

ELEMENTI MINERALI

Rappresentano una piccola frazione del peso corporeo
(3.5-4.5% in peso del corpo)

Macro-elementi	(g/kg)	Micro-elementi	(mg/kg)
Ca	15	Se	1-2
P	10	Cu	1-5
Na	1.6	Zn	10-50
Cl	1.1	I	0.2-0.6
K	2	Mn	0.2-0.5
Mg	0.4	Fe	20-80
S	1.5	Mo	1-4
		Co	0.02-0.10

Altri elementi necessari nella dieta di cui però non sono stati evidenziate carenze sperimentali: F, Va, Ni, Cr, Si, As.

ELEMENTI MINERALI: funzioni

- partecipano alla costituzione di tutti gli organi e tessuti, del sangue e degli altri umori (funzione plastica)
- regolano la pressione osmotica, l'equilibrio acido-basico del sangue ed il ph del plasma
- sottoforma di ioni, controllano la permeabilità ed i potenziali delle membrane cellulari (eccitabilità tessuto muscolare, nervoso, miocardio)
- partecipano alla composizione di vari coenzimi che regolano i processi metabolici e la respirazione cellulare (funzione catalitica)

ELEMENTI MINERALI: funzioni

Macro-elementi:

- struttura
- mantenimento bilancio idrico e acido-basico del corpo
- conduzione nervosa

Micro-elementi:

- componenti di enzimi, ormoni, vitamine coinvolti in numerose reazioni biologiche (es. I, ormone tiroideo; Fe, emoglobina e mioglobina; Co, vitamina B12).

ELEMENTI MINERALI: assorbimento

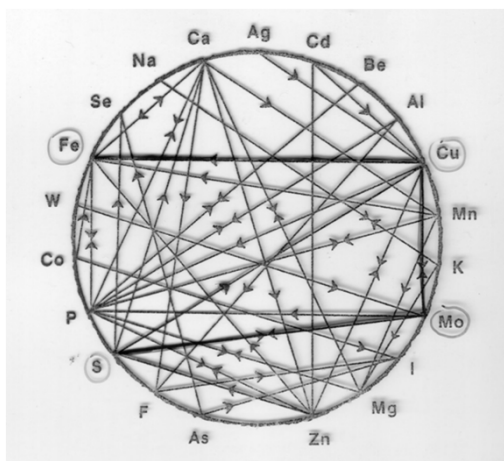
Fattori che influenzano negativamente l'assorbimento:

- Fibra (lega i cationi, aumenta la peristalsi)
- Altri fattori che aumentano il transito intestinale
- Ossalati (Ca), fitati (P)
- Carenze vitaminiche (es. vit. C → Ass. Fe)
- Grassi
- Interazioni fra elementi/competizione carrier
- pH del contenuto intestinale

ELEMENTI MINERALI: interazioni

Alcuni esempi:

- eccesso di P → riduce l'assorbimento di Ca
- antagonismo $\text{Cu} \leftrightarrow \text{Zn}$, $\text{Cu} \rightarrow \text{Fe}$
- eccesso di S e Mo → riduce l'assorbimento di Cu (Zn)



ELEMENTI MINERALI: fonti

Forme inorganiche:

- solfati (Cu, Zn, Mn, Co) più assimilabili
- ossidi (Fe, Cu: poco assimilabili; Zn e Mn)
- carbonati.....

Forme organiche:

- chelati
- proteinati

ELEMENTI MINERALI: fonti inorganiche di macro-elementi

Mineral	Source	Chemical formula	Mineral content**			
Calcium	Calcium carbonate		39% Ca	0.02% Na		
	Limestone	CaCO ₃	38% Ca	0.05% Na	0.01% F	
	Calcium citrate		24% Ca			
	Calcium sulfate	CaSO ₄	23% Ca			
	Calcium chloride	CaCl ₂	35% Ca			
Calcium and phosphorus	Bone meal		24% Ca	12.6% P	0.37% Na	0.05% F
	Phosphate, curacao		36% Ca	14% P	0.3% Na	0.54% F
	Defluorinated		30-34% Ca	18% P	5.7% Na	0.16% F
	Dicalcium		18-24% Ca	18.5% P	0.6% Na	0.14% F
	Mono and dicalcium		16-19% Ca	21% P	0.6% Na	0.20% F
	Soft rock		17% Ca	9% P	0.1% Na	1.2% F
	Sodium tripolyphosphate		0% Ca	25% P	31% Na	0.03% F
Phosphorus	Phosphoric acid	H ₃ PO ₄	0% Ca	23% P		
	Tricalcium phosphate	Ca ₃ PO ₄	31-34% Ca	18% P		
Magnesium	Magnesium oxide	MgO	54% Mg			
	Magnesium sulfate	MgSO ₄	9% Mg			
Potassium	Potassium citrate		36% K			
	Potassium chloride	KCl	50% K			
	Potassium sulfate	K ₂ SO ₄	42% K			
Sodium and chloride	Sodium chloride	NaCl	39% Na	61% Cl		
	Sodium acetate		28% Na			
	Sodium tripolyphosphate		32% Na	25% P		

ELEMENTI MINERALI: fonti inorganiche di micro-elementi

Iron	Ferrous sulfate	FeSO ₄ ·H ₂ O	33% Fe
	Ferrous sulfate	FeSO ₄ ·7H ₂ O	20% Fe
	Ferric ammonium citrate		16.5-18.5% Fe
	Ferrous fumarate	FeC ₄ ·H ₂ O ₄	32.9% Fe
	Ferric chloride	FeCl ₃ ·6H ₂ O	20.7% Fe
	Ferrous carbonate	FeCO ₃	48.2% Fe
	Ferric oxide	Fe ₂ O ₃	69.9% Fe
	Ferrous oxide	FeO	77.8% Fe
Copper	Cupric carbonate	CuCO ₃ ·Cu(OH) ₂	57.5% Cu
	Cupric chloride	CuCl ₂ ·2H ₂ O	37.3% Cu
	Cupric hydroxide	Cu(OH) ₂	65.1% Cu
	Cupric oxide	CuO	79.9% Cu
	Cupric sulfate	CuSO ₄ ·5H ₂ O	25.4% Cu
Manganese	Manganese carbonate	MnCO ₃	47.8% Mn
	Manganous chloride	MnCl ₂ ·4H ₂ O	27.8% Mn
	Manganous oxide	MnO	77.4% Mn
	Manganese sulfate	MnSO ₄ ·5H ₂ O	22.7% Mn

ELEMENTI MINERALI: fonti inorganiche di micro-elementi

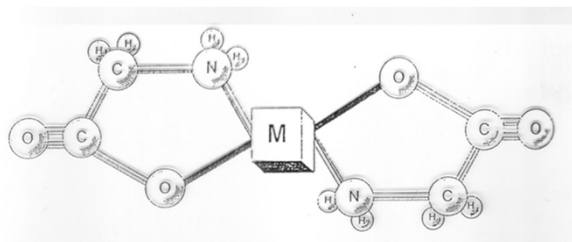
Zinc	Zinc carbonate	$5\text{ZnO} \cdot 2\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	56.0% Zn	
	Zinc chloride	ZnCl_2	48.0% Zn	
	Zinc oxide	ZnO	72.0% Zn	
	Zinc sulfate	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	22.7% Zn	
	Zinc sulfate	$\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	36.4% Zn	
Iodine	Calcium iodate	$\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$	65.1% I	
	Potassium iodide	KI	76.4% I	
	Cuprous iodide	CuI	66.6% I	
	Iodized salt		48.2 ppm I	
Selenium	Sodium selenite	Na_2SeO_3	45.6% Se	26.6% Na
	Sodium selenate	Na_2SeO_4	41.8% Se	24.3% Na

ELEMENTI MINERALI: i chelati

CHELATI

prodotti che derivano dalla reazione fra un catione (fornito da un sale solubile) e due/tre aminoacidi attraverso la formazione di legami di coordinazione covalenti

Rapporto molare metallo/aa = 1/2; 1:3



Esempio di un chelato

ELEMENTI MINERALI: vantaggi dei chelati

ASSORBIMENTO INTESTINALE:

più rapido, più efficiente, prevedibile perché:

- non risente dei fattori che influenzano negativamente l'assorbimento ionico (pH, agenti precipitanti ecc.)
- non risente dell'interazione con altri elementi minerali e/o nutrienti

REATTIVITA'

- Minor reattività nei riguardi di altri componenti dell'alimento/dieta (vitamine, ac. grassi polinsaturi)

RIDUZIONE INQUINAMENTO AMBIENTALE

- minore escrezione

MINORE VOLATILITA' E QUINDI MAGGIOR SICUREZZA

- per gli operatori che producono premiscele
- per chi prepara le diete

MACRO-ELEMENTI

CALCIO E FOSFORO: rapporto

INTERAZIONI:

eccessi di P, riducono l'assorbimento del Ca (mentre è meno evidente l'effetto contrario).

RAPPORTO Ca/P:

ruminanti:	2:1 (anche superiori)
suini:	1:1 (sensibili agli eccessi di Ca)
pulcini- polli:	1.5:1
cani:	1.2:1 – 1.4:1
gatti:	0.9:1 – 1.1:1
ovaiole:	> 4:1

CALCIO E FOSFORO: fonti

Ca

Scarso contenuto nei cereali e radici, elevato nel latte e nei foraggi soprattutto leguminose, sottoprodotti di origine animale

P

Moderato contenuto nei foraggi, elevato nell'avena, soia, crusca di frumento

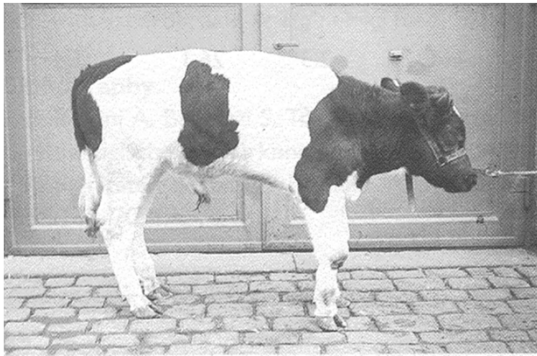
Esempi:

- Cereali (Ca=0.05-0.09% ss P=0.30-0.40% ss)
- Crusca (Ca=0.10% ss P=1.3% ss)
- Fieno di leguminose (Ca=0.8-2.0%ss,P=0.1-0.3%ss)
- Fieno di graminacee (Ca=0.3-0.5%ss,P=0.1-0.3%ss).

CALCIO E FOSFORO: carenze

Effetti di carenza di Ca/eccesso di P

RACHITISMO (giovani)



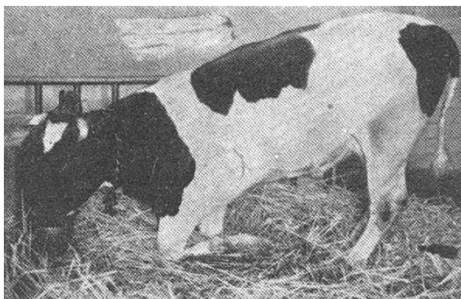
Articolazione tibio-tarsica ispessita in un vitello

CALCIO E FOSFORO: carenze

Effetti di carenza di Ca/eccesso di P

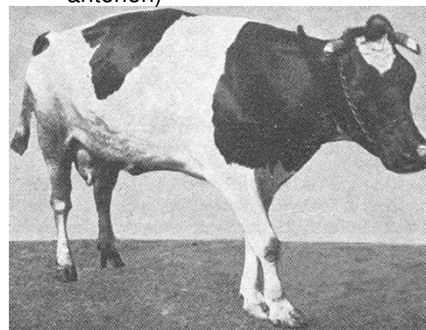
OSTEOMALACIA (adulti):

galline ovaiole → becco e ossa fragili, guscio delle uova sottile



Difficoltà nel sollevarsi, dolori ossei in una vacca

Deambulazione difficoltosa (incrociamiento degli arti anteriori)



CALCIO E FOSFORO: carenze

Effetti di carenza di Ca/eccesso di P

TETANIA

aumento eccitabilità fibre muscolari e terminazioni nervose
(vitelli e puledri)

COLLASSO PUERPERALE

vacche post-parto, (ipocalcemia)

Causa: forte asportazione del Ca all'inizio della lattazione non compensata da un'adeguata mobilizzazione delle riserve scheletriche e dall'assorbimento intestinale (evitare livelli alti di Ca in asciutta).

*In un bovino adulto: 8-9 kg di Ca, 4-5 kg di P
(circa il 20% di Ca e P può essere mobilizzato durante la lattazione)*

CALCIO E FOSFORO: carenze

Effetti di carenza di Ca/eccesso di P

COLLASSO PUERPERALE



Bovina con paresi puerperale ipo-calcemica

CALCIO E FOSFORO: integratori

FOSFATO BICALCICO

Bassa utilizzazione biologica Ca, P, costa meno

FOSFATO MONO- TRICALCICO

Meno usati

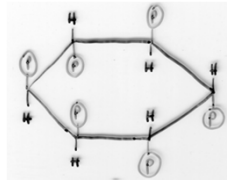
FOSFATO MONOSODICO

Elevata utilizzazione biologica P, costo elevato
proprietà igroscopiche

FOSFORO: biodisponibilità

Alimenti	Biodisponibilità P (nei suinetti)
Fosfato monosodico	100
Frumento	48
Orzo	35
Crusca di frumento	29
F.e. soia	22
Mais	12
Sorgo	12
Cotone	0

FOSFORO: i fitati



Acido fitico

Fitasi:

- Ruminanti → fitasi batteriche ruminali
 Equini: → fitasi batteriche cieco
 Conigli: → fitasi batteriche nel crasso (coprofagia)
 (suini, polli)

Piccole quantità di fitasi sono presenti nei vegetali
 (aumento con il miglioramento genetico delle piante)

Fitasi aggiunte ai mangimi (es. suini)

POTASSIO, SODIO, CLORO: funzioni

FUNZIONI:

- regolazione bilancio idrico
- mantenimento equilibrio acido-basico
- generazione potenziale di membrana
- conduzione impulsi elettrici

Na^+ → catione dei liquidi extracellulari (plasma)

K^+ → catione dei liquidi intracellulari (muscoli)

Cl^- → costituisce l'HCl gastrico.

POTASSIO, SODIO, CLORO: fonti

FONTI:

NaCl (39%Na e 61%Cl)

Contemporanea presenza di acqua di bevanda ad libitum

	NaCl (%ss)
Polli	0.30-0.50
Suini, vitelli	0.50
Bovini adulti	> 0.50
Cavalli	0.25-0.75

Azioni particolari del cloruro di sodio:

Erbivori → aumento appetibilità

Ovaiole → riduzione pterofagia, riduzione cannibalismo

Suini → aggiungere a diete prive di farina di pesce

POTASSIO, SODIO, CLORO: carenze

Carenza di K

Molto rara (elevato contenuto nei foraggi)

Carenza di Na+Cl-

(soggetti in lattazione e con eccessiva sudorazione)

andatura barcollante, perdita di peso, debolezza

EQUILIBRIO IONICO DELLA RAZIONE

$$\text{EIR (mg/kg ss)} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-})$$

Vacche in lattazione:

asciutta: ↑↑ anioni

inizio lattazione: ↑↑↑ cationi

metà lattazione: ↑↑ cationi

fine lattazione: ↑ cationi (o equilibrio)

MAGNESIO

FUNZIONI:

70% del Mg si trova nelle ossa
attivatore di enzimi (P-transferasi, decarbossilasi ecc.)
regolazione eccitabilità neuro-muscolare

CARENZE:

Fabbisogni coperti con le diete
Rare: **tetania** (ipomagnesiemia) in vitelli da latte e in
ruminanti adulti (da livelli di 17-40 mg/l a <5 mg/l)

FONTI:

Crusca di frumento. Lieviti, pannello di cotone, pannello di lino
Integrazione: ossido di Mg

MAGNESIO: carenze

Tetania da pascolo

Ipomagnesiemia

(eccitazione, incoordinazione, decubito laterale, testa all'indietro)



ZOLFO

FUNZIONI:

Costituente di:

molti aa (metionina, cistina e cisteina)

vitamine (biotina e tiamina)

altri composti (Co-A, eparina, insulina, glutatione, taurina...).

Cheratina zoccolo, peli, lana: 4% di S.

CARENZE:

Rare

E' necessario inserirlo nelle diete degli animali da lana

Nelle diete per ruminanti (quando aggiungiamo urea)