₆, tecniche di misurazione come GreenFeed, metodo sniffer, cappa ventilata, maschera facciale o rilevatori laser e camera di accumulo portatile) anche se molti esperti affermano che la misura nelle camere rimane la misura di riferimento in vivo per accuratezza e precisione (Hristov *et al.*, 2018; Zhao *et al.*, 2020).

Tuttavia, gli studi in vivo sono difficili da standardizzare e sollevano alcune preoccupazioni riguardo al comportamento e al benessere degli animali. Per questi motivi, cresce l'apprezzamento per gli esperimenti alternativi a quelli che coinvolgono gli animali («cruelty free»).

Pertanto, le tecniche di fermentazione ruminale *in vitro* basate sulla produzione di gas e adattate alle misurazioni di CH₄ potrebbero essere le candidate per supportare il grande lavoro futuro previsto nella ricerca in questo settore. Infatti, gli approcci *in vitro* rispetto a quelli in vivo consentono di testare

G.1 CINETICHE DI PRODUZIONE DI GAS TOTALE, METANO E METANO ESPRESSO COME % DEL GAS TOTALE IN UNA PROVA DI FERMENTAZIONE *IN VITRO* DI UNA MISCELA UNIFIED



DA NOTARE CHE DOPO 48 ORE DI FERMENTAZIONE SU UN TOTALE DI 1.400 ML DI GAS BEN 280 ML SONO DI METANO. LA PERCENTUALE DI METANO, INIZIALMENTE MOLTO BASSA, CRESCE PROGRESSIVAMENTE PER PORTARSI DOPO 8-10 ORE DI FERMENTAZIONE A UN VALORE COSTANTE

un elevato numero di mangimi/diete a costi unitari molto inferiori rispetto alle prove in vivo.

In aggiunta va ricordato che molti dei prodotti chimici, ma anche naturali, con attesi effetti sulla microflora ruminale potrebbero essere tossici per gli

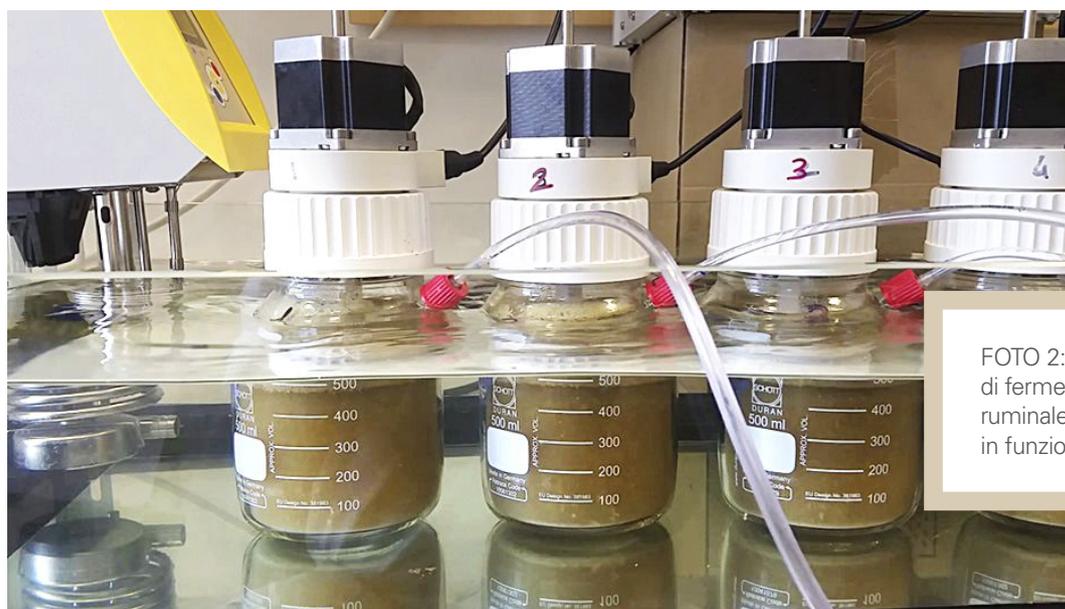
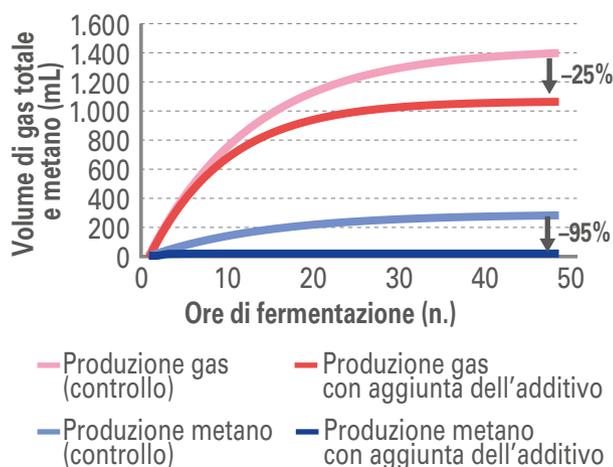


FOTO 2: Sistema di fermentazione ruminale *in vitro* in funzione

G.2 EFFETTO DELL'AGGIUNTA DI UN INIBITORE DELLA METANOGENESI SULLE DINAMICHE DI PRODUZIONE DI GAS TOTALE E METANO MISURATE CON LA FERMENTAZIONE RUMINALE *IN VITRO*



A 48 ORE SI RISCONTRA UN CALO DEL GAS DI FERMENTAZIONE PRODOTTO DI CIRCA 330 ML (CALO DEL 25% CIRCA) CORRISPONDENTE A UNA RIDUZIONE MOLTO ELEVATA DEL METANO PRODOTTO (CALO DEL 95% CIRCA) PER LA PROVA CON AGGIUNTA DI NITROETANOLO

animali e questo comprometterebbe le condizioni di benessere degli animali in prova o la salubrità delle loro produzioni zootecniche.

Infine le prove *in vitro* si prestano a una valutazione veloce non solo degli effetti sul metano ma anche sull'intensità di degradazione dei prodotti aggiunti a livello ruminale.

MA C'È QUALCHE LIMITE

Ovviamente le prove *in vitro* presentano diversi aspetti limitanti, quali:

- l'accumulo dei prodotti di fermentazione;
- la difficoltà di studiare i dosaggi che si usano nelle condizioni pratiche di allevamento per l'elevato rapporto liquido fermentativo/substrato tipico delle prove *in vitro*;
- la variabilità della capacità fermentante del liquido ruminale che cambia ad ogni ciclo di fermentazione poiché prelevato da animali diversi.

Nonostante i suddetti limiti le prove *in vitro* vanno considerate come un potente strumento di indagi-

ne preliminare particolarmente adattato a ricerche finalizzate a testare numeri elevati di additivi e a identificare quelli potenzialmente più interessanti da verificare successivamente in mirate prove in vivo.

NUOVE STRUMENTAZIONI PER MONITORARE LE EMISSIONI

Recentemente il gruppo di ricerca di Nutrizione animale dell'Università di Udine (Dipartimento DI4A) si è dotato di strumentazioni innovative per la misura del metano che si libera durante la fermentazione ruminale. Per ragioni di costo, ma anche per poter svolgere una sperimentazione che non coinvolga gli animali (cruelty free) e per poter fornire informazioni rapide al mondo produttivo, ci si è orientati verso strumentazioni di laboratorio in grado di simulare quanto avviene nell'animale. La strumentazione utilizza diversi vasi di fermentazione (con volume netto da 500 mL) dotati di una chiusura ermetica e collegati ognuno con un tubo di uscita del gas a un micro-misuratore di gas (con range di misurazione: da 1 mL/ora a 1 L/ora; accuratezza di misura: 3%) a sua volta collegato a un misuratore di metano a infrarossi.

I misuratori di gas e metano di ogni fermentatore sono connessi a un computer per la registrazione in continuo del gas prodotto attraverso un apposito software. Il vaso viene preparato per la fermentazione introducendo una quantità di alimento macinato (circa 3,2 g di sostanza secca di una miscela mista unifeed o un alimento singolo) e viene aggiunto liquido ruminale filtrato (prelevato al macello da più animali della stessa categoria) e diluito con una soluzione tampone. Tutti i vasi vengono mantenuti durante la fermentazione alla temperatura di 39 °C. La strumentazione realizza due principali rilevazioni in contemporanea: produzione di gas totale di fermentazione (che esprime il potenziale fermentativo di un alimento e quindi di utilizzazione da parte dell'animale); produzione di metano. Una razione ideale dovrebbe avere un'elevata fermentescibilità (elevata efficienza alimentare), ma una ridotta produzione di metano per non inquinare l'ambiente. Sono state già condotte alcune prove preliminari e nel *grafico 1* è rappresentata la cinetica di produzione totale di gas di fermentazione e quella di gas metano misurate su un substrato rappresentato da un unifeed per ruminanti (a base di silomais, fieno di medica, farina di mais, orzo e farina di estrazione di soia): dopo 48 ore di fermentazione su un totale di 1.400 mL di gas ben 280 mL sono di metano. Durante la fermentazione il rapporto tra metano

prodotto e gas non si mantiene costante, ma la percentuale di metano, inizialmente molto bassa, cresce progressivamente per portarsi verso le 8-10 ore di fermentazione a un valore costante asintotico.

Il sistema è stato sottoposto a una prima serie di verifiche per valutare l'accuratezza delle misure ottenibili. Tra le diverse strategie alimentari per contenere la produzione di metano (ad esempio uso di oli e grassi, modifica dei rapporti concentrati/foraggi, uso di foraggi di alta qualità, ecc.) l'aggiunta di sostanze chimiche o naturali in grado di inibire la metanogenesi appare molto promettente.

Per dimostrare la potenzialità di indagine sperimentale della strumentazione *in vitro* è stata testato l'effetto di un additivo chimico noto per l'effetto di riduzione del metano in quanto in grado di inibire un enzima (il metil-coenzima M reduttasi) dei metanobatteri ruminali oltre ad avere un'azione negativa diretta su questi microrganismi (vedi riquadro a fianco).

I risultati di sintesi ottenuti sono rappresentati nel *grafico 2* dal quale emerge che a 48 ore si riscontra un calo del gas di fermentazione prodotto di circa 330 mL (calo del 25% circa) corrispondente a una riduzione del 95% del metano prodotto (circa 260 mL).

SISTEMI IN VITRO: LA PROVA DEL 9 FUNZIONA

Contemporaneamente i liquidi di fermentazione sono stati analizzati per la concentrazione di acidi grassi volatili e ne è risultato che vi è stato un forte effetto sul tipo di fermentazione che è stata spostata dall'acetato al propionato (rapporto acetico propionico modificato da valori di 3:1 nel controllo a valori di 1:1 nei fermentatori trattati) come documentato anche in altri lavori (Zhang *et al.*, 2020). La produzione di metano è fisiologicamente funzionale alla eliminazione dell'idrogeno (H₂) ruminale che si origina dalla fermentazione dei carboidrati alimentari in acidi grassi volatili. Tuttavia la produzione di H₂ è elevata quando si forma acetato mentre è molto minore con la formazione di propionico e butirrico. Pertanto la marcata inibizione del metano indotta dal 2-nitroetano, e quindi il conseguente eccesso di H₂, non ha ridotto in maniera sostanziale la fermentazione (quindi la degradazione dell'alimento) ma ha orientato la fermentazione verso il propionato rispetto all'acetato.

Quanto riportato dimostra la potenzialità del sistema *in vitro* di condurre sperimentazioni per descrivere e quantificare l'efficacia di un additivo nel ridurre la produzione del metano senza deprimere la fermentazione ruminale.

LA PROVA IN VITRO CON 2-NITROETANOLO

2-nitroetano è un nitroderivato che è stato testato anche in numerose prove in vivo con risultati promettenti. Nelle nostre prove è stato utilizzato un substrato rappresentato da unifeed per bovine da latte e sono stati impiegati due fermentatori con aggiunta di additivo e due fermentatori di controllo. Il confronto è stato ripetuto in tre sessioni di fermentazione successive con l'utilizzo di tre diversi inoculi ruminali.

Questo tipo di esperienza può essere riprodotta per testare molti composti chimici diversi che agiscono come inibitori diretti della metanogenesi (come composti della famiglia dei nitroderivati). Similmente possono essere studiate molte sostanze di origine naturale quali oli essenziali in forma singola o di miscela, tannini, acidi grassi insaturi, nitrati, estratti vegetali e metaboliti secondari estratti da vegetali, saponine, flavonoidi, alghe.

Ovviamente la sperimentazione *in vitro* è una prima fase del lavoro di ricerca che va completato con le verifiche in prove in vivo utili a determinare per gli additivi più promettenti i dosaggi più idonei da utilizzare nelle diete di produzione in modo che non vi siano né trasferimento di sostanze indesiderabili nei prodotti animali, né compromissione dell'efficienza alimentare, della salute e delle performance produttive.

La complessità dei risultati che si vogliono ottenere prospetta un lavoro di ricerca molto impegnativo e ambizioso, ma utile a dimostrare alla collettività la sensibilità del mondo zootecnico alle problematiche ambientali e la volontà di superarle con la conoscenza e il progresso scientifico.

**Mauro Spanghero, Chiara Sarnataro, Matteo Braidot
Carla Fabro, Alberto Romanzin**

Dipartimento di scienze agroalimentari, ambientali e animali
Università di Udine

*Questo articolo è corredato di bibliografia/contenuti extra. Gli abbonati potranno scaricare il contenuto completo dalla Banca Dati Articoli in formato PDF su:
www.informatoreagrario.it/bdo*

MAGNESIO, RAME, FERRO, ALLUMINIO

I MINERALI IN RAZIONE:

le conseguenze
di eccessi e carenze

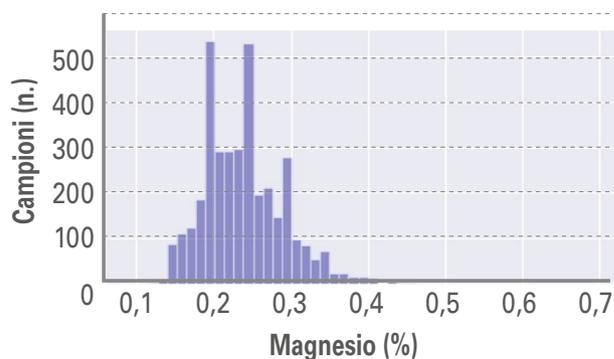
La carenza di magnesio interessa 1 razione su 5 e comporta un mal assorbimento del calcio (ipocalcemia); la carenza di rame rende gli animali suscettibili a malattie mentre un eccesso può diventare tossico fino alla morte; valori elevati di ferro comportano difficoltà di assorbimento di rame e zinco



>> **Paolo Berzaghi, Martina Dorigo**

Gli aspetti legati alla nutrizione e all'alimentazione della frazione minerale stanno ricevendo negli ultimi anni sempre maggiori attenzioni, soprattutto per le problematiche di ipocalcemia che possono insorgere nel periparto. In realtà per queste problematiche in letteratura si è iniziato a parlare di manipolazione delle integrazioni minerali già dal lontano 1984 (Block, 1984) e successivamente negli anni Novanta con i lavori di Goff *et al.* (1991). Il maggior problema nell'implementare, nella formulazione e nell'integrazione delle diete, le conoscenze sviluppate in questi ultimi 30 anni è stata la manca-
za di informazioni sulla compo-
sizione minerale degli alimenti dovuta all'assenza di metodi di analisi dei minerali economicamente e facilmente applicabili. A risolvere questo problema, ci è venuta in aiuto la tecnologia a

G.1 CONCENTRAZIONE DI MAGNESIO NELLE DIETE IN LATTAZIONE (FABBISOGNO SODDISFATTO CON CONCENTRAZIONE PARI ALLO 0,34% S.S. CON ELEVATI CONTENUTI DI K)



SECONDO IL NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC IL FABBISOGNO DI MAGNESIO DI BOVINE DA LATTE È SODDISFATTO CON UNA CONCENTRAZIONE DI 0,21% S.S., (CHE DIVENTA 0,34% S.S. NEL CASO DI RAZIONI AD ALTO CONTENUTO DI K) RAGGIUNTA DAL 75-80% DELLE DIETE

fluorescenza a raggi X (XRF) che da qualche anno è stata introdotta per l'analisi dei foraggi (Berzaghi *et al.*, 2010), dimostrando elevatissime accuratèzze (Berzaghi *et al.*, 2018), e applicata anche per

l'analisi delle miscelate unifeed (Berzaghi, 2019).

ANALISI XRF: COSA C'È DA SAPERE

La tecnologia XRF fa parte di quelle metodiche rapide e non distruttive che analogamente alla più conosciuta NIR (spettroscopia nell'infrarosso vicino) richiedono una minima preparazione, non impiegano reagenti chimici da smaltire e se applicate su larga scala permettono un notevole abbattimento dei costi.



Non esistono riserve corporee di magnesio, ma la minor digeribilità porta in tempi brevi a delle carenze che si ripercuotono subito sul metabolismo del calcio potendo causare ipocalcemia



La possibilità di svolgere analisi in modo agevole permette di conoscere la composizione minerale e quindi di poter implementare le integrazioni mirate in relazione alla base foraggera aziendale. La tecnologia XRF più diffusa ed economica è quella a dispersione di energia (EDXRF), mentre la più costosa XRF a dispersione di lunghezza d'onda (WDXRF), che migliora l'accuratezza anche per elementi leggeri come sodio e magnesio, è meno diffusa.

La disponibilità di un ampio database di composizione minerale con WDXRF ci ha portato a fare un aggiornamento sulla nutrizione minerale.

MINERALI: NON SOLO DCAD

Il termine dieta anionica, oppure l'acronimo DCAD (che misura il livello di quattro macrominerali presenti nella dieta: potassio K, sodio Na, cloro Cl e zolfo S), ossia il bilancio anioni e cationi, sono da tempo entrati nella comune conoscenza di nutrizionisti e tanti allevatori. Spesso quindi le attenzioni alle analisi degli alimenti e delle diete si limitano agli elementi (Na, K, Cl e S) stretta-

mente necessari nel definire il DCAD.

In realtà il bilanciamento dei minerali deve considerare tutti gli elementi anche in relazione alle numerose e strettissime relazioni e interazioni fra i diversi elementi. In questo articolo prenderemo quindi in considerazione altri minerali in forza delle superiori potenzialità analitiche della WDXRF da cui abbiamo ottenuto questi dati.

MAGNESIO (Mg)

Il magnesio è un importante elemento implicato in numerosi processi fisiologici (enzimi e metabolismo dei carboidrati), che ha un ruolo fondamentale anche nel metabolismo del calcio sul quale normalmente vengono riposte le maggior attenzioni per la prevenzione dell'ipocalcemia.

Il magnesio però viene spesso ignorato o sottovalutato nelle valutazioni e nei piani nutrizionali pre e post-parto predisposti alla prevenzione dell'ipocalcemia. Secondo il National Research Council (NRC) (2001) il fabbisogno di magnesio delle bovine da latte viene soddisfatto con una concentrazione pari allo 0,21% s.s., concentrazione che viene raggiunta dal 75-80% delle diete da lattazione analizzate (grafico 1).

Da questa semplice analisi numerica il potenziale rischio di carenza di magnesio interessa 1 razione su 5, che potrebbe essere facilmente corretto anche con un costo contenuto con un'integrazione di ossido di magnesio (MgO) che ha anche l'importante ruolo di tamponare il pH ruminale, quindi la sua integrazione può avere un doppio beneficio.

L'assorbimento del magnesio avviene a livello ruminale (Goff, 2018) con una digeribilità che si aggira intorno al 17-24%, valore che può diminuire sensibilmente

se la dieta ha contenuti di potassio superiori ai valori raccomandati (1,1% s.s.; NRC, 2001).

Si calcola che una dieta al 2% della s.s. di potassio ha una riduzione della digeribilità di magnesio di circa il 30% e dovrà essere integrata per innalzare il magnesio dallo 0,21% s.s. normalmente raccomandato, allo 0,34% s.s. (Goff, 2018). Considerando che il contenuto di potassio degli unifeed mediamente supera il valore consigliato (1,1% s.s.; NRC, 2001; 1,75% s.s. Cornell University), è necessaria una correzione dei fabbisogni in relazione alla minor digeribilità del magnesio, e se confrontata con i valori ottenuti, porta a una diffusa carenza di magnesio soprattutto nelle diete delle vacche che producono latte per la produzione di Parmigiano Reggiano.

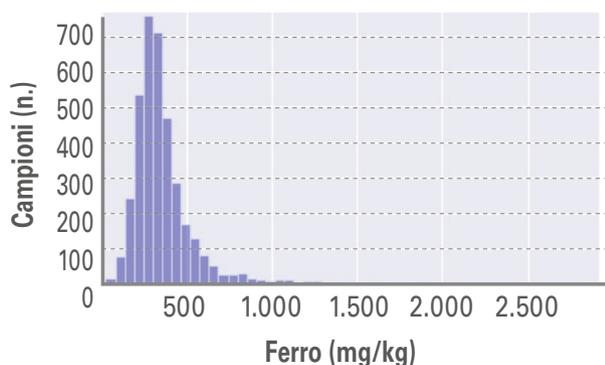
È quindi necessario aggiornare l'integrazione della dieta aumentando l'apporto di magnesio in lattazione, nelle condizioni in cui per l'elevato contenuto di potassio dei foraggi, si arrivi a diete con un tenore di potassio uguale o superiore al 2%. Il problema è che non esistono riserve corporee di magnesio e quindi la minor digeribilità porta in tempi brevi a delle carenze che si ripercuotono subito sul metabolismo del calcio potendo causare ipocalcemia anche in presenza di ottimali integrazioni di calcio e prevenzione con diete anioniche nello steaming up.

Questa attenzione deve essere tenuta in considerazione anche nelle bovine in transizione e in preparazione al parto e quando si usano diete anioniche, che possono risultare poco efficaci in condizioni di carenza di magnesio, per questo motivo in diete anioniche si raccomanda di elevare il tenore dello stesso allo 0,4% (Lundquist, 2020). In questo senso sembra che gli allevamenti italiani siano al passo con le raccomandazioni in quanto

Eccessi di rame sono particolarmente tossici e possono provocare anemia, ma anche morte dell'animale



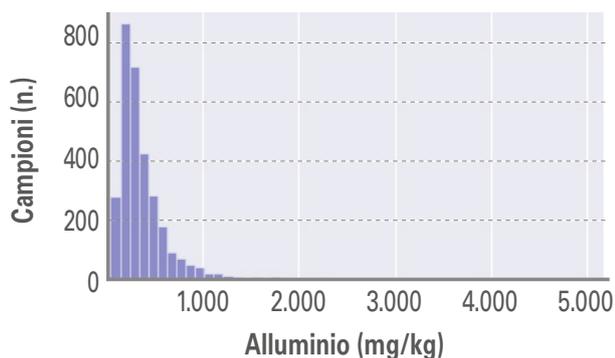
G.2 CONCENTRAZIONE DI FERRO NELLE DIETE IN LATTAZIONE



Campioni (n.)	3.716
Media	362
Dev. stand.	206
min.	44
max	2.782

I FABBISOGNI DI FERRO SONO COPERTI DA UNIFEED CON CONCENTRAZIONE DI CIRCA 50 MG/KG: LA CONCENTRAZIONE MEDIA RILEVATA NELLE DIETE IN LATTAZIONE È STATA SUPERIORE A 300 MG/KG QUINDI NON VI SONO PARTICOLARI RISCHI DI CARENZA

G.3 CONCENTRAZIONE DI ALLUMINIO NELLE DIETE IN LATTAZIONE



Campioni (n.)	3.147
Media	388
Dev. stand.	343
min.	43
max	4.931

PER L'ALLUMINIO NON SONO STATE RILEVATE CARENZE MA È NECESSARIO SAPERE CHE PUÒ CREARE PROBLEMI A VALORI SUPERIORI A 1.000 MG/KG. QUESTO LIVELLO SOGLIA È STATO RISCONTRATO SU CIRCA IL 5% DELLE DIETE

delle oltre 200 diete da asciutta con DCAD inferiore a 20 meq/100g si sono rilevati livelli di magnesio adeguati nel 70% delle diete da asciutta analizzati.

RAME (Cu)

Il rame è necessario per lo sviluppo e la produzione degli anticorpi e dei globuli bianchi, ed è anche un importante componente di enzimi antiossidanti. Poiché la sua funzione è quindi legata alla sfera immunitaria,

una carenza di rame rende gli animali più suscettibili alle malattie.

In realtà la carenza di rame in Italia è molto rara in quanto i foraggi, soprattutto di leguminose, hanno un contenuto medio di 15 mg/kg, quindi di per sé sufficiente a soddisfare i fabbisogni delle bovine in lattazione (10-15 mg/kg; NRC e Inra). Nella nostra indagine solo il 5% delle diete da lattazione è risultata pari o inferiore alla soglia dei fabbisogni con un solo campione di

lattazione con una concentrazione critica a solo 2 mg/kg che necessita di una reale correzione.

Questi rari casi di potenziale carenza di Cu devono essere seriamente affrontati se vi è anche un concomitante eccesso di ferro (maggiore di 200 ppm), zolfo e molibdeno, che possono ridurre l'assorbimento del rame.

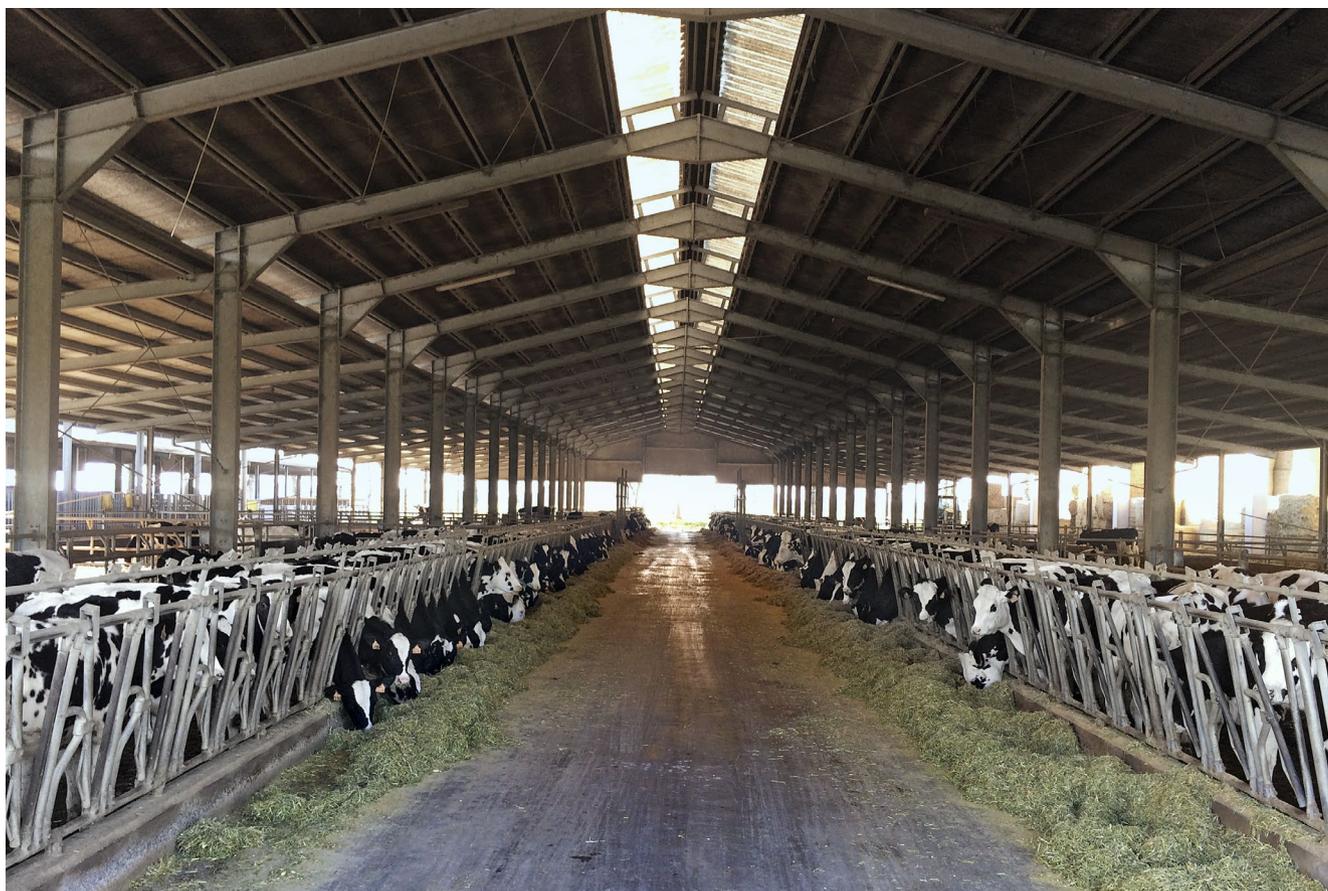
Eccessi di rame sono particolarmente tossici e possono determinare l'insorgenza di anemia, ma anche la morte dell'animale. Il rame infatti si accumula nel fegato e nel lungo periodo, se la sua concentrazione nel fegato diventa eccessivamente alta, se ne può avere un rilascio improvviso di grandi quantità dal fegato che possono portare alla morte. In condizioni di eccesso cronico con concentrazioni nella dieta di 37,5 per le vacche in lattazione e 22,6 mg/kg per le asciutte, Bradley (1993) ha registrato una mortalità pari al 14% degli animali adulti. Diventa quindi fondamentale monitorare gli apporti di rame per intervenire in tempo sull'integrazione se questi dovessero aumentare, ad esempio in seguito all'inclusione di foraggi nuovi in razione.

FERRO (Fe)

Il ferro è un elemento fondamentale in quanto componente di emoglobina e mioglobina. I fabbisogni di ferro sono coperti da unifeed con concentrazione di circa 50 mg/kg: poiché la concentrazione media rilevata nelle diete in lattazione è stata superiore ai 300 mg/kg e nessuna dieta è risultata inferiore ai fabbisogni (*grafico 2*), possiamo concludere che non vi sono particolari rischi di carenza.

Eccessi di ferro sono considerati quando la dieta apporta oltre i 500 mg/kg (Weiss, 2008) cosa che è stata riscontrata in circa il 10% delle diete analizzate.

Nonostante ciò la tossicità da ferro è estremamente rara in quanto



una buona porzione del ferro negli alimenti è in forma di ossido di ferro, derivante soprattutto da contaminazione da terreno: in questa forma, il ferro è molto poco digeribile e quindi non causa tossicità. A ogni modo ad alti livelli può essere un indicatore di forte contaminazione da terra, testimoniato dal fatto che il ferro ha una buona correlazione ($r = 0,50$) con il contenuto di silicio (a sua volta noto indicatore di contaminazione da terra).

Nel caso i valori di ferro siano molto elevati ma con valori bassi di ceneri e silicio, diventa necessario indagare e intervenire affinché gli elevati contenuti non vadano a interferire con l'assorbimento di rame e zinco.

ALLUMINIO (Al)

Terminiamo con l'alluminio solo per il fatto che, sebbene normalmente non venga determinato, con le nuove tecnologie WDXRF è facilmente analizzabile. Il contenuto riscontrato in alimenti e diete (grafico 3) è simile o anche superiore a quello rilevato per il ferro. Non sono stati determinati dei veri e propri fabbisogni, ma è noto come questo metallo possa interferire nell'assorbimento di fosforo e ferro. L'alluminio proviene da accumulo naturale nei foraggi, ma anche da contaminazione di terreno e può creare problemi a valori superiori ai 1.000 mg/kg (Weiss,

2008). Questo livello soglia è stato riscontrato su circa il 5% delle diete e un po' sorprende: questo aspetto andrà valutato in futuro per capire le implicazioni sulle interazioni di alluminio con fosforo e ferro.

INTEGRAZIONI AD HOC

La nutrizione minerale è estremamente complessa per le numerose interazioni che esistono fra i diversi elementi minerali. Grazie alle nuove tecniche analitiche abbiamo l'opportunità di avere una miglior visione di insieme del profilo minerale.

L'accumulo di informazioni su alimenti e diete consentirà in futuro di avere mirate integrazioni e correzioni della dieta al fine di garantire salute e longevità delle bovine riducendo i costi alimentari.

Paolo Berzaghi
Dipartimento Maps
Università di Padova

Martina Dorigo
Nutristar

Questo articolo è corredato di bibliografia/contenuti extra. Gli abbonati potranno scaricare il contenuto completo dalla Banca Dati Articoli in formato PDF su: www.informatoreagrario.it/bdo

**DURANTE IL PERIPARTO
UNA VACCA È PIÙ DELICATA
DI QUANTO IMMAGINI.**



TMR STEAMING UP. TUTTO QUELLO CHE SERVE, NIENT'ALTRO DA AGGIUNGERE.

Lo steaming up è un periodo particolarmente difficile per le vacche da latte. Per questo è fondamentale alimentarle seguendo una dieta specifica, ricca delle sostanze nutritive necessarie per affrontare il parto nel modo giusto e recuperare in fretta le forze.

TMR Steaming Up è l'unifeed che Nutristar ha sviluppato appositamente per questo scopo. Al suo interno sono presenti foraggi, mangimi e integratori di altissima qualità, miscelati secondo proporzioni specifiche. Un alimento completo che aiuterà gli animali a riacquistare salute e produttività e gli allevatori a risparmiare tempo e fatica nella preparazione del carro.

TMR

NUTRISTAR
KEEP FARMING.