• COME INTEGRARE NELLA RAZIONE MACRO E MICROELEMENTI

La corretta nutrizione minerale parte dallo studio dei fabbisogni

I macro e microminerali normalmente contenuti negli alimenti non sono sufficenti per il fabbisogno di un bovino da latte. Per questo è necessario integrarli nelle razioni secondo criteri ben definiti

di **Alessandro Fantini**

Nell'affrontare l'alimentazione della vacca da latte vanno presi in considerazione i cosiddetti nutrienti, ossia molecole organiche e inorganiche indispensabili al buono stato di salute dell'animale. I nutrienti servono a soddisfare i fabbisogni principali, che sono il mantenimento, la crescita, la riproduzione e la lattazione.

Così come esistono precisi sistemi di calcolo delle necessità relative all'energia, alle proteine, ai grassi e ai carboidrati, ci sono anche precise indicazioni riguardo ai minerali.

Macro e microminerali

Quando si parla di minerali si intendono elementi inorganici divisibili in quelli i cui fabbisogni sono elevati e quindi misurabili in grammi (macrominerali) dagli altri (microminerali) i cui fabbisogni sono dell'ordine di milligrammi o meno ancora.

I microelementi vengono anche denominati oligoelementi. I macrominerali sono componenti strutturali importanti delle ossa e di altri tessuti e costituenti dei fluidi corporei. Hanno un ruolo fondamentale nel mantenere il bilanciamento acido-base, la pressione osmotica, le trasmissioni nervose e il potenziale elettrico delle membrane.

I microminerali presenti in piccole concentrazioni entrano come costituenti d'importanti enzimi o componenti di ormoni o del sistema endocrino in generale.

Nell'alimentazione umana di base, ossia quella di tutti i giorni, non si è soliti considerare l'aspetto minerale ritenendo che la raccomandazione di un'alimentazione variata possa abbondantemente soddisfare i fabbisogni di tutti i nutrienti.

In analogia alle persone che praticano attività sportiva o con patologie in atto, gli animali cosiddetti da reddito, ossia allevati per produrre carne o latte, hanno prestazioni produttive elevate al punto da essere stati definiti «atleti metabolici».

È oggi unanimemente condiviso che i macro e microminerali normalmente presenti negli alimenti non sono sufficienti agli animali d'allevamento e pertanto è necessario considerarne i fabbisogni e integrarne opportunamente gli apporti. Oggi esistono sistemi scientifici di calcolo di fabbisogni, sistemi empirici basati sul concetto che «se una cosa fa bene è meglio darne qualcosa in più» e aspetti commerciali che è bene considerare nelle valutazioni.

È possibile verificare la concentrazione dei vari elementi nel sangue o nei tessuti dell'animale per integrarli correttamente nella dieta

Come quantificare il fabbisogno giornaliero...

Negli Stati Uniti esiste un'organizzazione, privata e senza fini di lucro, nell'ambito delle accademie nazionali delle scienze, denominata National research council (Nrc), che ha la finalità di puntualizzare, verificare e diffondere la ricerca scientifica.

Nell'ambito dell'Nrc esistono vari comitati tra cui quello di nutrizione animale con un sub-comitato dedicato all'alimentazione dei bovini a cui appartengono autorevoli scienziati nominati secondo un rigido criterio di qualità scientifica.

Il sub-comitato che si occupa della nutrizione della vacca da latte pubblica periodicamente un testo intitolato «Nutrient requirements of dairy cattle», ossia i fabbisogni nutritivi del-

L'atteggiamento empirico nella stima di un fabbisogno minerale è da evitare assolutamente

la vacca da latte.

In questo periodo è in distribuzione la settima edizione del 2001. In questo testo il comitato specifico riporta i sistemi di calcolo della nutrizione di queste razze e tutti i loro fabbisogni attingendo dalla migliore bibliografia mondiale sugli specifici argomenti.

Le motivazioni dell'Nrc, i criteri di scelta dei membri dei comitati, il non essere legati a nazionalismi o interessi di specifici atenei rendono questo strumento assolutamente affidabile e *super partes*.

Relativamente ai fabbisogni minerali nella precedente edizione dell' Nrc, risalente al 1989, si è cambiato il metodo di calcolo. Si è cioè passati da tabelle di fabbisogno derivate da singoli esperimenti a modelli fattoriali.

Nel nuovo Nrc troviamo per le varie fasi del ciclo produttivo i relativi fabbisogni di macro e microminerali,

Il criterio utilizzato nello stilare queste necesità è quello di distinguerli nelle varie fasi fisiologiche della vacca da latte.

Mantenimento. Sono stati considerati i fabbisogni per mantenere le funzioni vitali, il ricambio dei tessuti, ecc. Un po' come le spese che si devono sostenere tenendo ferma l'automobile come il bollo, l'assicurazione, ecc. Nel calcolo si è ovviamente tenuto conto delle perdite di minerali con le feci.

Crescita. Nel calcolare i fabbisogni è stato considerato quanti minerali vengono utilizzati per ogni chilogrammo di peso corporeo cresciuto.

Gravidanza. Stesso concetto illustrato per la crescita con l'aggiunta dei minerali utilizzati per l'utero e gli invogli fetali.

Lattazione. I fabbisogni per la lattazione derivano dalla concentrazione dei minerali presenti nel latte moltiplicato per il 4%. C'è comunque da dire che i minerali aggiunti come tali o quelli normalmente presenti negli alimenti non vengono completamente assorbiti.

Altra questione è quella relativa alla grande variabilità nella concentrazione di minerali negli alimenti. Un corretto approccio a questa branca della nutrizione è quello di analizzarne periodicamante i contenuti nei foraggi e nei concentrati disponibili in una determinata area geografica.

Non potendo in generale utilizzare le tecniche Nirs (spettroscopia nel vicino infrarosso) si è obbligati a ricorrere alla ben più costosa chimica tradizionale.

Viste le grandi difficoltà tecniche ed economiche nell'analizzare il contenuto di microelementi negli alimenti zootecnici si è propensi a considerare i fabbisogni come apporti, ossia ritenere nulla la quantità di oligoelementi negli alimenti e apportare quanto indicato dai fabbisogni.

Nelle *tabelle 1*, *2* e *3* sono riportati i fabbisogni espressi come concentrazione sulla sostanza secca in percentuale o milligrammi per chilo (ppm).

MACRO E MICROELEMENTI: QUALI SONO QUELLI ESSENZIALI

I macroelementi e microelementi essenziali sono quelli che presiedono funzioni vitali fondamentali.

Macroelementi essenziali	Microelementi essenziali
• calcio	• cobalto
• fosforo	• rame
• magnesio	• iodio
• sodio	• cromo
• potassio	• ferro
• zolfo	• manganese
• cloro	• zinco
	• molibdeno
	• selenio

...e come calcolarlo

Gli animali in lattazione necessitano di 0,3 ppm di selenio, ossia 0,3 milligrammi per chilogrammo di sostanza secca ingerita.

Se un gruppo di animali in lattazione ingerisce 23 kg di sostanza secca è necessario moltiplicare questo valore per 0,3 e ottenere i milligrammi di selenio giornalieri necessari in questa fase d'allevamento, ossia 6,9 mg/giorno.

Le molecole contenenti i vari elementi arrivano nell'intestino dove, nelle pareti, vengono convertiti per essere assorbiti e arrivare nel sangue.

Questo assorbimento può essere attivo e passivo, ossia avvenire attraverso meccanismi di scambio come avviene per gli oligelementi veicolati da aminoacidi o zuccheri, oppure passivamente in virtù dei diversi gradienti di concentrazione tra lume intestinale e sangue circolante. Non ultimo in ordine d'importanza a condizionare la biodisponibilità è il tipo di molecola in cui l'elemento è contenuto. È noto che i solfati rendono gli elementi più biodisponibili rispetto ai carbonati o agli ossidi.

A titolo di esempio lo zinco solfato rende lo zinco più disponibile rispetto allo zinco ossido.

La più elevata disponibilità si ottiene

TABELLA 1 - Frisone in accrescimento (BCS 3.0): fabbisogni nutritivi di minerali e vitamine

	6 mesi (200 kg) parto a 24 mesi	12 mesi (300 kg) parto a 24 mesi	18 mesi (450 kg) 90 giorni di gravidanza parto a 24 mesi
Ingestione (s.s. kg/gg)	5,2	7,1	11,3
Calcio (%)	0,41	0,41	0,37
Fosforo (%)	0,28	0,23	0,18
Magnesio (%)	0,11	0,11	0,08
Cloro (%)	0,11	0,12	0,10
Potassio (%)	0,47	0,48	0,46
Sodio (%)	0,08	0,08	0,07
Zolfo (%)	0,2	0,2	0,2
Cobalto (mg/kg)	0,11	0,11	0,11
Rame (mg/kg)	10	10	9
Iodio (mg/kg)	0,27	0,30	0,3
Ferro (mg/kg)	43	31	13
Manganese (mg/kg)	22	20	14
Selenio (mg/kg)	0,3	0,3	0,3
Zinco (mg/kg)	32	27	18
Vitamina A (UI/kg) (1)	3.076	3.380	3.185
Vitamina D_3 (UI/kg) (1)	1.154	1.268	1.195
Vitamina E (UI/kg) (1)	31	34	32

(1) UI/kg = L'unità di misura delle vitamine, a parte la vitamina C, è l'Unità internazionale (UI), che corrisponde a uno standard di peso stabilito che è, generalmente, il milligrammo (mg).
Fonte: Nrc, 2001.

TABELLA 2 - Frisone asciutte (1): fabbisogni nutritivi di minerali e vitamine

Giorni gestazione	240	270	279
Ingestione (s.s. kg/gg)	14,4	13,7	10,1
Calcio (%)	0,44	0,45	0,48
Fosforo (%)	0,22	0,23	0,26
Magnesio (%)	0,11	0,12	0,16
Cloro (%)	0,13	0,15	0,2
Potassio (%)	0,51	0,52	0,62
Sodio (%)	0,10	0,10	0,14
Zolfo (%)	0,2	0,2	0,2
Cobalto (mg/kg)	0,11	0,11	0,11
Rame (mg/kg)	12	13	18
Iodio (mg/kg)	0,4	0,4	0,5
Ferro (mg/kg)	13	13	18
Manganese (mg/kg)	16	18	24
Selenio (mg/kg)	0,3	0,3	0,3
Zinco (mg/kg)	21	22	30
Vitamina A (UI/kg) (2)	5.576	6.030	8.244
Vitamina D3 (UI/kg) (2)	1.520	1.645	2.249
Vitamina E (UI/kg) (2)	81	88	120

(1) Peso 680 kg escluso il peso del vitello (42 kg), BCS 3.3, condizioni ambientali neutre.
(2) UI/kg = L'unità di misura delle vitamine, a parte la vitamina C, è l'Unità internazionale (UI), che corrisponde a uno standard di peso stabilito che è, generalmente, il milligrammo (mg).
Fonte: Nrc. 2001

MINI GUIDA AI PRINCIPALI MICROELEMENTI

Selenio (Se)	È un componente essenziale di 25 selenoproteine come glutathione per ossidasi e thioredossina riduttasi. Spesso gli alimenti sono carenti di questo oligoelemento. Il fabbisogno è molto basso (0,3 ppm) ma se non soddisfatto può compromettere la funzionalità dei sistemi antiossidanti. È tossico ad alti dosaggi (2 ppm) e può essere apportato in forma inorganica (selenito di sodio) o in forma organica (selenometionina o selenocisteina).
Zinco (Zn)	È un componente di oltre 300 enzimi. È parte integrante della superossidodismutasi(SOD: importante attore dei sistemi antiossidanti dell'organismo. È coinvolto nella secrezione e funzione di molti ormoni come Il GH, l'insulina, gli ormoni tireoidei, il testosterone, ecc. Lo zinco è indispensabile nella formazione della cheratina, nell'integrità delle cellule epiteliali, nel metabolismo delle ossa, nella sintesi delle proteine. È coinvolto nello sviluppo sessuale, nell'immunità e nel controllo dell'ingestione. Può essere apportato in forma inorganica come ossido, solfato o carbonato oppure in forma organica legato ad aminoacidi come metionina o lisina. Recenti esperimenti suggeriscono un incremento, rispetto all'Nrc 2001, fino a 49 ppm per le vacche in asciutta. Lo zinco è tossico alla concentrazione di 500 ppm.
Rame (Cu)	È un componente importante di alcuni metalloenzimi coinvolti nei sistemi antiossidanti; lo si trova nel sangue nella ceruloplasmina. Condiziona il metabolismo dei carboidrati e dei lipidi ed è coinvolto nella respirazione cellulare, nelle funzioni cardiache, nella formazione delle ossa, nella cheratinizzazione dei tessuti, nelle funzioni immunitarie. Si può riscontrare una carenza in diete ricche di molibdeno o zolfo e può essere apportato come solfato, ossido o carbonato oppure nelle forme organiche legato ad aminoacidi. Il rame è tossico alla concentrazione di 100 ppm.
Ferro (Fe)	La carenza è stata difficilmente osservata nella vacca da latte. Il ferro è fortemente ossidante se presente nei tessuti non legato a proteine (transferrina). Può causare ossidazione delle vitamine nei premix. È tollerabile un apporto alimentare non superiore a 1.000 ppm.
Manganese (Mn)	Ha un ruolo importante nei sistemi antiossidanti e nelle ossa, nelle funzioni immunitarie, nervose e riproduttive e nel metabolismo dei lipidi e dei carboidrati. Può essere apportato in forma inorganica come ossido, carbonato o solfato e nelle forme organiche legato a proteine o aminoacidi. Dati recenti basati su misurazioni dell'attività riproduttiva all'insufficienti gli apporti consigliati da Nrc 2001 suggerendo contenuti per vacche in lattazione e asciutta rispettivamente di 30 e 50 ppm. Il livello massimo tollerato nella dieta è di 1.000 ppm.
Cobalto (Co)	Ha la funzione di consentire un'adeguata produzione ruminale di vitamina B12 e per questo ne esiste un preciso fabbisogno. I fabbisogni consigliati dall'Nrc 2001 sono troppo bassi, diete ottimali dovrebbero contenere oltre 0,5 ppm. La vitamina B_{12} è coinvolta nella gluconeogenesi, ossia la produzione di glucosio dai propionati, nella sintesi delle proteine e dell'emoglobina. Può essere apportato come solfato, carbonato, ossido o cloruro. La tossicità è stata osservata a 10 ppm.
Iodio (I)	È un componente essenziale degli ormoni tiroidei ed è richiesto per la crescita di parte dei batteri del rumine. Aiuta a regolare il metabolismo basale. È tossico un livello alimentare superiore a 50 ppm.

con gli oligoelementi cosiddetti «chelati» ossia, in forma organica, di cui si tratta in seguito.

Macroelementi nel dettaglio

Calcio e fosforo

Il calcio e il fosforo rappresentano oltre il 70% di tutti i minerali corporei.

Nelle ossa il rapporto calcio/fosforo (Ca:P) è di 2,2:1.

Quando si approntano i piani alimentari è necessario che i due minerali abbiano sempre un rapporto di circa 2:1 per non alterare il loro assorbimento e la loro utilizzazione. Da qualche anno, al fine di proteggere le acque e l'ambiente in generale, si sta via via riducendo la concentrazione di fosforo al di sotto dello 0,4% della sostanza secca delle razioni per la lattazione, senza incorrere in deficit o squilibri dimostrabili.

L'attenzione agli apporti di calcio e fosforo nelle razioni d'asciutta deve essere molto elevata per non indurre squilibri tali che, unitamente a eccessi di potassio, possano predisporre la bovina alla temibile sindrome ipocalcemica nel postparto.

L'elevata letamazione e concimazione dei terreni provoca in genere la produzione di foraggi molto ricchi di fosforo e di altri macroelementi.

Eccessive integrazioni di fosforo in razioni d'asciutta contenenti foraggi già ricchi di questo minerale può contribuire al verificarsi di bassi livelli di calcio nel sangue delle bovine nel puerperio, ma anche nelle ultime settimane di gestazione.

Per apportare calcio si utilizza calcio carbonato o fosfati mono o bicalcici. Qualora sia necessaria una integrazione di calcio a elevata assimilazione si può utilizzare il cloruro di calcio come fonte accessoria di cloro.

TABELLA 3 - Frisona in lattazione (1): fabbisogni nutritivi di minerali e vitamine

Giorni di lattazione	11	11	90	90	90	90
Ingestione s.s. (kg/gg)	13,5	15,6	20,3	23,6	26,9	30
Produzione di latte	25	35	25	35	45	54,4
Calcio (%)	0,74	0,79	0,62	0,61	0,67	0,6
Fosforo (%)	0,38	0,42	0,32	0,35	0,36	0,38
Magnesio (%)	0,27	0,29	0,18	0,19	0,2	0,21
Cloro (%)	0,36	0,4	0,24	0,26	0,28	0,29
Potassio (%)	1,19	1,24	1	1,04	1,06	1,07
Sodio (%)	0,34	0,34	0,22	0,23	0,22	0,22
Zolfo (%)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Cobalto (mg/kg)	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Rame (mg/kg)	16	16	11	11	11	11
Iodio (mg/kg)	0,88	0,77	0,6	0,5	0,44	0,4
Ferro (mg/kg)	19	22	12,3	15	17	18
Manganese (mg/kg)	21	21	14	14	13	13
Selenio (mg/kg)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Zinco (mg/kg)	65	73	43	48	52	55
Vitamina A (UI/kg) (2)	5.540	4.795	3.685	3.169	2.780	2.500
Vitamina D3 (UI/kg) (2)	1.511	1.308	1.004	864	758	680
Vitamina E (UI/kg) (2)	40	35	27	23	20	18

(1) Peso 680 kg; grasso latte 3,5%; proteina latte 3%; lattosio 4,8%; BCS 3-3.3; condizioni ambientali neutre.
(2) UI/kg=L'unità di misura delle vitamine, a parte la vitamina C, è l'Unità Internazionale (UI) che corrisponde a uno standard di peso stabilito che è, generalmente, il milligrammo (mg).
Fonte: Nrc 2001.

Magnesio

La concentrazione nel sangue di magnesio dipende quasi totalmente dal suo assorbimento intestinale. Alti livelli di nitrati e potassio nei terreni, condizione frequente, possono impedire una corretta assimilazione di magnesio. Carenze di magnesio nella fase di transizione possono simulare i sintomi delle ipocalcemie postparto.

Il magnesio si integra nelle diete utilizzando in genere l'ossido di magnesio più o meno associato con il solfato di magnesio.

Potassio

Nelle nostre realtà di allevamento la carenza da potassio è praticamente inesistente.

Nella stragrande maggioranza dei casi il livello di potassio nelle razioni è ben al di sopra di quanto consigliato nelle tabelle

dei fabbisogni Nrc 2001. La presenza di elevate quantità di potassio (> 2,5%) nei foraggi destinati alle vacche in asciutta predispone la bovina alla sindrome ipocalcemica postparto.

Cloruro di sodio

Viene normalmente aggiunto nelle diete, incluso nella razione o lasciato a disposizione. Il cloruro di sodio apporta il cloro e il sodio. Fonti accessorie di sodio sono anche il bicarbonato di sodio utilizzato come tampone ruminale.

Alle vacche da latte si somministra in genere dai 50 ai 100 g/giorno di cloruro di sodio stando attenti che la razione di *close-up* (di transizione) non determini edemi mammari eccessivi al parto.

Cosa sapere sui microelementi

Si tratta di una categoria di elementi il cui fabbisogno è espresso in microgrammi o milligrammi. Nove sono considerati essenziali al punto che per la maggior parte di essi ne è suggerita un' integrazione.

Nrc 2001 utilizza un approccio modellizzato ossia quanto di ciascun elemento è utilizzato per la lattazione, la riproduzione, la crescita e il mantenimento.

Solo per alcuni di essi come il cobalto e il selenio si è utilizzato un «sistema a risposte», ossia si è valutato come variano le funzioni vitali in cui è coinvolto l'elemento a dosaggi crescenti.

Le grandi difficoltà sono stimare l'enorme variabilità di contenuto negli alimenti e le perdite fecali. Dei microelementi ritenuti «essenziali» escluderemo dalla rassegna il cromo per il quale, pur avendo riconosciuti effetti sul metabolismo, è vietata la supplementazione nella nutrizione animale.

TABELLA 4 - Tenore massimo dei macro e microelementi negli alimenti destinati all'alimentazione della vacca da latte

Elemento	Tenore max (mg/kg)
Ferro (Fe)	750
Iodio (I)	5
Cobalto (Co)	2
Rame (Cu)	35
Manganese (Mn)	150
Zinco (Zn)	150
Molibdeno (Mo)	2,5
Selenio (Se)	0,5

Tratto da NT LAW (Sandy service-Pg)

Attenzione ai limiti di legge

Per molti dei microelementi esiste una tossicità e un limite di legge negli apporti.

La legislazione europea regolamenta sia il tipo di minerali utilizzabili, le molecole che li contengono e la massima quantità che deve essere presente in un alimento completo.

Nella lista dei microelementi ritenuti essenziali c'è il cromo, che però non può essere aggiunto nell'alimentazione degli animali da reddito per prevenire rischi di concentrazioni pericolose nel latte e nella carne.

Il dpr 228 dell'1-3-1992 recepisce alcune direttive Cee e stabilisce quali sono gli oligoelementi utizzabili, attraverso quali molecole possono essere apportati e quale debba essere il tenore massimo negli alimenti destinati all'alimentazione degli animali.

Successive modifiche e integrazioni al dpr portano alla *tabella 4*.

Azione dei chelati

Abbiamo visto in precedenza come l'assorbimento (biodisponibilità) degli oligoelementi può essere condizionato da molti fattori legati a: composti presenti nei foraggi e nei concentrati (fitati, ossalati e tannini), i grassi, il pH intestinale, la competizione per i carrier e le interazioni tra i minerali.

Visto che i fabbisogni sono sempre più elevati e la biodisponibilità degli oligoelementi molto limitata e spesso non condizionabile dall'aumento della quantità apportata, da ormai diversi anni sono disponibili microelementi presenti non solo in molecole inorganiche ma in forma organica, cioè legati ad aminoacidi o polisaccaridi. Queste forme chimiche vengono definite «oligoelementi chelati».

I microelementi che possono essere aggiunti nella dieta della vacca da latte vengono legati o a singoli aminoacidi, come ad esempio la zinco-metionina, oppure a piccole sequenze di aminoacidi, metallo proteinati, oppure a polisaccaridi formando complessi metallo-polisaccaridi.

Queste particolari forme chimiche consentono all'oligoelemento di essere assorbito in quantità superiore superando le interferenze prima elencate e potendo raggiungere concentrazioni nei fluidi corporei e nei secreti sicuramente superiori rispetto alle forme inorganiche.

Per dipanare ogni dubbio relativo alla reale biodisponibilità dei minerali esiste la possibilità di verificare la concentrazione dei vari elementi nel sangue o nei tessuti attraverso l'esecuzione dei cosiddetti «profili ematochimici» o attraverso ricerche più mirate su alcuni tessuti. Situazioni varie possono generare errori nella valutazione degli apporti effettivi e della loro reale biodisponibilità, pertanto l'esecuzione di questi controlli risolve spesso definitivamente il problema.

Il corretto utilizzo dei microelementi prevede il rispetto dei dosaggi prescritti dall'Unione Europea

Approccio ragionato alla nutrizione minerale

L'alimentazione minerale è forse l'aspetto più delicato della nutrizione della vacca da latte.

Approcci superficiali ai fabbisogni e il principio che «più si apporta e meglio è» possono creare gravi alterazioni metaboliche, false aspettative nella risoluzione dei problemi nonché generare costi spesso troppo elevati.

Un approccio pragmatico che vede un attento e aggiornato studio dei fabbisogni, analisi periodiche degli alimenti e verifiche della effettiva concentrazione degli elementi o degli enzimi di cui sono costituenti, nei principali fluidi corporei, nei secreti e nei tessuti, consente una utilizzazione vantaggiosa di questi preziosi nutrienti. •

Alessandro Fantini
afant@tin.it

Per ulteriori approfondimenti su altri elementi si possono consultare le tabelle riportate in «Clinical Biochemistry of Domestic Anim als» di J.J.Kaneko.