

**GESTIONE DELLA MANDRIA**

# Metabolismo minerale nella vacca in transizione: rivisitare la differenza cationi-anioni nel pre-parto e valutarne l'impatto su ipocalcemia e performance post-parto

Elliot Block\*, Cristian Rota\*\*

\*Senior Manager, Technology Arm & Hammer Animal Nutrition, Princeton, NJ (USA)

\*\*Servizio Tecnico Bovine Latte, Granda Team, Savigliano (CN)

**M**olta attenzione è stata posta nella nutrizione della vacca da latte nei confronti dei fabbisogni di mantenimento e produzione delle principali categorie di nutrienti: proteine, carboidrati, lipidi, vitamine e minerali.

Il lavoro dei nutrizionisti si è focalizzato principalmente nella suddivisione dei principali nutrienti in più sottoclassi specifiche al fine di definire meglio i fabbisogni e di permettere una migliore formulazione delle diete a partire dall'analisi chimica degli alimenti.

Per esempio, nel caso delle proteine, si sono definite le categorie di proteina degradabile e indegradabile a livello ruminale, e le frazioni solubili e insolubili con un'ulteriore suddivisione in peptidi, aminoacidi liberi e azoto ammoniacale. Analogamente, i carboidrati sono stati suddivisi in strutturali e non strutturali, con un'ulteriore differenziazione delle due sottoclassi nei loro costituenti più specifici.

Per quanto riguarda invece i minerali, la situazione è leggermente diversa. Questa classe di nutrienti include infatti svariati elementi che presentano fabbisogni differenti e unici, e che possono presentare o meno connessioni biologiche tra di essi. Come è noto, sono suddivisi in due categorie, macrominerali e microminerali, classificazione non basata su funzioni bio-

logiche ma piuttosto sulle quantità che di questi possono essere rilevate nei tessuti animali e negli alimenti; nel caso dei macrominerali si è nell'ordine di alcuni punti percentuali, mentre per i microminerali si parla di milligrammi per kilogrammo di sostanza secca.

I minerali, più di ogni altra classe di nutrienti, sono parte integrante in tutte le funzioni biologiche dell'organismo. Tali funzioni includono:

- l'espressione e regolazione dei geni;
- i sistemi enzimatici che regolano le funzioni cellulari;
- l'attività e funzionalità delle vitamine;
- il bilancio osmotico;
- la detossificazione;
- l'immunità;
- le funzioni delle membrane cellulari;
- il bilancio acido-base e la sua regolazione;

• la funzione strutturale (tessuto osseo). A dispetto di tali funzioni così rilevanti dei vari minerali è necessario però sottolineare che, rispetto alle altre classi di nutrienti, lo studio delle interazioni tra i minerali e tra questi ultimi e le altre classi di nutrienti è stato deficitario, soprattutto per l'estrema complessità richiesta nella variazione del tenore di un minerale nella dieta tenendo costante il livello di tutti gli altri. Con ciò non si vuole sostenere che l'aspetto del bilancio minerale e dei rap- ►►

# ► La vacca e la mandria

porti e interazioni tra i vari elementi sia assente dalla letteratura scientifica, ma piuttosto che al momento non esista ancora un concetto unificante sul bilancio minerale.

Scopo del presente lavoro è quello di rivisitare l'aspetto della nutrizione minerale relativo alla differenza tra cationi e anioni nella dieta delle bovine in preparto, valutandone poi l'impatto sulla calcemia ematica al parto e le ripercussioni su salute e produzione all'inizio della lattazione.

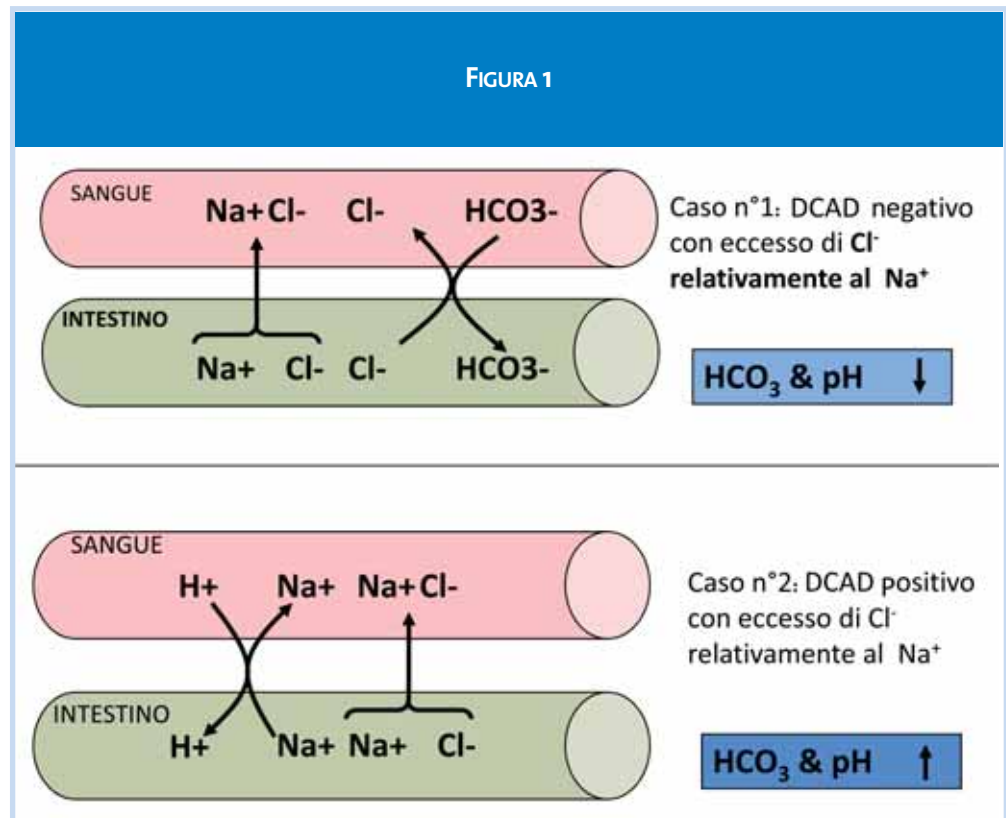
## Il concetto del bilanciamento anioni-cationi nelle razioni

Shohl e Sato (1923) furono i primi a proporre la relazione tra minerali e stato acido-base nell'organismo. Shohl (1939) propose che il mantenimento di un normale equilibrio acido-base dovesse necessariamente richiedere l'escrezione di cationi e anioni in eccesso nella dieta, ipotizzando che il consumo degli uni, in eccesso rispetto agli altri, inducesse alterazioni dello status acido-base.

Una volta che i nutrizionisti iniziarono a testare questa ipotesi, si comprese come le relazioni tra minerali influenzassero numerosi processi metabolici. Leach (1979) e Mongin (1980, 1981), analizzando

la letteratura al riguardo, teorizzarono che per il mantenimento della omeostasi acido-base animale si dovesse conservare un continuo input e output di acidità. Si dimostrò inoltre che l'ingestione netta di acidità era legata alla differenza tra cationi e anioni presenti nella dieta. Gli ioni Sodio (Na), Potassio (K), Cloro (Cl) e Zolfo (S) furono individuati come gli elementi più importanti da questo punto di vista nelle bovine da latte (Dishington, 1975). Da allora, diversi altri minerali sono stati testati in varie equazioni, verificando come lo status acido-base sia il principale aspetto fisiologico controllato dai minerali, o più precisamente, come lo status acido-base sia regolato dalla concentrazione di ioni idrogeno nel sangue, influenzando poi di conseguenza la capacità tampone del sangue e dei tessuti.

Nel formulare diete per vacche da latte, calcolando la differenza tra cationi e anioni assunti con la dieta (DCAD), espressa come meq/100 g di SS, si possono determinare valori positivi piuttosto che negativi con risultati sulla fisiologia che possono essere spiegati meglio riferendosi alla figura 1. Nel caso n° 1, un DCAD negativo causato da un eccesso di Cl<sup>-</sup> rispetto al Na<sup>+</sup>, determina una perdita di tamponi a livello ematico (e crea un'acidosi meta-



bolica), mentre nel caso n° 2 un DCAD positivo, dato da un eccesso di  $\text{Na}^+$  rispetto a  $\text{Cl}^-$ , causa un aumento dei bicarbonati ematici. In entrambi i casi, quantità equimolari di  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  sono assorbite insieme e l'elettro-neutralità è mantenuta. Nel caso 1, l'eccesso di  $\text{Cl}^-$  è assorbito con lo scambio in uscita di uno ione bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), causando una perdita di potere tampone ematico e un eventuale stato di acidosi metabolica. Nel caso 2, l'eccesso di  $\text{Na}^+$  è assorbito tramite scambio con uno ione idrogeno ( $\text{H}^+$ ), sempre per mantenere l'elettro-neutralità. In tal caso non si produce più potere tampone direttamente ma, tramite la rimozione di acidità, si permette l'accumulo di bicarbonati che non sono necessari per il tamponamento dell'acidità in uscita. Il  $\text{K}^+$  agisce similmente al  $\text{Na}^+$

in tale meccanismo e similmente, ma in direzione opposta, può agire lo zolfo acidificando il sangue. Si comprende a questo punto il sistema che sottende le equazioni del DCAD.

## Sviluppo delle equazioni per la differenza cationi-anioni

Si è osservato come il pH ematico sia, in ultima analisi, determinato dal numero di cationi e anioni assorbiti nel sangue. Numerose equazioni sono state pubblicate per il calcolo del DCAD in diete per vacche da latte. Due pubblicazioni recenti hanno aiutato a fare chiarezza tra le tante equazioni sviluppate nel corso degli anni (Charbonneau *et al.*, 2006 e Lean *et al.*, 2006). Entrambe sono meta-analisi elaborate a partire da corposi database. Tali lavori indicano che le due equazioni:

$(\text{Na} + \text{K}) - (\text{Cl} + \text{S})$  e  $(\text{Na} + \text{K}) - (\text{Cl} + 0.6 \text{S})$  predicono la risposta animale con accuratezza e in modo molto simile; pare perciò opportuno utilizzare la prima di tale formule (che risulta essere anche quella originale), dal momento inoltre che essa viene usata anche in numerosi programmi oggi esistenti di formulazione delle diete.

## Impatto del DCAD sullo status acido-base ematico e sua predittibilità

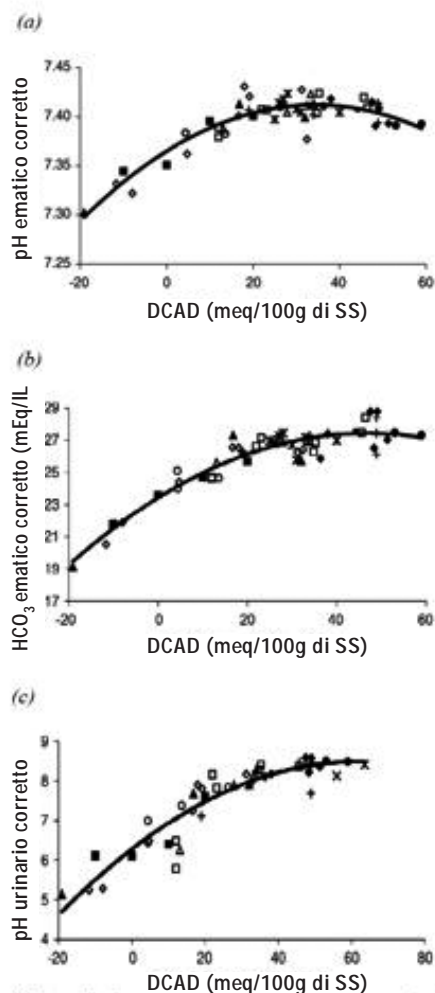
Vi sono numerosi studi e meta-analisi che dimostrano come l'alterazione del DCAD della dieta di una vacca in qualsiasi stadio del ciclo produttivo influenzi direttamente il pH ematico e urinario, così come gli ioni  $\text{HCO}_3^-$  ematici (Sanchez *et al.*, 1994; Spanghero, 2004; Apper-Bossard *et al.*, 2006; Lean *et al.*, 2006; Charbonneau *et al.*, 2006; Hu and Murphy, 2004; Hu *et al.*, 2007).

Tali lavori mostrano come all'interno dei limiti imposti dall'omeostasi fisiologica vi sia una relazione quasi lineare e positiva tra DCAD e pH ematico e urinario, così come con i bicarbonati ematici. Una volta poi che il pH arriva a valori prossimi tra 7,4 e 7,45, la curva di risposta flette e non è più lineare.

Questo comportamento è illustrato in figura 2 (Hu and Murphy, 2004) in cui è stata esaminata la relazione tra DCAD, pH ematico,  $\text{HCO}_3^-$  ematico, e pH urinario in vacche a metà lattazione in una meta-analisi condotta a partire da 17 studi e 69 diverse diete.

Ricapitolando, sino a ora si è discusso di

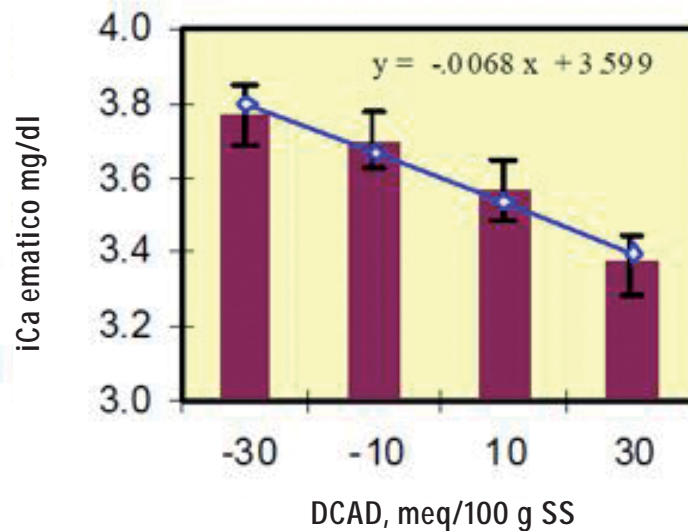
**FIGURA 2. Rapporto tra pH ematico (a), bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) (b), pH urinario (c), e DCAD**



(Hu e Murphy, 2004)



FIGURA 3. Risposta del calcio ionizzato (iCa) ematico a 4 livelli di DCAD dopo infusione di EDTA allo scopo di mimare un stato di ipocalcemia



(Giesy *et al.*, 1997)

come cationi e anioni possano influenzare la fisiologia animale, dello sviluppo delle equazioni del DCAD e di come i vari minerali possano influire sui processi fisiologici che portano a un'alterazione della chimica acido-base. Nella seconda parte di questa pubblicazione esamineremo invece l'applicazione della variazione del DCAD nelle razioni per bovine in pre-parto per migliorarne la salute e la produttività.

## Manipolazione del DCAD nella vacca da latte: DCAD negativo nella vacca in transizione

Diversi anni fa, alcuni studiosi scoprirono che diete in grado di ridurre il pH ematico determinavano un aumento della concentrazione di calcio nel sangue riducendo l'incidenza dell'ipocalcemia clinica (collasso puerperale) (Ender *et al.*, 1962, 1971; Dishington, 1975).

Il concetto del raggiungimento della riduzione dell'alcalinità ematica tramite una riduzione del DCAD, con il conseguente effetto sulla calcemia ematica al parto, fu poi introdotto in Nord America da Block (1984) e ulteriormente specificato poi dal-

lo stesso autore in successive pubblicazioni (Block, 1988). Ciò portò alla definizione della pratica di somministrare diete con più anioni al fine di ridurre l'incidenza dell'ipocalcemia clinica.

## DCAD e livello del calcio ematico al parto

L'inizio della lattazione causa un rapido e forte drenaggio di calcio ematico per la produzione di latte. Se il calcio perso non è rapidamente sostituito da altro minerale riassorbito dal tessuto osseo o assorbito a livello intestinale, la vacca entra in uno stato di ipocalcemia con il rischio di andare incontro a collasso puerperale.

La riduzione del DCAD della dieta pre-parto a valori negativi è stata dimostrata da diversi autori essere in grado di prevenire questo rapido declino della calcemia al parto. Si tratta di un concetto ben illustrato in figura 3 e in tabella 1. Giesy *et al.* (1997) hanno infatti mostrato che quando diete a diverso DCAD sono state somministrate a vacche trattate con infusione di EDTA - al fine di rimuovere calcio dal sangue - gli animali presentavano una calcemia ematica più elevata nel caso di diete con DCAD maggiormente negativo (figura 3). In uno studio su vacche al par-

**Tabella 1. Correlazione tra concentrazione di calcio ematico e DCAD da 48 ore pre-parto a 36 ore post-parto**

Tempo (ore)	Coefficiente di correlazione	Probabilità di significatività (P>F)
48 pre-parto	-0,47	0,048
36 pre-parto	-0,38	0,121
24 pre-parto	-0,33	0,162
12 pre-parto	-0,46	0,046
Parto	0,55	0,015
12 post-parto	-0,59	0,013
24 post-parto	-0,27	0,248
36 post-parto	-0,46	0,058

(Leclerc e Block, 1989)

to, Leclerc e Block (1989) hanno altresì evidenziato un'elevata e significativa correlazione negativa tra DCAD e concentrazione ematica di calcio, che risulta più forte a partire da 12 ore prima sino a 12 ore dopo il parto (tabella 1).

Esistono diverse ragioni fisiologiche che possono spiegare come un DCAD negativo (condizione di acidosi ematica) aiuti a mantenere una calcemia ottimale.

Le tre maggiori vie di approvvigionamento di calcio a livello ematico sono l'assorbimento intestinale, il riassorbimento dalle ossa (mobilizzazione) e il riassorbimento a livello renale.

Come illustrato da Block (1988), è difficile che la manipolazione del DCAD possa avere un effetto diretto sull'assorbimento di calcio intestinale. Vi sono inoltre evidenze che la funzione renale, pur giocando un ruolo in tale metabolismo, non è sicuramente in grado di potenziare il riassorbimento di calcio al fine di reintrodurlo nel torrente circolatorio. Anzi, l'effetto di un'acidosi cronica ematica è quello di una maggiore escrezione urinaria di calcio (Goulding and Campbell, 1984; Lemann *et al.*, 1967).

Piuttosto, l'azione di diete con DCAD negativo, causando un aumento dell'escrezione di calcio urinario (Takagi and Block, 1991), determina una risposta, mediata dalla vitamina D e dall'ormone paratiroideo (PTH), che porta alla mobilizzazione del calcio dalle ossa.

Inoltre, fattore ancora più importante, lo stato di acidosi metabolica tende a stimolare tale mobilizzazione del calcio osseo:

- creando il necessario ambiente acido per l'azione degli enzimi lisosomiali e mitocondriali negli osteoclasti;
- permettendo una rapida produzione di

altri acidi lisosomiali e citoplasmatici in tali cellule del sistema osseo, quali l'acido lattico e ialuronico;

- creando una riduzione localizzata del pH attorno alle cellule ossee, aumentando la dissoluzione dei minerali in tale tessuto.

Un altro importante aspetto evidenziato dalla ricerca è che uno stato di alcalosi ematica moderata (elevato DCAD nella dieta) riduce la capacità della vacca al parto di mantenere la normocalcemia poiché determina una riduzione della risposta del tessuto osseo all'azione dell'ormone paratiroideo (PTH) (Goff *et al.*, 1991; Phillippo *et al.*, 1994) come conseguenza di un'alterazione della conformazione dei suoi recettori nei tessuti bersaglio. In questa condizione di "insensibilità" da parte dei recettori del PTH all'azione dell'ormone stesso (sia a livello di tessuto osseo sia in sede renale) la capacità di attivare una forte mobilizzazione del calcio viene ridotta sensibilmente, con la conseguente impossibilità di mantenere il dovuto livello di calcio ematico.

Purtroppo le razioni tipiche degli animali in asciutta sono spesso caratterizzate da una forte capacità di indurre una situazione come quella appena descritta, in ragione dell'elevato contenuto di potassio dei foraggi, che rappresentano, d'altro canto, una quota notevole della dieta degli animali in fase finale di gestazione.

Ciò si traduce nella formulazione di diete caratterizzate da una differenza tra cationi e anioni (DCAD) fortemente positiva che, come dimostrato da Goff e Horst (1997), inducono lo stato di alcalosi metabolica riducendo la capacità di mantenere la normocalcemia. Sono stati pubblicati diversi studi riguardanti l'effetto di foraggi aventi diverso DCAD sullo status acido-base e sul metabolismo minerale





Tabella 2. Valori di potassio (% su s.s.) di 686 analisi di foraggi e unifeed per l'asciutta (2007-2010)

Alimento	Campioni (n.)	Media campioni	Valore minimo	Valore massimo
Paglia	15	<b>0,96</b>	0,26	2,38
Fieno misto	371	<b>1,54</b>	0,30	3,96
Fieno loietto	96	<b>1,78</b>	0,55	3,26
Fieno avena	11	<b>1,32</b>	0,58	2,06
Fieno panico	6	<b>2,30</b>	0,75	4,10
Fieno misto fasciato	18	<b>1,67</b>	0,54	2,71
Silomais	8	<b>0,69</b>	0,26	1,00
Loietto insilato	18	<b>1,77</b>	0,78	3,79
Altre gram. insilate	17	<b>1,21</b>	0,42	2,16
Unifeed asciutta	126	<b>1,21</b>	0,23	2,71

Fonte: Laboratorio Aral Crema.

delle vacche nel periparto.

Uno dei più recenti (Rerat 2009) ha verificato l'effetto della somministrazione di diete di asciutta con foraggi caratterizzati da una notevole differenza nella concentrazione di potassio (3,3% contro 1,3%). In tale studio, il sensibile aumento del DCAD determinato dall'utilizzo del foraggio con elevato potassio ha portato, di fatto, a una variazione dell'omeostasi acido-base degli animali, aumentando l'alcalosi metabolica delle bovine con tale dieta, con effetto negativo sul bilancio del calcio e del fosforo e una riduzione dell'ingestione di sostanza secca nei primi giorni di lattazione.

## Ipocalcemia clinica e subclinica

In un'indagine epidemiologica condotta nel 2007 (USDA, 2009), l'83,5% del totale delle stalle negli Stati Uniti indicava l'ipocalcemia clinica come un problema esistente con un'incidenza del 4,9%. Tale cifra è leggermente inferiore alla stima fatta nel 1993, con una percentuale compresa tra il 5 e il 7% (Jordan e Fourdraine, 1993). Ricerche precedenti hanno indicato che animali con ipocalcemia clinica producono il 14% in meno di latte, con una riduzione anche nella durata della carriera produttiva (Block, 1984; Curtis *et al.*, 1984). Inoltre, tale patologia è associata a un aumento del rischio di chetosi, mastiti, distocia, dislocazione dell'abomaso e ritenzione della placenta (Curtis *et al.*, 1984; Wang, 1990; 1993; Oetzel *et al.* 1988). Guard (1996) ha stimato che il costo per un caso di collasso puerperale si possa at-

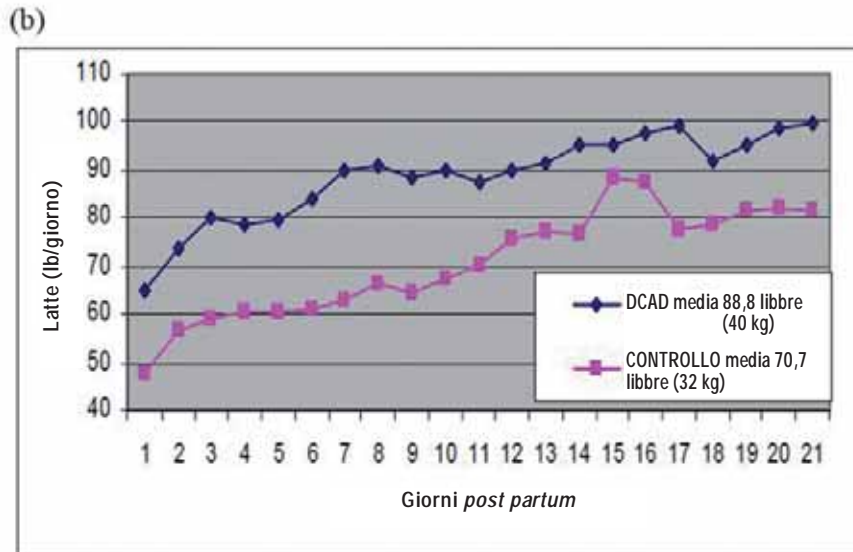
testare attorno a \$ 334.

L'aspetto di un'indagine simile svolta dall'USDA nel 2002 (Reinhardt T.A. *et al.*, 2010), e che riveste un'importanza ancora maggiore, è che la prevalenza della forma subclinica dell'ipocalcemia è stimata attorno al 50% negli animali pluripari e a un rilevante 25% anche nelle primipare. La forma subclinica non induce ovviamente la comparsa di segni evidenti della patologia, ma comunque determina una caduta sostanziale della calcemia al parto, come dimostrato da Kimura *et al.* (2006); tale riduzione determina facilmente calo di ingestione nel post-parto, distocia, chetosi e ritenzione di placenta. Data l'elevata incidenza della forma subclinica, l'impatto economico in allevamento è quindi molto maggiore rispetto alla forma clinica.

Come indicato inizialmente da Block (1984) e successivamente da altri autori (Leclerc e Block, 1989; Roche *et al.*, 2003; Penner *et al.*, 2008), la formulazione di diete con DCAD negativo riduce la severità della caduta della calcemia al parto, anche quando non si ha presenza evidente di collassi.

Ovviamente l'ipocalcemia (clinica e subclinica) è una patologia multifattoriale che non dipende solo dal livello di DCAD della dieta pre-parto. In un modello comprensivo derivato da una meta-analisi, Lean *et al.* (2006) hanno descritto l'equazione del DCAD a quattro minerali come quella che determina il maggiore contributo all'insorgenza della malattia, rilevando però che anche altri fattori nutrizionali e gestionali hanno un peso indipendente (livello di calcio, magnesio e fo-

FIGURA 4



Le unità di misura sono libbre 1 lb = 0,454 KG

sforo nella dieta pre-parto, numero di lattazione e numero di giorni in cui gli animali ricevono la dieta pre-parto).

### DCAD nel preparto: influenza sull'ingestione di sostanza secca pre-parto e post-parto e sulla produzione a inizio lattazione

L'effetto della riduzione del DCAD sull'ingestione di sostanza secca pre-parto ha spesso costituito un punto delicato e cruciale per la sua adozione in campo. Horst *et al.* (1994) hanno dimostrato, infatti, come un supplemento di quantità superiori a 300 meq di anioni/kg di dieta può ridurre l'ingestione.

Nella loro meta-analisi, anche Charbonneau *et al.* (2006) hanno evidenziato una tale relazione, anche se molti degli studi individuali non mostravano tale effetto di riduzione di ingestione all'aumentare del dosaggio di anioni.

Alcuni punti possono però essere definiti:

- l'effetto negativo sembra essere certo solo qualora più di 300 meq/kg (30 meq/100 gr) di sali anionici sono aggiunti alla dieta;
- le manze risultano più sensibili rispetto alle pluripare;

- la maggior parte degli studi sulla supplementazione anionica sono stati condotti utilizzando sali anionici che possono creare problemi di appetibilità anche quando sono richiesti meno di 300 meq/kg;
- ricerche condotte con fonti anioniche non minerali non hanno evidenziato tale riduzione dell'ingestione di sostanza secca (DeGroot *et al.*, 2004; Siciliano-Jones *et al.*, 2008).

Dal punto di vista dei benefici sulla produzione in lattazione e sulla salute animale, sono stati già presentati in precedenza alcuni dati. Ovviamente non è chiaro se il miglioramento delle performance produttive sia direttamente da collegare al miglioramento dello status del calcio ematico al parto, o indirettamente attraverso la riduzione delle patologie cliniche e subcliniche post-parto.

Basandosi sulla letteratura disponibile in materia, le stime del miglioramento della produzione di latte, allorché si somministrano diete preparto con DCAD negativo, variano da 800 kg (Degaris *et al.*, 2004; Degaris and Lean, 2008) sino a 1400 kg nel corso dell'intera lattazione di una bovina. Per entrare nel dettaglio di tale aspetto e verificare l'effetto del DCAD negativo sulla produzione a inizio lattazione, è stato condotto uno studio da DeGroot (2004) per la tesi di dottorato, con una successi-



# La vacca e la mandria

va risultante pubblicazione (DeGroot *et al.*, 2010). In tale studio, a vacche in pre-parto sono state somministrate 4 diete iso-energetiche e iso-proteiche, ma con diversità di DCAD. La produzione post-parto e l'ingestione è stata monitorata per 21 giorni. La dieta controllo presentava un DCAD di +20 meq/100 g SS, mentre le altre tre avevano DCAD compreso tra -7 e -10 meq/100 g SS, una con sali anionici e le altre due da fonti anioniche non minerali. I risultati della prova sono mostrati in figura 4. La produzione di latte è risultata significativamente più alta per tutte e tre le diete con DCAD negativo con una media di circa 8 kg in più di latte al giorno. Tale studio dimostra i benefici nell'immediato post-parto di un DCAD negativo per vacche in transizione, anche quando, come in questo caso, non si presentano casi di ipocalcemia clinica.

## DCAD pre-parto ottimale

Il livello ottimale di DCAD pre-parto non è ancora stato determinato sperimentalmente; il livello consigliato attualmente, che si attesta tra -8 e -12 meq/100 g di sostanza secca, potrebbe essere più negativo di quello necessario per ottenere la variazione ricercata dello status acido-base e del conseguente innalzamento della calcemia ematica. Comunque, tale range fornisce un margine di sicurezza che tiene conto della variabilità dei minerali negli alimenti, specialmente nel caso dei foraggi. Per rendersi conto dell'importanza di questa variazione basta osservare la tabella 2 (Campiotti, 2010), in cui vengono riportati i valori di 686 analisi, tra foraggi e unifeed per animali in asciutta, effettuate negli ultimi tre anni (periodo 2007-2010) dal laboratorio dell'Aral di Crema in cui è stato misurato il contenuto di potassio.

Paragonando i valori medi a quelli minimi e massimi di questi alimenti, risulta interessante come la variabilità all'interno del singolo foraggio risulta notevolissima. Questa variabilità è ovviamente confermata nelle analisi dei campioni di unifeed destinato al gruppo delle vacche asciutte.

La possibilità quindi che il DCAD rimanga negativo è molto bassa, se questo viene bilanciato per essere vicino o appena sotto lo zero. Un DCAD di -8 e -12 meq/100 g di sostanza secca è consigliabile al fine di assicurare che tutti gli animali ricevano, per tutto il periodo di preparazione al parto, una dieta con DCAD negativo. Purtroppo, i foraggi che rappresentano una

parte consistente delle diete pre-parto presentano un livello di DCAD relativamente elevato ed è quindi difficile l'ottenimento di un DCAD negativo senza l'aggiunta di supplementi contenenti anioni.

La dieta con DCAD negativo va somministrata nel periodo terminale della gestazione. La maggior parte delle ricerche condotte per valutare la durata ideale di somministrazione di tale tipo di dieta ha dimostrato che un periodo compreso tra 14 e 21 giorni pre-parto massimizza la performance post-parto e riduce al minimo il rischio di insorgenza di patologie (Corbett, 2002; Degaris and Lean, 2008).

I passi da compiere sono piuttosto semplici. Innanzi tutto è necessario identificare foraggi caratterizzati da un tenore non eccessivamente elevato in K e utilizzarli per le razioni del pre-parto. In secondo luogo bisogna evitare eccessi di K o Na evitando sali *ad libitum* o tamponi ruminanti che aumenterebbero il rischio di ipocalcemia. In ultimo, è necessario aggiungere alla dieta prodotti apportanti anioni per ottenere un DCAD finale della dieta compreso tra -8 e -12 meq/100 g di sostanza secca.

## Monitoraggio del DCAD attraverso il pH urinario

Il pH urinario e il DCAD sono direttamente e negativamente correlati, come dimostrato dalla quasi totalità delle pubblicazioni citate fin ora. Spanghero (2004) ha sviluppato un modello in cui il pH urinario può essere previsto conoscendo l'esatto DCAD della dieta assunta dagli animali. Di conseguenza, nella pratica dei nutrizionisti, è possibile monitorare il pH urinario di un campione di vacche in pre-parto per essere certi dell'efficacia della strategia DCAD negativa. Teoricamente, un pH inferiore a 7,0 in un singolo animale dovrebbe essere efficace, mentre valori inferiori a 5,5 risultano troppo bassi. In generale, si raccomanda di avere un pH compreso tra 6,0 e 7,0 per le Frisone e leggermente inferiore nelle Jersey.

Occorre comunque essere attenti nell'interpretare i risultati di questa verifica; dato infatti che bassi valori di DCAD riducono per certo il pH urinario, valori elevati di pH indicano che le diete non forniscono il DCAD ipotizzato. In tale situazione vi sono diverse possibilità da verificare:

- le vacche non stanno consumando la sostanza secca attesa;
- la dieta non viene prontamente corretta

per le variazioni di animali che entrano nel gruppo pre-parto;

- vi sono altri supplementi non considerati (per esempio minerali a disposizione *ad libitum*);

- la variazione del contenuto di minerali dei foraggi è significativa e non è valutata al fine di determinare il reale DCAD.

## Conclusioni

La produzione di latte, l'incidenza delle patologie e le performance riproduttive sono influenzate da una serie di fattori gestionali, nutrizionali e genetici. Tali aspetti sono inoltre correlati tra loro nel senso che ognuno può determinare la risultante dell'altro.

Certamente non può esistere un singolo fattore nutrizionale o gestionale che possa ottimizzare il risultato di queste tre funzioni, ma è universalmente risaputo che

queste tre funzioni determinano la redditività di un allevamento.

La rivisitazione della letteratura e la discussione presentate in questo articolo mostrano con evidenza che il DCAD e le sue componenti svolgono un ruolo determinante nell'ambito della salute e della produttività della bovina nel periparto. Mentre esistono ancora domande inevase riguardo alle specifiche nel calcolo del DCAD, al livello ideale di DCAD da utilizzare nelle diete pre-parto e ad alcune delle conseguenze fisiologiche della variazione del DCAD, la somministrazione di diete con DCAD negativo in bovine in pre-parto è supportata da evidenze decisamente solide. Ovviamente il DCAD non è l'unico fattore in grado di migliorare produzione e salute nella vacca in transizione, ma sicuramente è uno dei fattori nutrizionali da tenere maggiormente in considerazione.



La bibliografia completa è disponibile sul sito: [www.pointvet.it](http://www.pointvet.it)

## Bibliografia

- 1-Apper-Bossard E., Peyraud J.L., Faerdin P., and Meschy F. Changing dietary cation-anion difference for cows fed with two contrasting levels of concentrate in diets. *J. Dairy Sci.* 2006; vol. 89: pp. 749-760.
- 2-Block E. Manipulating dietary anions and cations for prepartum cows to reduce incidence of milk fever. *J. Dairy Sci.* 1984; vol. 67: pp. 2939-2948.
- 3-Block E. The response to the balance of major minerals by the dairy cow. In *Nutrition and Lactation in the Dairy Cow*. P.C. Garnsworthy, e. London: Butterworths. 1988.
- 4-Campiozzi M., Rota. C. L'ipocalcemia al parto si può risolvere - Stalle: supplemento a L'Informatore Agrario. 2010: n. 29.
- 5-Charbonneau E., Pellerin D., and Oetzel G.R. Impact of lowering dietary cation-anion difference in non-lactating dairy cows: a meta analysis. *J. Dairy Sci.* 2006; vol. 89: pp. 537-548.
- 6-Corbett R.B. Influence of days fed a close-up dry cow ration and heat stress on subsequent milk production in western dairy herds. *J. Dairy Sci.* 2002; vol. 85 (Suppl. 1): p. 191.
- 7-DeGaris P.J. and Lean I.J. Milk fever in dairy cows: A review of pathophysiology and control principles. *The Vet. J.* 2008; vol. 176: pp. 58-69.
- 8-DeGaris P.J., Lean I.J., McNeil D.M., and Rabiee A.R. Effects of increased exposure to precalving diets containing BIO-CHLOR: Milk production. *J. Dairy Sci.* 2004; vol. 87 (suppl. 1): p. 439.
- 9-DeGroot M.A. Effect of Prepartum Anionic Supplementation on Periparturient Feed Intake and Behavior, Health and Milk Production. Doctor of Philosophy Thesis dissertation. Faculty of Graduate Studies, Oregon State University, October 2004.
- 10-DeGroot M.A., Block E. and French P. Effect of prepartum anionic supplementation on periparturient feed intake, health, and milk production. *J. Dairy Sci.* 2010; vol. 93, n. 11: pp. 5268-79.
- 11-Dishington, I.W. Prevention of milk fever by dietary salt supplements. *Acta Vet. Scand.* 1975; vol. 16: pp. 503-512.
- 12-Ender F., Dishington I.W., and Helgebostad A. Parturient paresis and related forms of hypocalcaemic disorders induced experimentally in dairy cows. *Acta. Vet. Scand.* 1962; vol. 3 (Suppl. 1): p. 5.
- 13-Ender F., Dishington I.W., and Helgebostad A. Calcium balance studies in dairy cows under experimental induction and prevention of hypocalcaemia paresis puerperalis. *Zeitschrift Tierphysiologie Tierernahrung, Futtermittelkunde.* 1971; vol. 28: pp. 233-256.
- 14-Giesy J.G., Sanchez W.J., McGuire M.A., Higgins J.J., Griffel L.A., and Guy M.A. Quantifying the relationship of dietary cation-anion difference to blood calcium in cows during hypocalcaemia. *J. Dairy Sci.* 1997; vol. 80 (Suppl. 1): p. 42.
- 15-Goff J.P., Horst R.L., Mueller F.J., Miller J.K., Kiess G.A., Dowlen H.H. Addition of chloride to a prepartal diet high in cations increases 1,25-dihydroxyvitamin D response to hypocalcemia preventing milk fever. *J. Dairy Sci.* 1991; vol. 74: pp. 3863-3871.
- 16-Goulding B.N. and Campbell D.R. Thyroparathyroidectomy exaggerates calciuric action of ammonium chloride in rats. *Am. J. Physiol.* 1984; vol. 246: p. F54.
- 17-Guard C. Fresh cow problems are costly: culling hurts the most. Page 100 in *Proc. 1994 Ann. Conf. Vet. Cornell Univ., Ithaca, NY.* 1996.
- 18-Horst R.L. and Goff J.P. Milk fever and dietary potassium. In *Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf., Rochester, NY. Cornell Univ., Ithaca, NY.* 1997: p. 181.
- 19-Horst R.L., Goff J.P. and Reinhardt T.A. Calcium and vitamin D metabolism in the dairy cow. *J. Dairy Sci.* 1994; vol. 77: pp. 1936-1951.
- 20-Horst R.L., Goff J.P., Reinhardt T.A. and Buxton D.R. Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 1997; vol. 80: pp. 1269-1280.
- 21-Hu W. and Murphy M.R. Dietary cation-anion difference effects on performance and acid-base status of lactating dairy cows: a meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 2004; vol. 87: pp. 2222-2229.
- 22-Hu W., Kung L. Jr. and Murphy M.R. Relationship between dry matter intake and acid-base status of lactating dairy cows as manipulated by dietary cation-anion difference. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2007; vol. 136: pp. 216.
- 23-Jordan E.R. and Fourdraine R. Characterization of the management practices of the top DHI milk producing herds in the country. *J. Dairy Sci.* 1993; vol. 76: pp. 3247-3256.
- 24-Kimura K., Reinhardt T.A. and Goff J.P. Parturition and hypocalcaemia blunts calcium signals in immune cells of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 2006; vol. 89: pp. 2588-2595.
- 25-Leach R.M. Dietary electrolytes: Story with many facets. *Feedstuffs.* 1979; vol. 30: p. 27.
- 26-Lean I.J., Degaris P.J., McNeil D.M. and Block E. Hypocalcaemia in dairy cattle: meta analysis and dietary cation-anion difference theory revisited. *J. Dairy Sci.* 2006; vol. 89: pp. 669-684.
- 27-Leclerc H. and Block E. Effect of reducing dietary cation-anion balance for prepartum cows with specific reference to hypocalcemic parturient paresis. *Can. J. Anim. Sci.* 1989; vol. 69: pp. 411-423.
- 28-Lemann J. Jr., Litzow J.R., and Lennon E.J. Studies on the mechanism by which chronic metabolic acidosis augments urinary calcium excretion in man. *J. Clin. Invest.* 1967; vol. 46: pp. 1318-1328.
- 29-Mongin P. Electrolytes in nutrition: Review of basic principles and practical application in poultry and swine. In *Third Ann. Int. Mineral Conf. Orlando, FL.* 1980: p. 1.
- 30-Mongin P. In *Recent Advances in Nutrition, W. Haresign e., London: Butterworths.* 1981: pp 109-119.
- 31-Penner G.B., Tremblay G.F., Dow T. and Oba M. Timothy hay with a low dietary cation-anion difference improves calcium homeostasis in periparturient Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 2008; vol. 91: pp. 1959-1968.
- 32-Phillippo M., Reid G.W. and Nevison I. M. Parturient hypocalcaemia in dairy cows; effect of dietary acidity on plasma mineral and calcitropic hormones. *Res. Vet. Sci.* 1994; vol. 56: pp. 303-309.
- 33-Rératet M. et al. Effect of different potassium levels in hay on acid-base status and mineral balance in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2009; vol. 92: pp. 6123-6133
- 34-Roche J.R., Dalley D., Moate P., Grainger C., Rath M., and ÓMara F. Dietary cation-anion difference and the health and production of pasture-fed dairy cows 2. Nonlactating periparturient cows. *J. Dairy Sci.* 2003; vol. 86: pp. 979-987..