

Strategie di allevamento per una corretta nutrizione

Minerali e vitamine nel bovino da carne

di C.A Sgoifo Rossi*, S. Grossi*, R. Compiani**, G. Baldi**

*Università degli Studi di Milano, Dipartimento Divas.

**Dmv, PhD Nutrizione Animale.

Integrazione minerale-vitaminica nell'allevamento del bovino da carne: tra necessità e sostenibilità. Non c'è meccanismo fisiologico in cui non siano coinvolti almeno un minerale o una vitamina. E spesso il loro ruolo, singolo o abbinato, riguarda più processi di fondamentale importanza per l'organismo

Benessere animale, efficienza, redditività, lotta all'antibiotico-resistenza, e, *"last but not least"* (*infine ma non ultimo*), sostenibilità. Questi sono gli aspetti cardine, insieme alla qualità delle produzioni, su cui la moderna zootecnia del bovino da carne si deve muovere, in un momento storico come quello attuale, che, tra rischio di guerra in Europa, dramma umanitario e sociale in Ucraina e aspetti economici ed ambientali, segnerà un cambiamento epocale per il comparto.

In un tale contesto, la corretta gestione nutrizionale svolge un ruolo cruciale, dalla scelta delle materie prime, al loro bilanciamento, all'appropriata integrazione minerale e vitaminica, al fine di incrementare la produttività, stimolare

la funzionalità immunitaria, modulare i costi, e anche migliorare l'impronta ecologica, sia in termini di emissioni di gas serra, che di sostanze eutrofizzanti e impattanti per la salute del suolo, come azoto, potassio, fosforo ed alcuni altri specifici minerali.

Uno strumento essenziale

In questo senso, l'integrazione minerale-vitaminica si può definire uno strumento essenziale. I minerali e le vitamine sono coinvolti pressoché in tutte le funzioni fisiologiche alla base della vita stessa dell'animale, o meglio di ogni singola cellula, dalla replicazione del DNA e difesa dagli stress ossidativi, fino ai processi sistemici di regolazione della funzionalità immunitaria (specifica e aspecifica), endocrina (ormoni) e metabolica (enzimi e cofattori).

Non c'è infatti meccanismo fisiologico in cui non siano coinvolti almeno un minerale e/o una vitamina e spesso il loro ruolo, singolo o abbinato, riguarda più processi di fondamentale importanza

Figura 1 - Caso di cecità da ipovitaminosi, con carenza di vitamina A.



Tab. 1a - Macroelementi: ruolo dei diversi minerali nell'organismo e sintomi tipici di una situazione carenziale

Minerale	Funzioni	Sintomatologia carenziale
Calcio	<ul style="list-style-type: none"> - Costituente di ossa e denti - Coagulazione, permeabilità delle membrane, contrazione muscolare, trasmissione di impulsi nervosi, funzionalità cardiaca, secrezione di ormoni, stabilizzazione di certi enzimi - Funzionalità immunitaria: attivazione dei monociti 	<ul style="list-style-type: none"> - Frequente negli animali giovani: alterazioni nello sviluppo osseo (rachitismo), crescita e sviluppo ridotti - Osteomalacia negli adulti e aumento della frequenza di fratture e patologie
Fosforo	<ul style="list-style-type: none"> - Costituente di ossa e denti - Componente di DNA e RNA - Metabolismo energetico, componente di ATP - Formazione dei fosfolipidi - Equilibrio acido-base, equilibrio osmotico 	<ul style="list-style-type: none"> - Sintomi aspecifici: calo delle performance produttive, dell'assunzione alimentare
Magnesio	<ul style="list-style-type: none"> - Attivatore di più di 300 enzimi - Glicolisi, trasporto di membrana, replicazione del DNA - Trasmissione dell'impulso nervoso 	<ul style="list-style-type: none"> - Più frequenti in animali giovani: anoressia, eccitabilità, iperemia, convulsioni. - Più frequenti negli animali al pascolo: tetania da ipomagnesemia, con iniziale nervosismo e riduzione dell'assunzione di alimento, che evolvono in movimenti scoordinati, decubito sul fianco, convulsioni e morte se non trattati con iniezione intravenosa di magnesio.
Sodio e Cloro	<ul style="list-style-type: none"> - Insieme: equilibrio acido-base, equilibrio osmotico, equilibrio idrico - Sodio: funzionalità di nervi e muscoli - Cloro: formazione dell'acido cloridrico nell'abomaso e trasporto dell'anidride carbonica 	<ul style="list-style-type: none"> - Sintomi aspecifici: calo delle performance produttive, dell'assunzione alimentare
Potassio	<ul style="list-style-type: none"> - Equilibrio acido-base, equilibrio osmotico, equilibrio idrico - Contrazione muscolare - Trasmissione dell'impulso nervoso - Produzione di specifici enzimi 	<ul style="list-style-type: none"> - Sintomi aspecifici: calo delle performance produttive, dell'assunzione alimentare - Debolezza muscolare
Zolfo	<ul style="list-style-type: none"> - Sintesi degli aminoacidi solforati - Sintesi di diversi enzimi ed ormoni 	<ul style="list-style-type: none"> - Sintomi aspecifici: calo delle performance produttive, dell'assunzione alimentare e della digeribilità - Debolezza

Tab. 1b - Microelementi: ruolo dei diversi minerali nell'organismo e sintomi tipici di una situazione carenziale

Minerale	Funzioni	Sintomatologia carenziale
Cobalto	<ul style="list-style-type: none"> - Sintesi della vitamina B12 a livello ruminale 	<ul style="list-style-type: none"> - Sintomi aspecifici: calo delle performance produttive, dell'assunzione alimentare, apatia - Calo della funzionalità immunitaria - Calo della capacità di convertire succinato in propionato (aumento dei livelli plasmatici di succinato)
Rame	<ul style="list-style-type: none"> - Emopoiesi - Funzionalità immunitaria - Formazione del collagene 	<ul style="list-style-type: none"> - Anemia - Peggioramento della funzionalità immunitaria: leucopenia e immunodepressione - Diarrea - Fragilità ossea
Iodio	<ul style="list-style-type: none"> - Produzione dell'ormone tiroideo 	<ul style="list-style-type: none"> - Peggioramento della funzionalità immunitaria - Peggioramento delle performance produttive - Iperplasia tiroidea
Manganese	<ul style="list-style-type: none"> - Processi enzimatici di costituzione delle cartilagini scheletriche - Funzionalità immunitaria e riproduttiva 	<ul style="list-style-type: none"> - Sviluppo ritardato - Riduzione delle performance di crescita - Aumento delle problematiche sanitarie - Riduzione della fertilità
Ferro	<ul style="list-style-type: none"> - Permette ai globuli rossi di legare le molecole di ossigeno - Trasferimento dell'ossigeno ai tessuti 	<ul style="list-style-type: none"> - Infrequenti nell'animale adulto - Presenti nell'animale lattante: calo della funzionalità immunitaria,
Selenio	<ul style="list-style-type: none"> - Funzione immunostimolante - Funzione antiossidante - Qualità della carne 	<ul style="list-style-type: none"> - Sintomi generici, immunodepressione - Maggiore incidenza di problematiche sanitarie - Miodistrofia muscolare nei vitelli - Alterazioni della carne: stabilità del colore, ritenzione idrica e conservabilità
Zinco	<ul style="list-style-type: none"> - Risposta immunitaria - Parte di enzimi coinvolti nel metabolismo proteico e dei carboidrati 	<ul style="list-style-type: none"> - Lesioni cutanee - Lesioni agli unghioni che possono predisporre all'insorgenza di patologie podali

per l'organismo.

Ad esempio, il rame è coinvolto nell'emopoiesi, nella riproduzione e nell'atti-

vazione dei neutrofili. Il calcio, oltre ad essere essenziale per l'apparato muscoloscheletrico, ha anche importanti

implicazioni nel sistema immunitario come attivatore monociti. Il metabolismo di questo minerale, e del fosforo a

cui è strettamente collegato, dipendono inoltre dalla presenza e disponibilità di vitamina D, essenziale sia per un loro efficiente assorbimento intestinale che per un'ottimale utilizzazione. Relativamente al fosforo, anch'esso risulta coinvolto in svariati meccanismi quali in trasporto energetico, la respirazione cellulare, la glicolisi e gluconeogenesi, l'equilibrio acido base e le attività enzimatiche.

Tra le vitamine invece, la A è essenziale per la vista, la corretta crescita, il mantenimento degli epiteli e per lo sviluppo osseo. La vitamina E è strettamente coinvolta nei meccanismi immunitari e antiossidanti e, con il selenio, costituente fondamentale dell'enzima glutazione perossidasi, svolge un ruolo cruciale nella protezione dei fosfolipidi di membrana dai processi ossidativi. Le vitamine del gruppo B comprendono invece numerosi composti (tiamina, riboflavina, cianocobalamina, biotina, acido folico etc.), con svariate implicazioni nel metabolismo di diversi nutrienti, nel mantenimento della funzionalità cellulare e nella protezione delle mucose del digerente e della cute.

Un breve riassunto del ruolo dei diversi minerali e vitamine, e dei sintomi legati a stati carenziali, è riportato nelle tabelle 1 e 2.

In considerazione della loro importanza, sia le vitamine che i minerali vengono normalmente integrati nell'alimentazione del bovino da carne con un approc-

Tab. 2a - Vitamine liposolubili: il loro ruolo nell'organismo e sintomi tipici di una situazione carenziale

Vitamina	Funzioni	Sintomatologia carenziale
Vitamina A - Retinolo	- Coinvolta nella vista - Coinvolta nel mantenimento degli epiteli - Coinvolta nello sviluppo osseo - Funzionale per una corretta crescita	- Cecità - Edema alle articolazioni - Lacrimazione - Sintomi generici: inappetenza, ridotte performance, pelo arruffato
Vitamina D - colecalfiferolo	- Coinvolta nell'assorbimento intestinale di calcio e fosforo - Coinvolta nel processo di osteogenesi	- Più frequenti negli animali giovani e allevati al chiuso - Rachitismo, maggiore incidenza di fratture e minore resistenza ossea
Vitamina E- tocoferolo	- Coinvolta nei meccanismi di difesa antiossidanti - Coinvolta quindi in tutti i principali processi fisiologici: crescita, riproduzione, funzionalità immunitaria	- Sintomi generici: ridotte performance, aumento incidenza di problematiche sanitarie - Peggioramento qualitativo del prodotto carne
Vitamina K - Menadione	- Coinvolta nei processi di coagulazione del sangue	- Presenta in associazione a dismetabolie digestive che ne limitano l'assorbimento

Tab. 2b - Vitamina C (idrosolubile): il suo ruolo nell'organismo e sintomi tipici di una situazione carenziale

Funzioni
- Coinvolta nei processi di ossido-riduzione come donatore e accettore di idrogeno
- Attivatore di diversi enzimi
- Potenzia la funzionalità immunitaria e le difese antiossidanti
- Riduce l'effetto negativo dello stress
Sintomatologia carenziale
- Sintomi generici: ridotte performance, aumento incidenza di problematiche sanitarie

cio mirato ad esaltare sia il loro ruolo basale che quello extra-nutrizionale (tabella 3), più che ad evitare il rischio di condizioni sub carenziali riportato nella bibliografia di riferimento (Nutrient Re-

quirement Council – Nrc 2017).

Tale approccio ha sempre portato a risultati più che eccellenti in particolare nelle fasi più critiche dell'allevamento, caratterizzate da forte stress, come lo svezzamento e il ristallo ma anche durante il periodo di ingrasso.

Nell'adattamento, lo stress conseguente allo spostamento, al rimescolamento, ed alle nuove condizioni ambientali, alimentari e sociali, oltre ad avere un effetto diretto sulla funzionalità immunitaria, riduce drasticamente l'assunzione di alimento e aumenta l'escrezione urinaria di importanti microelementi, come zinco e rame. In una situazione in cui l'animale necessita di un maggior supporto nutritivo, si crea invece una condizione di alto rischio carenziale. Un'integrazione minerale-vitaminica completa e ben equilibrata in queste fasi risulta pertanto vitale per un rapido

Tab. 2c - Vitamine del gruppo B: il loro ruolo nell'organismo e sintomi tipici di una situazione carenziale

Vitamina	Funzioni	Sintomatologia carenziale
Vitamina B1 - Tiamina	- Indispensabile per il metabolismo dei carboidrati e per l'apporto energetico ai neuroni - Coinvolta nella decarbossilazione dei chetoacidi	- Rari nel bovino da carne - Disordini del sistema nervoso centrale - Sintomi generici: ridotte performance, riduzione dell'assunzione di alimento, aumento incidenza di problematiche sanitarie, debolezza, aritmia cardiaca, diarrea
Vitamina B2 - Riboflavina	- Indispensabile per il metabolismo dei lipidi e delle proteine	- Rari nel bovino da carne - Sintomi generici: ridotte performance, riduzione dell'assunzione di alimento, ridotta efficienza di utilizzazione degli alimenti
Vitamina B3 – Nicotinamide o vitamina PP	- Indispensabile nel metabolismo energetico - Protegge le mucose del digerente e la cute - Stimola le fermentazioni ruminali	- Aggravamento del bilancio energetico negativo in condizioni di prolungata malnutrizione o restrizione alimentare - Aumento della produzione di catecolamine (mediatori dello stress) e relativa suscettibilità allo stress in condizioni sfavorevoli e di rischio
Vitamina B5 – Acido Pantotenico	- Costituzione del Coenzima A importante per il metabolismo energetico	- Rari nel bovino da carne - Sintomi generici: ridotte performance, riduzione dell'assunzione di alimento, ridotta efficienza di utilizzazione degli alimenti
Vitamina B6 - Piridossina	- Indispensabile per il metabolismo proteico - Coinvolta negli enzimi decarbossilasi e aminotrasferasi	- Rari nel bovino da carne - Sintomi generici: ridotte performance, riduzione dell'assunzione di alimento, ridotta efficienza di utilizzazione degli alimenti
Vitamina B8 - Biotina	- Funzionale per la salute dell'unghione: ruolo protettivo nei confronti dell'insorgenza delle lesioni podali - Coinvolta nella gluconeogenesi	- Rari nel bovino da carne - Aumento incidenza problematiche podali - Peggioramento stato sanitario
Vitamina B9 – Acido Folico	- Coinvolta nel metabolismo amminoacidico	- Rari nel bovino da carne - Sintomi generici: ridotte performance, riduzione dell'assunzione di alimento, ridotta efficienza di utilizzazione degli alimenti
Vitamina J - Colina	- Coinvolta nella formazione e mantenimento della struttura cellulare - Coinvolta nella formazione dell'acetilcolina	- Aggravamento del bilancio energetico negativo e della funzionalità epatica in condizioni di prolungata malnutrizione o restrizione alimentare

ripristino delle condizioni di normalità e per ottimizzare salute e performance produttive (tabella 3). Similmente, nelle fasi di ingrasso e finissaggio l'utilizzo di diete con elevato livello nutritivo aumenta il rischio di acidosi subclinica e della presenza di una condizione pro-infiammatoria sistemica, che invece possono essere efficacemente modulati attraverso un apporto di minerali e vitamine non limitato esclusivamente alla prevenzione di stati sub carenziali. Tale approccio migliora inoltre la qualità del prodotto finale carne in termini di colore, tenerezza e tenuta banco, ele-

vando non solo l'apporto diretto di antiossidanti come selenio e la vitamina E, ma anche la naturale stabilità ossidativa tissutale.

Integrazione ed equilibri fisiologici, economici e ambientali

L'evoluzione della gestione dell'allevamento verso una zootecnia di precisione, mirata a massimizzare l'efficienza e il bilancio tra input e output, ha portato di recente a ridiscutere i tradizionali livelli di inclusione minerale-vitaminica ritenuti ottimali, con l'obiettivo di valutare

una loro potenziale riduzione, senza ripercussioni negative quanti qualitative delle produzioni, ma con riflessi positivi sia di tipo economico che ambientale. Nella formulazione di un integratore minerale-vitaminico realmente *ad hoc* non bisogna infatti solo considerare i fabbisogni e il livello di inclusione dei diversi componenti, ma anche la loro biodisponibilità, l'effettivo assorbimento e la relativa ritenzione e fruibilità da parte dell'organismo.

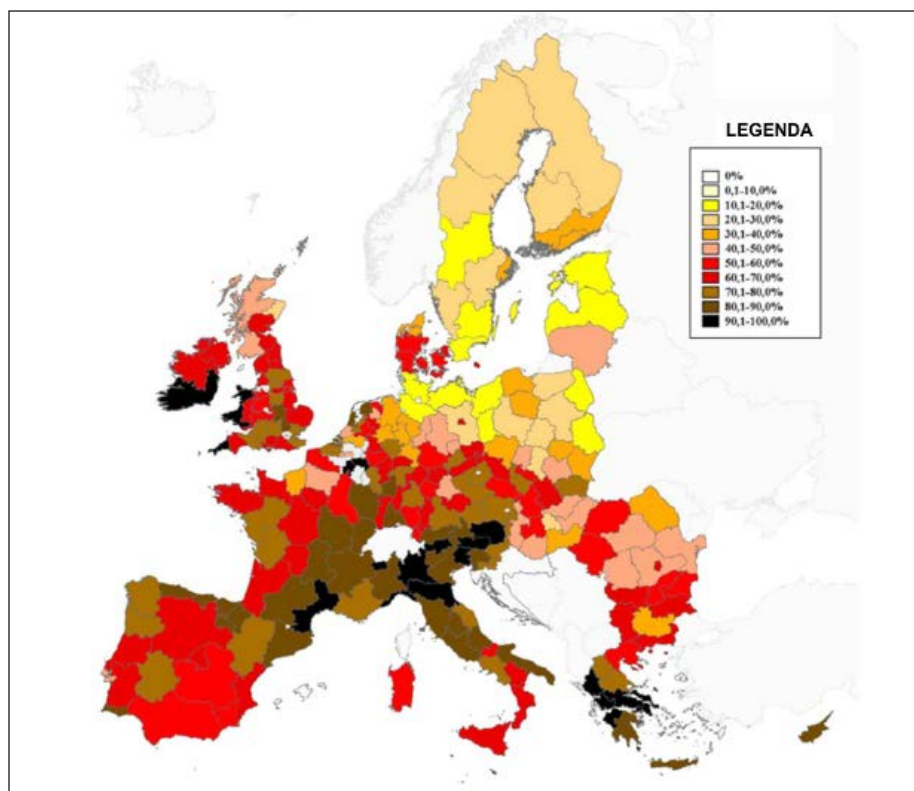
Focus sulle vitamine

Benché indispensabile per le normali funzioni fisio-metaboliche e per ottimizzare l'utilizzo dei nutrienti, l'integrazione vitaminica nei ruminanti è ancora dibattuta sia in termini di quantità che di effettivo fabbisogno, in particolare in riferimento alla loro inattivazione a livello ruminale (Tabella 4), e, nel caso delle vitamine idrosolubili (Gruppo B), alla capacità del microbiota ruminale e intestinale di sintetizzarle.

In linea teorica infatti, secondo la scuola americana, i ruminanti necessitano esclusivamente dell'integrazione delle vitamine A, D ed E mentre non viene ritenuto indispensabile integrare le vitamine del gruppo B quali tiamina (B1), riboflavina (B2), piridossina (B6), biotina (B8), cianocobalamine (B12), ma anche colina (vitamina J) e il menadione (vitamina K), in quanto prodotte dalla flora microbica ruminale.

Nella pratica però la tipologia di allevamento e animale, la gestione alimentare, e soprattutto alcune peculiarità di specifici stadi produttivi, come la fase di adattamento e gli eventi stressogeni ad esso associato, possono influenzare in maniera importante sia la loro sintesi, che la disponibilità ed i reali fabbisogni. Durante l'arrivo, la combinazione tra stress e restrizione e cambiamento alimentare comporta un forte disturbo a livello di microbiota ruminale ed intestinale, con una conseguente importante riduzione della produzione di vitamine del gruppo B, specie di tiamina (B1) e cianocobalamina (B₁₂), essenziali oltre che per un corretto ed efficiente metabolismo dei nutrienti, anche per

Figura 2 - Percentuale di campioni di suolo agricolo con livelli di minerali al di sopra dei livelli soglia (Toth et al., 2016)



una ottimale funzionalità immunitaria, aspetti cruciali in tale critica fase. La loro integrazione risulta pertanto utile e funzionale ad evitare stati di sub o acuta carenza (tabella 3).

Ancor più nel caso delle vitamine liposolubili non naturalmente sintetizzate dall'animale, l'integrazione va calibrata con attenzione, evitando ovviamente i surplus ma in primis il rischio di carenze. Il caso della vitamina A risulta calzante a riguardo. Tale vitamina, complice un costo sostenibile, è stata da sempre integrata con livelli sensibilmente superiori a quelli sia realmente necessari che consigliati dal Nutrient Requirement Council (Nrc, 1994 e 2017).

Viceversa, nel recente passato, a causa di un drammatico aumento dei prezzi, il suo apporto è stato ridotto in maniera drastica, e in alcune situazioni persino spregiudicata e dannosa. La riduzione, infatti, se effettuata coscientemente e correttamente, può infatti risultare vincente sia in termini di risultati che di

risparmio economico, ma diversamente può causare riduzione o perdita della vista (figura 1) e aumento di enterotossemie, casi di morte improvvisa e patologie podali.

Attenzione, pertanto, sia nell'ottimizzazione dell'integrazione vitaminica che nella scelta dell'integratore, in quanto entrambe devono tenere in strettissima considerazione i reali fabbisogni di ogni singola vitamina, la tipologia di animale, lo stadio produttivo, la gestione nutrizionale e la qualità degli alimenti ed il management dell'allevamento nel complesso, fino ad arrivare persino alle peculiarità climatiche del comprensorio.

Focus sui minerali

Per quanto riguarda i minerali, non è detto che all'aumentare della loro concentrazione nella dieta corrisponda un parallelo ed eguale aumento dei livelli plasmatici, con un conseguente diretto effetto positivo su produttività e salute. Visto il loro potenziale effetto tossico,

l'organismo è infatti dotato di efficienti meccanismi di controllo omeostatici, che ne regolano attentamente il flusso e l'assorbimento, facendo sì che i livelli ematici non siano mai eccessivi e mantenendoli il più possibile stabili.

Essenzialmente, sono due le modalità con cui l'organismo ne regola l'equilibrio: un aumento dell'escrezione urinaria, oppure un calo dell'assorbimento a livello intestinale. I meccanismi fisiologici sono volti quindi a mantenerne i livelli ematici entro specifici e stabili range, e la loro funzionalità aumenta tanto più è alta la concentrazione (Brugger et al., 2015).

Pertanto, considerando che in diete correttamente bilanciate raramente ci si trova di fronte a stati carenziali importanti, un'integrazione eccessivamente generosa si traduce in un tasso di assorbimento dei minerali somministrati malauguratamente scarso.

È il caso, ad esempio, del fosforo, che, oltre ad essere naturalmente abbondantemente presente nelle diete dei bovini da carne, o meglio dei ruminanti in genere, è caratterizzato da un tasso di assorbimento piuttosto basso. Nonostante questo, tale minerale ancor oggi viene spesso integrato superando persino i valori limite proposti dall'Nrc, con il risultato che oltre il 75-80% viene escreto in ambiente tramite le deiezioni (Wageningen Livestock Research 2004). Mediamente, in un bovino da carne allevato nella realtà italiana, l'escrezione si attesta su valori medi pari a 6.18 kg/capo di fosforo per ciclo produttivo (Berton, 2013) (tabella 5). Tale spreco, oltre all'aspetto economico, sicuramente non giova all'ambiente dal momento che i fosfati in eccesso presenti nelle deiezioni sono una delle principali cause, insieme ai nitrati, dell'inquinamento delle risorse idriche, essendo alla base del fenomeno conosciuto come "eutrofizzazione delle acque".

Fosfati e nitrati non sono comunque gli unici minerali che, se presenti in eccesso nelle deiezioni, rappresentano un problema dal punto di vista ambientale. Mediamente, l'agricoltura, in Europa,

è responsabile rispettivamente per circa il 10% e 18% dei livelli di rame e zinco presenti nelle acque superficiali, di cui la maggior parte ascrivibile alla zootecnia (75%-85% rispettivamente per rame e zinco) (Goselink et al., 2012). Inoltre, un recente studio ha delineato una situazione piuttosto critica relativamente ai livelli di metalli pesanti, tra cui zinco, cobalto e rame abitualmente utilizzati in zootecnia, nei terreni agricoli (figura 2).

Nel caso del cobalto, ad esempio, fondamentale nel ruminante come precursore per la produzione di vitamina B₁₂, il tasso di assorbimento e di conversione in vitamina è veramente basso, basti pensare che solo tra il 3% ed il 13% del cobalto ingerito viene effettivamente utilizzato a tale scopo mentre la quota restante viene escreta nelle deiezioni.

Un eccesso di emissione in ambiente di tali oligoelementi comporta un progressivo degrado ed impoverimento del suolo, a causa della loro azione battericida sul microbiota del terreno, con conseguenti risvolti negativi su fertilità e produttività (Tóth et al., 2016).

Nonostante rame, zinco e cobalto siano minerali assolutamente essenziali per la salute del bovino da carne (vedasi anche il ruolo dello zinco sulla salute del piede), è comunque necessario modulare e calibrare la loro integrazione sia in termini quantitativi che di biodisponibilità, eludendo inoltre, e fin dove possibile, l'efficace sistema di omeostasi che limita una loro utile ed funzionale tesaurizzazione a livello di specifici tessuti.

L'apporto funzionale di minerali e vitamine

Il primo passo per customizzare *ad hoc* l'integrazione è la conoscenza precisa dei reali fabbisogni degli animali e dei quantitativi dei diversi minerali e vitamine apportati dagli alimenti che costituiscono la razione.

L'acquisizione di tale informazione risulta però ancora oggi complessa e costosa da applicare di routine, benché esistano tecnologie a costo contenuto, come ad esempio la spettrofotometria

Tab 3 - Confronto tra integrazione giornaliera consigliata da NRC, quella di uso comune e quella attuale (peso medio 500 kg)

Minerale/vitamina	Unità	Fabbisogni NRC	Uso comune	Attuali
Minerali				
Calcio	g/d	5-10	30-50	30-50
Fosforo	g/d	-	3-6	-
Sodio	g/d	-	15-25	10-20
Magnesio	g/d	-	2-6	1-2
Cloro	g/d	-	10-20	8-15
Potassio	g/d	-	-	-
Zolfo	g/d	-	1-3	0-1
Ferro	mg/d	-	120-180	-
Rame	mg/d	20-30	15-30	5-10
Zinco	mg/d	150-200	500-1000	200-300
Manganese	mg/d	50-100	150-200	0-50
Cobalto	mg/d	0.3-0.4	1.5-3.0	0-1
Iodio	mg/d	1.5-2.0	5-10	1-3
Selenio	mg/d	0.3-0.4	1.5-2.0	0.5-1.0
Vitamine liposolubili				
Vitamina A (Retinolo)	UI	25.000	100.000	35.000
Vitamina D (Colecalciferolo)	UI	3.000	12.000	4.000
Vitamina E (Tocoferolo)	UI	280	400	180
Vitamina K (Menadione)	mg	-	2.5	-
Vitamine idrosolubili				
Vitamina C (Acido ascorbico)	mg/d	-	30-40	-
Vitamina B1 (Tiamina)	mg/d	-	50-60	10-20
Vitamina B2 (Riboflavina)	mg/d	-	10-20	3-5
Vitamina B3 (Nicotinammide, PP)	mg/d	-	800-1500	200-300
Vitamina B5 (Acido pantotenico)	mg/d	-	5-15	0-5
Vitamina B6 (Piridossina)	mg/d	-	10-20	2-4
Vitamina B8 (Biotina)	mg/d	-	2.3	0-1
Vitamina B9 (Acido Folico)	mg/d	-	10-15	-
Vitamina B12 (Cianocobalamina)	mg/d	-	0.08-0.15	0.03-0.06
Vitamina J (Colina)	mg/d	-	700-1000	-

XRF (tecnica di analisi non distruttiva che permette di conoscere la composizione elementare di un campione attraverso lo studio della radiazione di fluorescenza X).

Il secondo aspetto cruciale è invece quello rappresentato dalle caratteristiche proprie delle diverse matrici minerali e vitaminiche in termini di contenuto, forma, biodisponibilità ma anche via di somministrazione.

Il processo digestivo e in particolare le fermentazioni ruminali possono infatti influire significativamente su assorbimento e biodisponibilità. Si può persino giungere a considerare diverse vie di somministrazione al fine di "bypassare" il ruminale.

Oltre ai numerosi studi svolti in passato relativamente alle vitamine, recenti indagini hanno evidenziato come la somministrazione sottocutanea di specifiche formulazioni di zinco, rame,

Tab 4 - Entità di degradazione ruminale delle vitamine

Vitamina	%
A	67
E	44
C	93
B1 (Tiamina)	48
B5 (Acido Pantotenico)	78
B3 (Vitamina PP)	83
B2 (Riboflavina)	Elevata
B12 (Cianocobalamina)	Elevata
B9 (Acido folico)	Elevata
B6 (Piridossina)	Trascurabile
B8 (Biotina)	Trascurabile
Colina	70

(Piva, 1996)

selenio e manganese, garantisca il raggiungimento in tempi estremamente rapidi di elevati livelli ematici, limitando inoltre il naturale meccanismo di man-

Tab 5 - Bilancio del fosforo in bovini da carne allevati in realtà venete (kg fosforo capo/ciclo)

	media	min
ingerito	8.43	5.27
ritenuto	2.26	1.13
escreto	6.18	3.45

(Berton et al., 2013)

Tab 6 - Confronto tra l'effetto della somministrazione all'accasamento di selenio, in forma inorganica e organica, sui livelli ematici di selenio e sulla funzionalità immunitaria in bovini da carne

Giorno	Gruppi		P-value
	Selenio inorganico	Selenio organico	
Selenio sierico, µg/L			
Giorno 19	106.11	116.13	<0.01
Giorno 54	108.64	118.62	<0.01
Siero neutralizzazione - Anticorpi BHV-1, log			
Giorno 19	0.54	0.78	<0.01
Giorno 54	1.1	1.42	<0.01

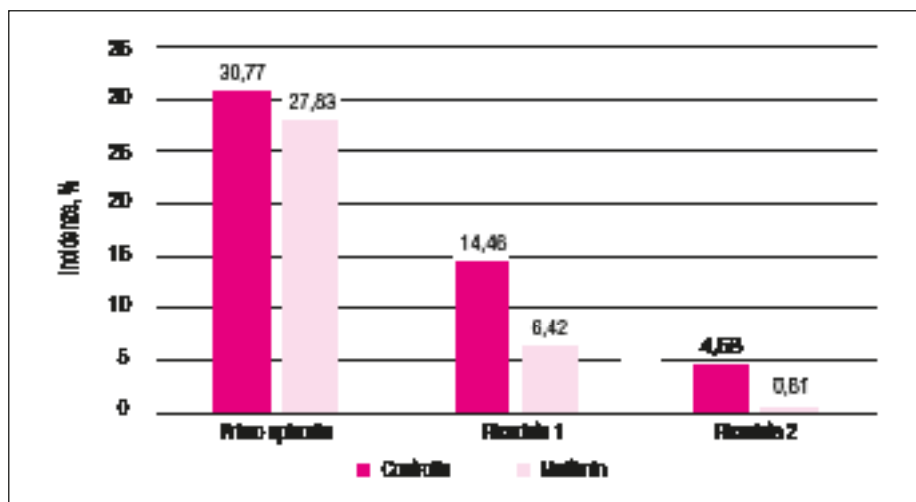
(Sgoifo Rossi et al., 2017)

Tab 7 - Confronto tra l'effetto della somministrazione in fase di finissaggio di selenio, in forma inorganica e organica, sul contenuto di selenio nel muscolo e sui principali parametri di qualità e stabilità della carne

Parametro	Gruppi		P-value
	Selenio inorganico	Selenio organico	
Selenio, mg/kg	0.342	0.399	<0.01
Perdita da scongelamento, %	0.631	0.606	0.302
Perdita da sgocciolamento (8 giorni di conservazione), %	3.086	2.09	2.09
Perdita da cottura, %	30.19	29.86	0.836
Tenerezza (shear force), kg	2.67	2.767	<0.0001

(Grossi et al., 2021 - modificato)

Figura 3 - Effetto della somministrazione sottocutanea di zinco, rame, selenio e manganese (Multimin - Warburton Technology Limited, Dublino, Irlanda) sull'incidenza di problematiche respiratorie nell'allevamento del vitello a carne bianca (P<0.05).



tenimento dell'omeostasi e pertanto la loro escrezione con le deiezioni. Tale approccio può risultare estremamente utile in momenti particolarmente critici come ad esempio l'adattamento, lo svezzamento, l'allevamento del vitello a carne bianca ed il pre e post-parto della vacca nutrice (figura 3). Relativamente ai minerali, è riconosciuto come l'utilizzo di forme organiche (ad esempio per il selenio i lieviti arricchiti di selenio o la selenio-metionina), rispetto a quelle inorganiche (es. selenite di sodio), consenta un più efficiente assorbimento, testimoniato da un livello maggiore di selenio sia nel sangue (tabella 6), che anche nella carne (tabella 7) (Sgoifo Rossi et al., 2017; Grossi et al., 2021), con risvolti positivi in termini di funzionalità immunitaria e qualità della carne. È inoltre fondamentale che l'integrazione minerale contempli i rapporti e le relazioni intercorrenti tra i diversi minerali. Esistono infatti degli antagonismi tra minerali in grado di condizionarne in modo anche importante l'assorbimento e l'escrezione. Il potassio ad esempio, se in eccesso, compete con il magnesio a livello di epitelio intestinale, riducendone l'assorbimento. Livelli elevati di zolfo, molibdeno e ferro inter-

feriscono con l'assorbimento del rame. Ugualmente, l'efficienza di assorbimento dello zinco è mediata dai livelli di rame, ferro e cadmio, che se in eccesso, saturano i meccanismi di assorbimento, limitando l'assorbimento dello zinco. Il ferro, se in surplus, interferisce anche con l'assorbimento del cobalto, utilizzandone infatti il medesimo trasportatore di membrana a livello intestinale.

Non è facile ma si può fare

Una formulazione vitaminico-minerale corretta, economicamente sostenibile e rispettosa dell'ambiente, non risulta pertanto cosa facile e tantomeno assodata e chiaramente conosciuta in quanto deve contemplare e ponderare tutti i diversi e complessi aspetti evidenziati, garantendo però l'ottimizzazione della salute animale, dell'impatto sull'ambiente, delle performance produttive e qualitative del prodotto finale e, non da ultimo il bilancio economico aziendale.

La cosa che conforta però, è che grazie allo studio e a un'approfondita, appassionata e stretta interazione con i nostri bovini, l'integratore ipotizzato si riesce a fare!