

BILANCIAMENTO ANIONICO DELLA RAZIONE PER BOVINE IN ASCIUTTA. BASI TEORICHE ED APPLICAZIONI PRATICHE

FRANCESCO CANZI

Medico Veterinario - Nutrizionista - Via Bergamo 6 - 20066 Melzo (Mi)

Riassunto

L'ipocalcemia puerperale della bovina da latte si manifesta notoriamente nei minuti o nelle ore immediatamente successive al parto.

I sintomi principali poi non sono sempre eclatanti e di facile diagnosi (collasso puerperale) ma spesso si mascherano con forme più o meno subdole e striscianti: ritenzione placentare, lenta involuzione uterina, distocia, debolezza muscolare diffusa, chetosi e dislocazione abomasale.

Tra le cause principali di tutto ciò si è sempre annoverato lo scorretto apporto nutrizionale di Calcio e Fosforo, con l'eccessiva presenza del Calcio stesso e con una conseguente riduzione dell'attività ormonale di controllo (paratormone, vitamina D3).

Questo fatto conduce inevitabilmente al rallentamento dell'attività cellulare deputata al controllo del metabolismo del minerale in questione, attività localizzata essenzialmente a livello osseo, intestinale e renale, fino a raggiungere quell'insufficiente capacità di mobilitazione del Calcio così importante in condizioni d'estrema emergenza.

Negli ultimi anni, comunque, si tende ad identificare un'ulteriore causa dell'ipocalcemia puerperale nell'eccessiva presenza di sodio e potassio negli alimenti utilizzati per il razionamento.

Anche in questo caso si verificherà un'insufficienza dell'attività ormonale che, seguendo percorsi alternativi rispetto a quelli indicati dall'eccessivo apporto alimentare del Calcio, si rifletterà inevitabilmente sulla salute animale.

Nasce così una nuova tecnica nutrizionale che basa i propri fondamenti sul corretto bilancio di alcuni minerali contenuti nella razione in toto (sodio, potassio, cloro e zolfo), in grado d'interferire direttamente sul pH ematico e, di conseguenza, sul metabolismo del calcio.

L'alimentazione d'asciutta rimane sempre la protagonista, mentre i foraggi utilizzati ed il loro contenuto minerale (soprattutto per quel che riguarda il potassio) rappresentano ormai la chiave di volta del problema.

Il tutto, al di là delle basi teoriche indispensabili per applicare senza rischio questa metodica, si concretizza in un calcolo matematico di facile gestione, in grado di ricondurre l'apporto minerale della razione a concentrazioni tali da garantire un pronto intervento del metabolismo osseo, anche nelle condizioni estreme che spesso siamo chiamati ad affrontare.

Summary

It is well known that milk fever manifests itself in the minutes and hours immediately following delivery.

The main symptoms are not always evident and not of easy diagnosis (milk fever) for they often conceal in more or less insidious and sneaky forms: retained placenta, slow uterine involution, distocia, diffused muscular weakness, ketosis and displacement of abomasum.

It has always been thought that among the principal causes for all this there is the incorrect nutritional intake of Calcium and Phosphorus, with an excess of Calcium and the consequent reduction of the hormonal activity of control (parathyroid hormone, Vit. D3).

All this inevitably leads to a slowdown in the cellular activity presiding the control of the metabolism of the mineral at issue, an activity which is basically localized at bone, intestine and kidney levels.

And the slowdown can turn into an insufficient capacity of mobilizing Calcium, so important under conditions of extreme emergency.

In the recent years, however, a further cause for milk fever tends to be identified with an excess of Sodium and Potassium in the feeds used for rationing.

This, too will entail a deficiency of the hormonal activity which, following routes different from those marked by an excessive alimentary intake of Calcium, will necessarily affect the health of the animal.

A new nutritional technique has thus come into being, one founded on the correct balance of some minerals (Sodium, Potassium, Chlorine and Sulphur), present in the whole ration, which can interfere with hematic pH and, as a consequence, with the metabolism of Calcium.

Dry period feeding remains the protagonist, whilst the forages used and their mineral content (especially referred to Potassium) represent, by now, the keystone to the problem.

The theoretical basics are crucial to safely applying such a method but the concrete solution is offered by a mathematical calculation, easy to master, which can equate the mineral intake of rationing to concentrations apt to guarantee a prompt intervention of bone metabolism, even when we are confronted with extreme situations.

INTRODUZIONE

Il problema del collasso puerperale della bovina da latte non rappresenta di certo una delle patologie predominanti tra quelle riscontrabili nella realtà dei nostri moderni allevamenti intensivi, considerando inoltre che, in una gestione alimentare così sofisticata come quella della produzione del latte, difficilmente le cose vengono lasciate al caso.

Ciò che al contrario rappresenta l'evidenza dei fatti è che comunque la sintomatologia eclatante e caratteristica di questo dismetabolismo minerale ha ormai ceduto il passo a tutta una serie di altre patologie, più o meno subdole ed altrettanto gravi, le quali prendono sempre spunto da una riduzione improvvisa del livello del calcio ematico, riduzione che si manifesta nelle poche ore che precedono o che seguono il parto stesso.

Ed ecco quindi come un abbassamento improvviso del valore ematico del calcio riesca ad interferire sul corretto funzionamento muscolare, provocando così, a fasi alterne, una possibile distocia, una lochiazione lenta od incompleta, una ritenzione placentare, traumi ossei ed articolari dovuti ad una deambulazione incerta o, addirittura, essere il fattore scatenante alla base di una debolezza muscolare generalizzata all'intero organismo, senza per questo sconfinare in un vero e proprio collasso, con l'animale in terra e completamente incapace di muoversi.

Se poi le alterazioni all'apparato genitale conducono spesso all'instaurarsi di patologie a carattere infiammatorio od infettivo (metriti) - già di per sé fortemente debilitanti - una debolezza muscolare diffusa porterà l'animale verso lunghi periodi di riposo, condannandolo, senza possibilità d'appello, all'immobilità e all'apatia.

Infezioni, metriti, rialzo febbrile, autointossicazione riconducibile alle infezioni in corso od insufficiente accesso alla mangiatoia, al di là delle problematiche direttamente connesse con ognuna delle singole patologie, fanno ricadere il proprio influsso negativo sulla regolare assunzione di sostanza secca della razione (così importante in questo periodo!), con la conseguente ed inevitabile comparsa della chetosi e di quella variegata sintomatologia che l'accompagna (dislocazione abomasale, riduzione della produzione di latte ed alterazione della sua qualità, infertilità, problematiche legate al corretto funzionamento epatico, ...).

Quindi, alla luce delle nuove conoscenze in campo nutrizionale, spesso non sembra essere più sufficiente, per una corretta prevenzione dell'ipocalcemia puerperale, applicare il normale controllo del livello di calcio e di fosforo nella razione alimentare somministrata in asciutta ma, in condizioni particolari e non poi così rare come verrebbe da pensare (come ad esempio, l'alto livello di potassio rintracciabile spesso nei foraggi utilizzati), subentra la necessità di migliorare il metabolismo minerale - e del calcio in particolare - rivolgendo la propria attenzione al calcolo del corretto bilanciamento anionico-cationico della razione stessa, seguendo, per questo, le principali regole teorico-pratiche proposte, negli ultimi anni, da numerosissimi ricercatori (**DCAD = Dietary Cation Anion Difference**, secondo gli autori di lingua anglosassone).

METODICA DI PREVENZIONE CLASSICA E RELATIVI FABBISOGNI

Non è di sicuro questo né il tempo né il luogo più indicato per affrontare in modo completo ed esauriente il corretto bilanciamento salino di una razione d'asciutta eseguendo i canoni tradizionali che, come probabilmente tutti ricordano, consigliano un limitato impiego di calcio alimentare, con l'intento di mantenere attivi tutti quei meccanismi di controllo ed assorbimento così utili al momento del parto e nella successiva produzione latte.

Resta comunque il fatto che, seppur brevemente, mi sento in dovere di richiamare quella che, nella stragrande maggioranza dei casi, viene considerata ancora da molti l'unica metodica capace di prevenire correttamente l'ipocalcemia puerperale.

Il concetto di base è conosciuto da anni ed è comunque di facile intuizione.

Nelle ore immediatamente a ridosso del parto, infatti, prende definitivamente il via la produzione di latte, produzione che viene comunque anticipata di qualche ora da un'abbondante secrezione di colostro.

Se consideriamo poi che in dieci litri del colostro stesso vengono eliminati circa 25 grammi di calcio¹, si capisce subito come una mancata attivazione preventiva del sistema di regolazione di questo importantissimo minerale porterà, inevitabilmente, ad un istantaneo impoverimento dello stesso a livello ematico e muscolare, con l'improvvisa ed eclatante insorgenza di una sintomatologia acuta, tipica e di agevole diagnosi.

L'ipocalcemia instauratasi richiederà comunque del tempo perché l'organismo vi possa apporre un rimedio fisiologico, anche se poi un simile adattamento non sarà di certo in grado di risolvere una situazione di piena emergenza.

A questa, come ben si sa, riusciremo ad apporre un argine solamente con il trattamento farmacologico!

Il vero problema, però, è la sintomatologia sub-acuta, quella che non riusciamo a riconoscere con immediatezza o che spesso viene mascherata dai sintomi maggiori che, inesorabilmente, trascina con sé (ad esempio, la piometra o la chetosi) e che finiscono, troppo spesso, con il compromettere la produzione dell'animale colpito e la sua attività riproduttiva.

Ed ecco quindi che abbiamo inquadrato per intero i danni di un alterato metabolismo del calcio - acuto o sub-acuto che sia - e compreso fino in fondo su quale terreno minato ci tocca, troppo spesso, muoverci!

Risulterà quindi evidente come una simile patologia dismetabolica, nonostante siano state proposte metodiche alternative e di carattere farmacologico (i trattamenti effettuati con vitamina D3 nei giorni immediatamente precedenti il parto restano comunque troppo imprecisi e potenzialmente tossici se ripetuti più volte), potrà essere contrastata in larga misura solamente cercando di mantenere attivi, per l'intero periodo d'asciutta, tutti quei meccanismi di controllo deputati a garantire un corretto equilibrio salino (del calcio in particolare), ed illustrati schematicamente nella Tabella 1.

Ed ecco spiegato perché il metodo d'integrazione classico, applicato nel periodo d'asciutta, prevede bassi livelli di calcio (non più di 80-100 grammi/capo/di) abbinati a con-

Tabella 1
Meccanismi di controllo dell'ipocalcemia

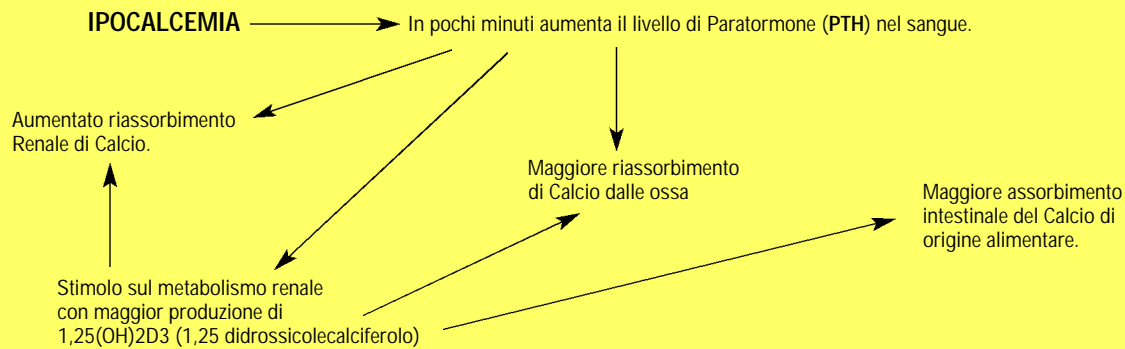


Tabella 2
Fabbisogni di alcuni minerali per l'asciutta tradizionale

Minerale	* INRA (12-15 kg / SS ingerita / capo / di)	NRC (% SS)
Ca	3,6 - 4,2 gr/kg SS	0,39 %
P	2,3 - 2,8 gr/kg SS	0,24 %
K	---	0,65 %

* I fabbisogni indicati si riferiscono al consumo reale della sostanza secca indicata.

centrazioni di fosforo comunque non troppo sostenute (30 – 60 grammi al massimo, visto che apporti molto più elevati possono inibire la formazione renale di 1-25 diidrossicolecalciferolo, la forma biologicamente attiva della vitamina D3 - 1,25(OH)2D3).

Il tutto con il semplice fine di creare quella leggera ma costante carenza alimentare del minerale interessato, il calcio appunto, in grado così di mantenere funzionanti i suddetti meccanismi di assorbimento intestinale, osseo e renale.

I livelli nutrizionali consigliati per una razione d'asciutta, da utilizzarsi come riferimento pratico solamente per una metodica alimentare "classica" e proposti dagli istituti internazionali più qualificati, sono stati illustrati brevemente nella Tabella 2.

Tutto ciò resta comunque valido, ma solo fino a quando non compare un imprevisto (ed il livello troppo alto di potassio nei foraggi ne è il classico esempio!), che ci costringe a percorrere una strada differente ed un poco più complicata, inquadrata tecnicamente come bilanciamento anionico - cationico della razione d'asciutta.

BILANCIAMENTO ANIONICO-CATIONICO: CONCETTI DI BASE

Sono ormai passati più di cinquant'anni da quando Craige e Stoll ebbero l'intuizione che il collasso puerperale potesse essere ricondotto a problemi di alcalosi ematica e di certo non meno di venticinque da quando Ender e D-shington presentarono il concetto che prevedeva, quale

importante fattore di rischio per una razione destinata a bovine in asciutta, un errato bilanciamento anionico - cationico.

Comunque sia e nonostante tutto, sono trascorsi molti anni da quelle pubblicazioni, ma l'utilizzo di una simile tecnica - perlomeno per quel che riguarda il nostro paese - stenta ancora, e non poco, nell'essere applicata di routine nella prevenzione dell'ipocalcemia puerperale.

Sarà forse per il fatto che una corretta gestione dei gruppi di animali in asciutta può risultare troppo indagativa per una stalla di medie dimensioni o perché le difficoltà di comprensione e di calcolo dei relativi fabbisogni ostacolano la corretta applicazione dei concetti di base, ma tale metodica viene vista ancora troppo spesso come l'ultima spiaggia tra le numerose applicazioni possibili in campo nutrizionale.

Il concetto di base è comunque semplice e considera il fatto che alcuni minerali, presenti naturalmente negli alimenti utilizzati per il razionamento o inseriti artificialmente in razione sotto forma d'integratori alimentari, hanno la possibilità e la capacità d'intervenire direttamente sul pH ematico, modificandone leggermente i valori.

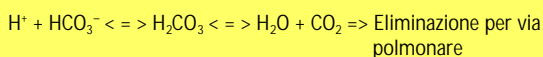
Negli anni sono stati studiati e proposti differenti abbinamenti tra minerali con il fine ultimo di poter rendere le procedure di calcolo sempre più efficienti e precise.

Ed ora, tra tutti quelli che di volta in volta sono stati presi in considerazione dai ricercatori, ricordiamo che gli ioni che hanno fornito i migliori risultati per il bilanciamento anionico della razione sono risultati essere il **cloro** (Cl⁻) e lo **zolfo** (S⁻²) tra gli **anioni** (con carica negativa) ed il **sodio** (Na⁺) ed il **potassio** (K⁺) tra i **cationi** (con carica positiva)².

I cationi qui considerati sono quindi in grado, se somministrati nella razione a livelli decisamente superiori a quelli degli anioni, di aumentare la capacità tampone del sangue mediante una maggiore ritenzione del bicarbonato, promuovendo in questo modo un aumento del pH del sangue stesso e dell'urina³ (ricordo che il pH ematico di una bovina da latte si attesta, normalmente, intorno a 7,4 +/- 0,2).

Gli anioni al contrario (Cl⁻ e S⁻²), se introdotti in appropriati quantitativi e sempre in concentrazioni superiori a quelle dei cationi, sono in grado di ridurre il livello di bicarbonato del sangue, con il conseguente abbassamento del valore del pH ematico verso uno stato di acidosi sub-

Tabella 3
Risposta del sistema tampone in corso d'acidosi ematica



clinica compensata e, contemporaneamente, di portare il pH urinario verso valori acidi^{1,3}.

Visto poi che sarà proprio questo stato di acidosi ad interessarci maggiormente per la prevenzione della ipocalcemia puerperale, approfondiamone brevemente i principali aspetti clinici.

Infatti, in seguito alla somministrazione per via orale di un notevole quantitativo di anioni ed al conseguente aumento della concentrazione ematica di H^+ (che ha causato, appunto, un abbassamento del pH), l'organismo risponde con un'attivazione del sistema tampone, che sfocia dapprima in una maggior produzione di acido carbonico e che quindi termina in un aumento dell'eliminazione, per via polmonare, dell'anidride carbonica da questo derivata (Tab. 3)⁴.

Altri sistemi di controllo dell'acidosi ematica coinvolgono poi una maggior escrezione per via renale di H^+ con la conservazione del bicarbonato o, in alternativa, l'ingresso, all'interno delle cellule dell'organismo, dello ione sopraindicato, insieme al Cl^- o in cambio dell'uscita di Na^+ e di K^+ .

Anche l'emoglobina, inoltre, partecipa attivamente a questa azione tampone⁴.

Tra le modifiche biologiche più rilevanti per lo scopo che ci siamo prefissati, combattere l'ipocalcemia appunto, c'è poi la comparsa, come regolarmente avviene in un qualsiasi stato d'acidosi metabolica, dell'aumento dell'escrezione per via urinaria del calcio ematico (in corso di acidosi metabolica infatti, in una bovina da latte si possono raggiungere livelli di calcio urinario di molto superiori alle condizioni di normalità, livelli che possono toccare, con facilità, una concentrazione di sette-dieci volte superiore ai valori di riferimento)^{3,4}.

Se la degradazione forzata del tessuto osseo rappresenta, senza dubbio, un meccanismo messo in atto dall'organismo animale per rifornire il proprio sistema tampone di carbonato, ed il tutto è testimoniato dall'aumentata concentrazione plasmatica di idrossiprolina (proveniente appunto da questo processo di demolizione)³, c'è da dire, tuttavia, che non sono stati ancora completamente chiariti i meccanismi grazie ai quali tale processo si verifica.

Si potrebbe comunque supporre che ciò sia riconducibile ad un'azione mediata da una qualche componente ormonale non meglio identificata o, in alternativa, imputabile all'aumentata sensibilità dei tessuti direttamente implicati nel funzionamento del paratormone (PTH)⁴.

L'acidosi ematica conduce quindi l'organismo animale ad un aumentato rimaneggiamento osseo e non solo (non era quello che cercavamo anche con il metodo classico di prevenzione del collasso?).

Si è infatti riscontrato un contemporaneo incremento della produzione renale di $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ (la forma biologicamente attiva della vitamina D₃), della risposta tissutale nei confronti dello stesso ed un conseguente maggior assorbimento intestinale del calcio somministrato per via alimentare^{3,4}.

Ed ecco spiegato il perché della maggior presenza di calcio a livello ematico e quindi urinario: una maggiore sensibilità ed efficienza di tutti quei meccanismi di regolazione ed assorbimento del minerale in questione, tanto utili per il normale metabolismo, ma ancora più indispensabili se ci si trova nella fase iniziale della produzione lattea.

Ecco quindi a cosa ci si riferisce quando ci si accinge a parlare di bilancio anionico-cationico della razione d'asciutta.

Ci riferiamo appunto alla possibilità di modificare il pH del sangue, con il fine ultimo di attivare un massiccio assorbimento del calcio dalle ossa, di stimolarne in modo diretto l'assimilazione intestinale ed infine di contrastare gli eventuali effetti inibenti esercitati su tale processo e normalmente attribuiti a razioni alimentari non correttamente formulate (eventualmente troppo ricche di cationi e, quindi, con componenti a forte potenziale alcalogeno).

Ed è proprio in questo che, probabilmente, si nasconde la differenza tra una razione con carica positiva (ricca cioè di Na^+ e K^+) da una con carica negativa (con più Cl^- e S^{2-}), e cioè nella differente sensibilità dei recettori tissutali impegnati nel trasformare gli impulsi ormonali (PTH e vitamina D) in veri e propri processi d'intervento sul metabolismo del calcio.

Mentre in condizioni di acidosi, infatti, la sensibilità tissutale sembra essere al massimo delle proprie capacità, in corso d'alcalosi non sembrano verificarsi le stesse identiche condizioni.

Si è notato cioè che in razioni particolarmente ricche di cationi (Na^+ , K^+ , Ca^{++}) la risposta ad un'eventuale ipocalcemia acuta appare di ridotta intensità ed i tessuti deputati al controllo del minerale coinvolto (intestino, ossa e rene) sono solitamente meno reattivi nei confronti dell'attività esplicata dal PTH¹.

Questo evento determinante ha quale inevitabile conseguenza una minore produzione del secondo regolatore ormonale, la vitamina D₃ appunto e, quindi, un'amplificazione incontrollata degli effetti negativi.

Gli eventi descritti sono stati ampiamente suffragati dal fatto che, molto spesso, in numerose bovine in preda ad inconfondibili sintomi di collasso puerperale, si sono comunque riscontrati dei livelli ematici di PTH e di vitamina D₃ riconducibili a situazioni di assoluta normalità³.

Concludendo, possiamo affermare che una forma di alcalosi ematica imputabile alla somministrazione di razioni ricche di cationi (Na^+ , K^+) sembra provocare una minore sensibilità dei recettori tissutali nei confronti del PTH, sensibilità prontamente ripristinata dall'aggiunta di un adeguato quantitativo di sali anioni (ricchi appunto di Cl^- e S^{2-}) e dalla successiva e conseguente acidosi da questi provocata¹.

L'alcalosi ematica rappresenta però, molto spesso, la quotidianità e la diretta conseguenza di errori valutativi nei confronti di una razione d'asciutta, nella quale, se di certo non viene aggiunto volontariamente del sodio (ad un'aggiunta di sodio, infatti, oltre all'alcalosi ematica si sommano forti rischi di edema mammario), è proprio il potassio (K^+) che, con frequenza sempre crescente, tende a giocare un ruolo da assoluto protagonista, visto poi che

la maggior parte dei foraggi impiegati nel razionamento (e che rappresentano ovviamente la stragrande maggioranza della sostanza secca di una razione d'asciutta) ne sono appunto molto ricchi.

Che siano poi le caratteristiche del terreno o l'eccessiva concimazione apportata in forma chimica od organica poco importa, il fattore determinante è che un'elevata concentrazione di potassio alimentare contribuisce ad alcalinizzare il sangue e quindi a ridurre drasticamente l'intera attività di controllo in corso d'ipocalcemia.

Ed è appunto l'eccessivo apporto alimentare di potassio che rappresenta il classico esempio in cui potrebbe entrare in gioco il bilanciamento anionico-cationico (BAC) della razione, dove il risultato finale del BAC è espresso in milliequivalenti (mEq) per kg di sostanza secca ed è calcolato considerando che il fine ultimo che ci siamo proposti è quello di ottenere, nella differenza tra la somma di Na^+ e K^+ e quella di Cl^- e S^{--} , un eccesso di anioni rispetto ai cationi.

Al risultato dell'operazione con eventuale valore negativo corrisponde, nella pratica clinica quotidiana, un effetto potenzialmente acidogeno, così come ad un risultato positivo coincide uno stato di alcalosi (Tab. 4).

La formula non rappresenta una novità assoluta visto che, ad esempio, è del tutto simile a quella utilizzata per calcolare il bilancio acido-base del sangue in corso di fluidoterapia, facendo comunque eccezione per il fatto che in quest'ultima lo S^{--} è stato sostituito dal bicarbonato (HCO_3^-) (Tab. 5).

Il livello negativo consigliato per una razione d'asciutta, raggiungibile quasi esclusivamente mediante l'aggiunta artificiale di sali anionici, è di -70/ -100 mEq per kg di sostanza secca⁵, valore in grado di consentire un'acidificazione del sangue e di aumentare l'efficienza fisiologica del metabolismo legato al calcio.

Per le corrette procedure di calcolo e le tabelle da utilizzarsi per lo stesso rimando al punto seguente, mentre qui non ci resta altro da dire che tra i tanti cationi ed anioni potenzialmente utilizzabili per il bilancio (ad esempio, Ca^{++} , Mg^{++} , P^{--}) si è scelto di limitare l'uso agli ioni monovalenti (lo zolfo rappresenta comunque un'eccezione), visto che questi ultimi presentano un potenziale assorbimento intestinale molto vicino al 90% (60% per lo S^{--}), contro un'assimilazione di gran lunga più bassa per gli ioni bivalenti e trivalenti.

Questi, infatti, manifestano un assorbimento per via intestinale molto variabile e per nulla preventivabile a priori, visto che le numerose interazioni che gli stessi instaurano con gli altri componenti della razione, la variabilità dello stato ormonale dei singoli animali e le alte concentrazioni spesso presenti nell'alimento, ne modificano di molto il tragitto metabolico.

Generalizzando, possiamo così affermare che l'assorbimento del Ca, del Mg e del P varia da un minimo del 30% ad un massimo del 50%.^{1,4}

Tutto questo ha portato all'esclusione degli stessi dalle operazioni di calcolo utilizzate nella pratica quotidiana, visto che la variabilità sopra esposta e le differenti condizioni nutrizionali in cui ci si trova ad operare non consentirebbero, appunto, di stimare con sufficiente precisione l'influsso che questi minerali potrebbero avere sul pH ematico dei singoli animali.

Tabella 4
Formula generica di calcolo del bilanciamento anionico-cationico

$$\text{DCAD (Dietary Cation Anion Difference)} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{S}^{--}) \text{ mEq/kg SS}$$

Tabella 5
Metodica di calcolo dell'Anion Gap (AG) in corso di fluidoterapia

$$\text{AG nel plasma} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-), \text{ mEq/litro}$$

BILANCIAMENTO ANIONICO-CATIONICO DELLA RAZIONE: COME CALCOLARNE IL VALORE

La teoria espressa nei paragrafi precedenti si concretizza essenzialmente in una semplice operazione di calcolo (vedi Tab. 4), anche se poi, per attuare una corretta procedura di bilanciamento anionico-cationico della razione, bisognerà comunque tenere sempre in mente alcune delle caratteristiche fondamentali correlate agli ioni utilizzati nella prevenzione ed illustrate, schematicamente, nella Tabella 6.

Per decidere così se la razione proposta per l'asciutta è capace di indurre ipocalcemia o meno (se quindi è potenzialmente alcalogena od acidogena) si devono dapprima effettuare le adeguate analisi chimiche degli alimenti utilizzati per l'eventuale razionamento con il fine di conoscerne il corretto apporto di minerale.

Subito dopo si può eseguire una valutazione globale della razione seguendo una delle due strade illustrate qui di seguito:

1. Dapprima, dividere il valore percentuale dell'elemento contenuto nella razione, ed espresso sulla sostanza secca, per il rispettivo peso milliequivalente, quindi effettuare la successiva somma dei cationi e degli anioni ed infine sottrarre il valore numerico totale espresso dai secondi (anioni) a quello ottenuto dai primi (cationi). Il risultato finale ottenuto da tale operazione va poi moltiplicato per dieci se si desidera avere il risultato espresso in mEq/kg di sostanza secca e non in mEq/100 g (sempre di sostanza secca)^{2,6} (Tab. 7).
2. Moltiplicare il valore dello ione considerato, ed espresso in percentuale sulla sostanza secca, per il rispettivo Valore di Conversione, ottenendo, in questo modo, il risultato finale espresso direttamente in mEq/kg di sostanza secca¹ (Tab. 7). I passaggi successivi sono del tutto simili a quelli illustrati nel punto 1.

Nella Tabella 8 sono riportati alcuni valori analitici di riferimento riconducibili ai principali alimenti impiegati nella pratica quotidiana e da utilizzarsi, a puro titolo indicativo, in mancanza di vere e proprie valutazioni dirette di laboratorio e di campo.

Ricordo poi, come già anticipato più volte, che il risultato finale delle operazioni illustrate nei due punti precedenti, nel particolare caso in cui ci si dovesse trovare a bilanciare una razione d'asciutta, deve sempre tendere ad un valore negativo (gli anioni devono essere presenti in un quantitativo superiore a quello dei cationi), e raggiungere,

Tabella 6
Principali caratteristiche degli ioni utilizzati nel bilanciamento anionico-cationico

Minerale	Peso Molecolare (grammi)	Valenza (carica)	Peso Equivalente (grammi)	* Peso mEq (milligrammi)	Fattore di conversione da % a mEq/kg
Sodio	23,0	+ 1	23	0,0230	435
Potassio	39,1	+ 1	39,1	0,0391	256
Cloro	35,5	- 1	35,5	0,0355	282
Zolfo	32,0	- 2	16	0,0160	624

* mEq = milliequivalenti

Peso mEq = Peso Molecolare diviso la Valenza diviso 1000

Tabella 7
Schemi di calcolo

1. $BAC = [(\%Na / 0,023 + \%K / 0,0391) - (\%Cl / 0,0355 + \%S / 0,016)] \times 10 = \text{mEq/kg S.S.}$
 - le percentuali si riferiscono al valore sulla sostanza secca.
 Esempio: nella razione utilizzata, in base alle analisi sulla SS, risultano i seguenti valori analitici
 $Na = 0,14\%$ * $K = 1,4\%$ * $Cl = 0,17\%$ * $S = 0,26\%$ * $Ca = 1,12\%$

Il bilancio anionico - cationico (BAC) della razione sarà:

$$[(0,14 / 0,023 + 1,4 / 0,0391) - (0,17 / 0,0355 + 0,26 / 0,016)] \times 10 =$$

$$[(6,08 + 35,8) - (4,78 + 16,25)] \times 10 =$$

$$(41,88 - 21,03) \times 10 = + 208,5 \text{ mEq / kg SS}$$

2. $BAC = (\%Na \times 435 + \%K \times 256) - (\%Cl \times 282 + \%S \times 624) = \text{mEq / kg SS}$
 Sempre con i dati della razione analizzata al punto 1, il BAC sarà:
 $(0,14 \times 435 + 1,4 \times 256) - (0,17 \times 282 + 0,26 \times 624) =$
 $(60,9 + 358,4) - (47,94 + 162,24) =$
 $419,3 - 21,18 = + 209,12 \text{ mEq / kg SS}$

In un calcolo finalizzato poi alla correzione di una razione d'asciutta caratterizzata da un forte potere alcalogeno, si dovranno calibrare i sali nella forma e nel quantitativo esatti per portare il tutto ad un livello di -70/-100 mEq / kg di SS.

Supponiamo di voler arrivare - 70 mEq / kg SS:

- a) Aggiungiamo solfato di calcio per portare lo zolfo da 0,26% a 0,4%, limite massimo consigliato:
 - per passare da 0,26% a 0,4% si devono aggiungere 1,4 g di S / kg SS
 - solfato di Ca ha 18% S su TQ => 1,4 g S = **7,7 gr di solfato di Ca / kg SS**
 - il solfato di Ca contiene anche 23% di Ca => 7,7 gr = 1,7 gr Ca
 - il livello di Ca della razione passa così da 1,12% a 1,29%.
- b) Supponendo che l'assunzione media degli animali considerati sia di 10 kg di SS / capo/di, avremo che il calcio consumato sarà di 129 g / capo / di (1,29% SS). Vogliamo arrivare a dare almeno 150 g / capo / di di Ca e quindi devo integrare ancora con 2,1 g di Ca / kg SS (21 g in 10 kg).
 Decidiamo così di utilizzare, per l'apporto di Ca, il cloruro di Ca (36% di Ca e 64% di S):
 - 2,1 gr di Ca = **5,8 g di cloruro di Ca/kg di SS della razione**
 - 5,8 gr di cloruro di Ca contengono anche 3,7 g di Cl
 A questo punto abbiamo che il livello di Cl della razione passa da 0,17% (1,7 g /kg SS) a 5,4 Grammi di Cl sempre sulla SS (0,54% Cl sulla SS).
- c) Ricalcoliamo il BAC: $(0,14 \times 435 + 1,4 \times 256) - (0,54 \times 282 + 0,4 \times 624) = + 17 \text{ mEq / kg SS}$
- d) Voglio arrivare a -70 mEq e quindi devo togliere ancora 17 + 70 mEq = 87 mEq mediante l'aggiunta di Cl (ricordo che lo S è già arrivato ai livelli massimi). Per questo fine voglio usare cloruro d'ammonio (66% di Cl), ma quanto? => $87 \text{ mEq / kg SS} / 282$ (fattore di conversione del cloro) = 0,3 = % di Cl da aggiungere (3 gr / kg / SS).
3 g di Cl / kg SS = 4,5 g di cloruro d'ammonio / kg di SS della razione.

Alla fine possiamo dire che questa dieta necessita, per poter raggiungere un bilanciamento negativo (-70 mEq /kg /SS), dei seguenti quantitativi di sali anionici per kg di Sostanza Secca della razione:

$$\left. \begin{array}{l} - 7,7 \text{ g di solfato di Ca} \\ - 5,8 \text{ g di cloruro di Ca} \\ - 4,5 \text{ g di cloruro d'ammonio} \end{array} \right\} 18 \text{ grammi di prodotto / kg di SS della razione}$$

per esprimerci con puri valori numerici, il livello di -70/-100 mEq/kg di SS (in una razione da lattazione, al contrario, tale risultato dovrebbe sempre essere positivo, tanto più alto tanto più alta è la produzione delle bovine).

Se così non fosse (come nel caso assai frequente in cui i foraggi si presentassero molto ricchi in potassio!), con il fine di adeguare la razione al particolare stato fisiologico, si deve obbligatoriamente aggiungere agli alimenti una quota

appositamente calibrata di sali anionici, il cui quantitativo esatto dovrebbe essere calcolato di volta in volta per poter raggiungere infine il valore negativo desiderato.

I sali anionici più utilizzati per la preparazione industriale di alimenti minerali destinati all'alimentazione animale sono essenzialmente sei: cloruro di magnesio, solfato di magnesio, cloruro di calcio, solfato di calcio, cloruro d'ammonio ed il solfato d'ammonio (Tab. 9).

Tra i sei che annoveriamo, sicuramente il più attivo è il cloruro d'ammonio, mentre tutti i sali di magnesio non sembrano avere grandissimi effetti sul pH urinario¹.

Il solfato di magnesio ed il cloruro di magnesio, in particolare, vengono comunque utilizzati nella formulazione di prodotti commerciali con il fine pratico di controbilanciare i possibili effetti negativi esercitati dal potassio e dai sali d'ammonio proprio sull'assorbimento intestinale del magnesio stesso¹.

Da ultimo dobbiamo ricordare che, vista la notevole perdita di Calcio per via renale (perdita che si verifica sempre quale conseguenza dell'utilizzo di diete acidogene), l'integrazione alimentare di questo minerale non dovrebbe mai seguire i dettami imposti per la classica razione

d'asciutta che prevede appunto un basso apporto alimentare del calcio stesso.

Infatti, nonostante i fabbisogni non siano ancora stati chiariti completamente, con il bilanciamento anionico si deve ricorrere ad un'integrazione aggiuntiva di calcio (superando la faticosa soglia di 80-100 grammi/capo/giorno proposta dalle metodiche tradizionali) in quanto, se ciò non avvenisse, si correrebbe il rischio paradossale di provocare un'ipocalcemia dovuta, non ad un insufficiente assorbimento intestinale o ad uno scarso rimaneggiamento osseo di questo minerale, ma ad un impoverimento ematico eccessivo causato da una massiccia eliminazione dello stesso per via renale¹.

RISVOLTI PRATICI

Ed ecco infine alcuni semplici consigli di pratica utilità che ci potrebbero aiutare nel mettere a frutto le indicazioni teoriche sopra illustrate, indicazioni che comunque, se applicate senza cognizione di causa, non si possono mai considerare completamente esenti da rischi.

1. Nel dubbio, verificare la concentrazione di sodio, potassio, calcio e magnesio degli alimenti utilizzati per il razionamento d'asciutta. Tra tutti, prestare la maggior attenzione nei riguardi del potassio contenuto nei foraggi.
2. Visto poi che il livello del potassio alimentare è la componente più pericolosa per questo tipo di patologia (se si passa da una concentrazione del 1,1% sulla SS al 2,1%, aumenta l'incidenza del collasso puerperale dal 10% al 50% circa), si consiglia l'impiego dei sali anionici quando i foraggi utilizzati ne contengono più del 2%. Se il livello fosse addirittura superiore al 2,5%, se ne sconsiglia a priori l'utilizzo per razioni d'asciutta, visto che il quantitativo di sali anionici da utilizzarsi per ottenere risultati concreti sarebbe troppo elevato per una corretta ed agevole applicazione. Nei foraggi comunque il livello di potassio tende a diminuire con l'avanzare dello stadio di maturazione della pianta od in seguito al dilavamento da parte della pioggia.

Tabella 8
Valori analitici di riferimento (*) di alcune materie prime espressi sulla S.S. (fonte NRC - 1989)

Materia prima	Cl	K	Na	S
Barbabietola disidratata	0,04	0,20	0,21	0,22
Cotone seme	-	1,00	0,01	0,26
Fieno loietto	-	1,56	-	-
Fieno di medica	0,38	2,52	0,14	0,28
Fieno prato	-	1,59	0,18	-
Fieno trifoglio ladino	0,30	2,62	0,13	0,21
Grano crusca	0,05	1,56	0,04	0,25
Grano seme	0,08	0,42	0,05	0,18
Grano paglia	0,32	1,42	0,14	0,19
Girasole f.e. integrale	-	1,06	-	0,33
Mais corn gluten	0,25	0,64	0,15	0,23
Mais distillers	0,08	0,43	0,18	0,10
Mais seme	0,05	0,37	0,03	0,12
Mais glutine 60% p.g.	0,10	0,21	0,06	0,72
Mais pianta insilata	-	1,54	0,03	0,11
Melasso canna	-	3,60	0,20	0,46
Orzo seme	0,18	0,47	0,03	0,12
Orzo paglia	0,67	2,37	0,14	0,17
Soia f.e. 44 % p.g.	0,08	1,98	0,03	0,37
Soia seme integrale	0,03	1,82	0,02	0,24

(*) Valori puramente indicativi e, soprattutto per quel che riguarda i foraggi, da verificare di volta in volta.

Tabella 9
Valori di riferimento di alcuni sali utilizzati per il BAC

Nome del sale	Formula chimica	Calcio	Magnesio	Cloro	Zolfo	*Umidità
- Magnesio cloruro esaidrato	MgCl ₂ ·6H ₂ O	—	12	34,9	—	53,1
- Magnesio solfato monoidrato	MgSO ₄ ·H ₂ O	—	17	—	22	13
- Calcio cloruro anidro	CaCl ₂	36	—	64	—	—
- Calcio solfato diidrato	CaSO ₄ ·2H ₂ O	23	—	—	18	20,9
- Solfato d'ammonio	(1) (NH ₄) ₂ SO ₄ ·nH ₂ O	—	—	—	8,5	65
- Cloruro d'ammonio	(2) NH ₄ Cl	—	—	66	—	—

*L'umidità viene riportata solamente per quei sali in cui l'acqua non rappresenta una componente d'inclusione ambientale, ma è un costituente intrinseco alla formula ed è in grado di falsare i conti dell'operatore se non correttamente calcolata (i valori di riferimento del razionamento sono sulla sostanza secca). Per gli altri sali l'umidità di origine ambientale (non riportata) si aggira sul 3 - 5% massimo e quindi i valori sul T.O. sono assimilabili a quelli sulla SS.

(1) Il titolo del solfato d'ammonio è in funzione della % di tale prodotto all'interno di una soluzione acquosa. Per legge tale soluzione deve contenere almeno il 35% di solfato d'ammonio ed è appunto su tale concentrazione minima che calcoliamo le percentuali.

(2) Ricordo che in Italia, l'utilizzo del cloruro d'ammonio, riportato da numerosissimi autori come il componente acidificante più attivo in assoluto, non è consentito, per fini zootecnici, dall'attuale legislazione.

3. In asciutta il livello di potassio dell'intera razione deve restare sempre e comunque sotto l'1,5% sulla SS.
4. Con le analisi degli alimenti alla mano, calcolare il bilancio anionico-cationico della razione proposta e non ancora integrata con sali anionici. Se il risultato dovesse essere maggiore di +200 mEq/kg di SS, sostituire completamente gli alimenti più a rischio (solitamente i foraggi). Se, al contrario, il risultato finale fosse inferiore a +200 mEq/kg, rimuovere gli integratori alimentari salini che possono eventualmente incidere su tale valore (es., bicarbonato di sodio, cloruro di sodio,...) e procedere all'integrazione con sali anionici fino al raggiungimento di -100 mEq/kg di SS.
5. L'integrazione con sali anionici deve essere praticata negli ultimi quindici-venti giorni d'asciutta visto che, se da un lato si verifica una forte dissoluzione ossea ed assorbimento intestinale del calcio, dall'altra si può realizzare (soprattutto se prolungata nel tempo e con una razione non adeguatamente integrata) una pericolosa demineralizzazione scheletrica, conseguente ad una massiccia e continua escrezione, per via renale, del calcio stesso.
6. Miscelare molto bene all'intera razione i sali anionici, visto che la loro appetibilità è decisamente molto bassa!
7. Il quantitativo totale di sali anionici da usarsi quotidianamente si aggira, in media, sui 200 g / capo / di.
8. Raggiungere i 140-150 grammi/capo/giorno di calcio sull'intera razione (1,3 -1,5% sulla SS). Questo risultato può essere ottenuto anche grazie agli stessi sali anionici (cloruro di calcio e solfato di calcio). Se dovessero essere utilizzati soprattutto i solfati, ricordarsi sempre di non superare mai lo 0,40% di S sulla SS della razione, per non creare così fenomeni di competizione con l'assorbimento intestinale di altri minerali (del selenio ad esempio). L'integrazione aggiuntiva del calcio è indispensabile, tra l'altro, per prevenire una possibile ipocalcemia paradossale attribuibile ad una perdita massiccia del minerale per via renale, perdita spesso quantitativamente superiore al calcio reso disponibile dal maggiore rimaneggiamento osseo o dall'aumentato assorbimento intestinale.
9. Tenere il livello del fosforo totale tra i 30 e i 60 grammi/capo/giorno (livelli superiori ai 60 grammi potrebbero rallentare la sintesi renale della forma attiva della vitamina D3 (1-25 diidrossicolecalciferolo)¹).
10. Controllare il pH delle urine delle bovine sottoposte al trattamento. Perché l'integrazione con sali anionici possa considerarsi calibrata in modo corretto, il pH dovrebbe attestarsi, due settimane circa dopo l'inizio della prevenzione, a valori compresi tra 6 e 7,3.

CONCLUSIONI

Abbiamo così constatato come l'ipocalcemia puerperale non si manifesti solamente in seguito ad un eccessivo apporto alimentare di calcio o nell'esclusiva forma clinica del collasso ma come tenda, sempre più spesso, a nascondersi

dietro una facciata ambigua, mascherata a volte da dislocazione abomasale, da ritenzione placentare, da distocia o da chetosi (di riflesso ad un'ipomotilità prolungata che conduce inesorabilmente ad un insufficiente apporto alimentare).

Possiamo così concludere tranquillamente che il mancato controllo di un simile dismetabolismo è in grado di provocare, al di là di una sintomatologia acuta ed eclatante, gravi e subdole ripercussioni sul corretto svolgimento dell'intera lattazione.

E questi eventi patologici possono comunque verificarsi, come purtroppo ci insegna la pratica quotidiana, anche nel caso in cui noi abbiamo fatto di tutto pur di rispettare i corretti apporti di calcio e di fosforo all'interno della razione alimentare, così come auspicato dalle pur consolidate tecniche nutrizionali.

Tutto questo è avvenuto perché un nemico subdolo, il potassio in particolare, si è accumulato nei foraggi che utilizziamo molto spesso per il razionamento della bovina in asciutta (ricordo che la maggior parte della SS della razione è costituita appunto da fieno), causando l'insorgenza di quelle impercettibili modifiche dello stato metabolico animale che sono in grado, da sole, di sfociare in gravissime patologie nell'esatto momento in cui si materializza il parto.

Non solo calcio e fosforo quindi, ma un sottile intreccio in grado di influire negativamente sull'equilibrio acido-basico del sangue e, di riflesso, sulla delicata trama fisiologica deputata al bilanciamento ematico dei minerali.

I mezzi di controllo ci sono e a noi non resta che analizzare i prodotti a nostra disposizione, fare qualche piccolo calcolo e tentare così di risolvere il problema!

Parole chiave

Anioni, cationi, potassio, acidosi, alcalosi, ipocalcemia puerperale.

Key words

Anions, cations, potassium, acidosis, alkalosis, milk fever.

Bibliografia

1. J.P. Goff: "Cation-Anion difference of diets e its influence on milk fever". U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, National Animal Disease Center. Metabolic Diseases and Immunology Research Unit.
2. Barney Harris: "Maintaining the proper Cation-Anion Balance in dry cow ration". University of Florida - Institute of Food Agricultural Service.
3. Elliot Block: "Dietary Cation-Anion Balance in dairy cow nutrition". Dep. of Animal Science Macdonald Campus, McGill University - Canada.
4. C.F. Ramberg, J.D. Ferguson, D.T. Galligan: "Metabolic basis of the Cation-Anion Difference concept". Center for Animal Health and Productivity - University of Pennsylvania, School of Veterinary Medicine - 1996.
5. R.L. Preston - Texas Tech University. "Research examines need for potassium in ruminant nutrition". Texas Forage e Grassland Council Annual Meeting - December 1994.
6. B. Harris, D.K. Beede: "Dietary Cation-Anion Balancing of rations in the prepartum or late dry period". University of Florida - Institute of Food and Agricultural Sciences.