

## ELEMENTI MINERALI

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

<b>Macro-elementi</b>	<b>(g/kg)</b>	<b>Micro-elementi</b>	<b>(mg/kg)</b>
<b>Ca</b>	<b>15</b>	<b>Se</b>	<b>1-2</b>
<b>P</b>	<b>10</b>	<b>Cu</b>	<b>1-5</b>
<b>Na</b>	<b>1.6</b>	<b>Zn</b>	<b>10-50</b>
<b>Cl</b>	<b>1.1</b>	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**

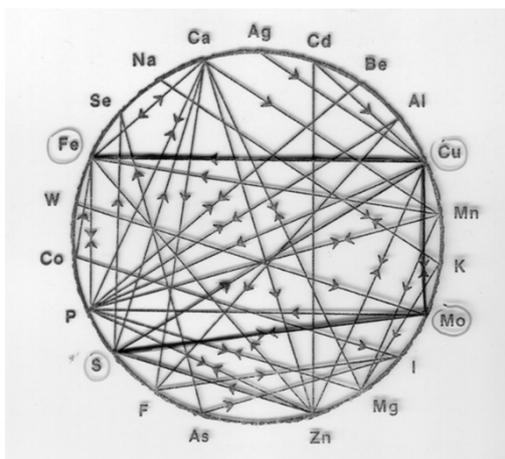
### **Fattori che influenzano negativamente l'assorbimento:**

- 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**			
<b>Calcium</b>	Calcium carbonate		39% Ca	0.02% Na		
	Limestone	CaCO <sub>3</sub>	38% Ca	0.05% Na	0.01% F	
	Calcium citrate		24% Ca			
	Calcium sulfate	CaSO <sub>4</sub>	23% Ca			
	Calcium chloride	CaCl <sub>2</sub>	35% Ca			
<b>Calcium and phosphorus</b>	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
<b>Phosphorus</b>	Phosphoric acid	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0% Ca	23% P		
	Tricalcium phosphate	Ca <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	31-34% Ca	18% P		
<b>Magnesium</b>	Magnesium oxide	MgO	54% Mg			
	Magnesium sulfate	MgSO <sub>4</sub>	9% Mg			
<b>Potassium</b>	Potassium citrate		36% K			
	Potassium chloride	KCl	50% K			
	Potassium sulfate	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	42% K			
<b>Sodium and chloride</b>	Sodium chloride	NaCl	39% Na	61% Cl		
	Sodium acetate		28% Na			
	Sodium tripolyphosphate		32% Na	25% P		

## ELEMENTI MINERALI: fonti inorganiche di micro-elementi

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

## ELEMENTI MINERALI: fonti inorganiche di micro-elementi

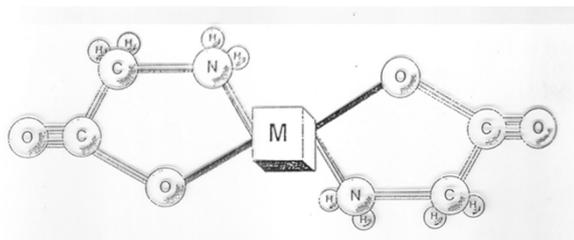
<b>Zinc</b>	Zinc carbonate	$5\text{ZnO} \cdot 2\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	56.0% Zn	
	Zinc chloride	$\text{ZnCl}_2$	48.0% Zn	
	Zinc oxide	$\text{ZnO}$	72.0% Zn	
	Zinc sulfate	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	22.7% Zn	
	Zinc sulfate	$\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	36.4% Zn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

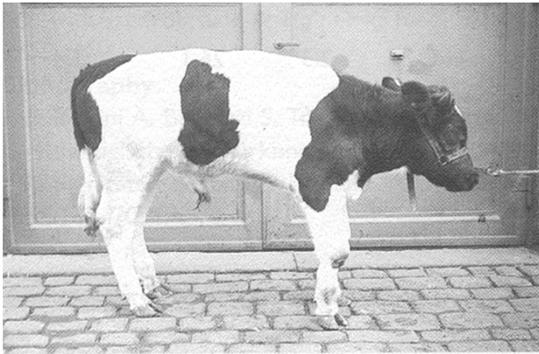
### Esempi:

- 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)**



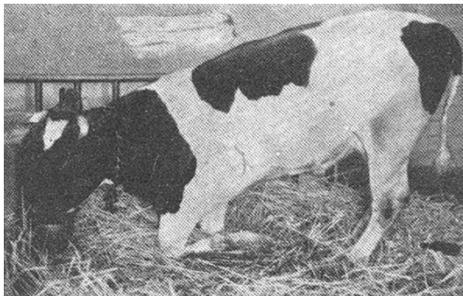
Articolazione tibio-tarsica ispessita in un vitello

## CALCIO E FOSFORO: carenze

Effetti di carenza di Ca/eccesso di P

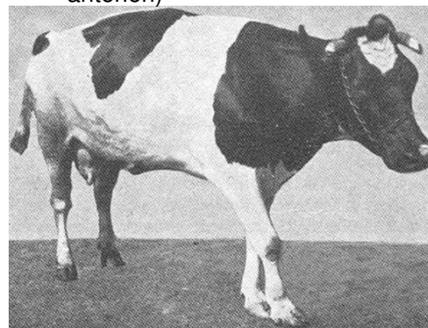
**OSTEOMALACIA (adulti):**

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

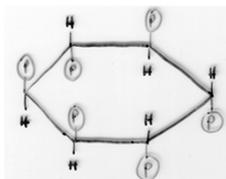
### FOSFATO MONOSODICO

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

$\text{Na}^+$  → catione dei liquidi extracellulari (plasma)

$\text{K}^+$  → catione dei liquidi intracellulari (muscoli)

$\text{Cl}^-$  → 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:**

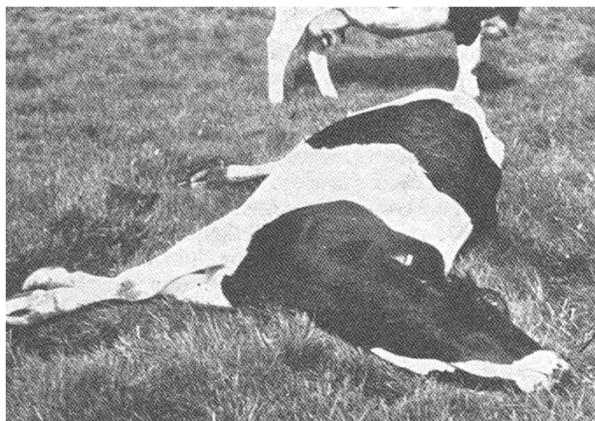
Crusca di frumento. Lieviti, pannello di cotone, pannello di lino  
Integrazione: ossido di Mg

## 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)