

OS MINERAIS NO METABOLISMO ANIMAL

Os Minerais no Metabolismo Animal

Os minerais apresentam papel essencial para todos os organismos vivos.

Entre 80 e 85% dos minerais se localizam no esqueleto, Ca e P especialmente.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Constituintes (%)		Células Animais	Células Vegetais
Água		60	75
Substâncias minerais		4,3	2,45
Substâncias orgânicas	Glicídios	6,2	18,0
	Lipídios	11,7	0,5
	Proteínas	17,8	4,0

Os Minerais no Metabolismo Animal

Minerais não são sintetizados pelo organismo e as principais funções são:

1. Componentes estruturais de órgãos e tecidos.
2. Constituintes de tecidos e fluidos corporais.
3. Catalisadores e/ou cofatores em sistemas hormonais e enzimáticos.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Aparecem na célula sob duas formas básicas:

- imobilizada
- Dissociada

Se apresentam na forma imobilizada como componentes de estruturas esqueléticas (cascas de ovos, ossos, etc.).

Os Minerais no Metabolismo Animal

Na forma dissociada ou ionizada aparecem como:

Cálcio (Ca ²⁺)	Componente de ossos e dentes. Ativador de enzimas (enzimas da coagulação).
Magnésio (Mg ²⁺)	Faz parte da molécula de clorofila; necessário à fotossíntese.
Ferro (Fe ²⁺)	Presente na hemoglobina e fundamental para o transporte de oxigênio. Componente de substâncias importantes na respiração e na fotossíntese (citocromos e ferredoxina).

Os Minerais no Metabolismo Animal

Na forma dissociada ou ionizada aparecem como:

Sódio (Na ⁺)	Tem concentração intracelular sempre mais baixa que líquidos externos. O transporte ativo via membrana plasmática, bombeia o sódio que penetra por difusão. Assegura a regulação osmótica do sangue com o K.
Potássio (K ⁺)	É abundante dentro das células que fora delas. Por transporte ativo, a membrana plasmática absorve o potássio do meio externo. Íons sódio e potássio estão envolvidos nos fenômenos elétricos que ocorrem na membrana plasmática, na concentração muscular e na condução nervosa.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Na forma dissociada ou ionizada aparecem como:

Fosfato (PO ₄ ³⁻)	Componente dos ossos e dentes. Componente do ATP, molécula energética das atividades celulares. Parte integrante do DNA e RNA, no código genético.
Cloro (Cl ⁻)	Componente dos neurônios (transmissão de impulsos nervosos). Componente do suco gástrico.
Iodo (I ⁻)	Entra na formação de hormônios tireoidianos.

Os Minerais no Metabolismo Animal

CLASSIFICAÇÃO

Macroelementos: Ca, P, Mg, Na, Cl, S, K.

Microelementos: Cu, I, Fe, Mn, Se, Zn, Co, Ni, V, Cr, etc.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Cofatores enzimáticos – moléculas ou substâncias químicas orgânicas e inorgânicas que necessárias às funções catalíticas.

Esses cofatores podem ser minerais e vitaminas, principalmente, mas outros compostos podem servir para este propósito.

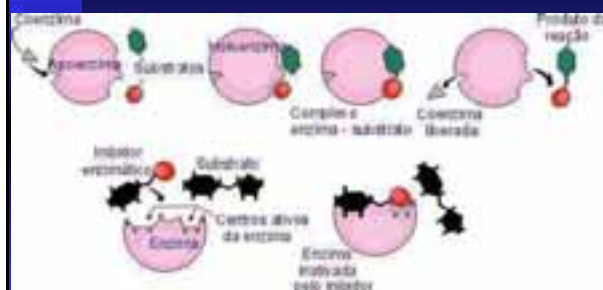
Os Minerais no Metabolismo Animal

Fração protéica inativa da enzima – APOENZIMA

Apoenzima + cofator = HOLOENZIMA

Cofatores metálicos estão presentes em 25% das enzimas corporais e são chamadas de metaloenzimas.

Os Minerais no Metabolismo Animal



Os Minerais no Metabolismo Animal

CÁLCIO

Importância

Elemento mineral necessário em maiores quantidades nas dietas.

Os Minerais no Metabolismo Animal

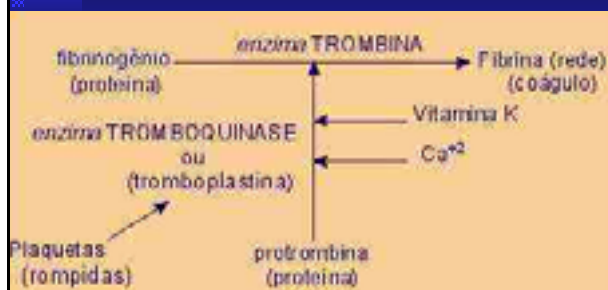
CÁLCIO

Funções

- Formação do esqueleto: 99% está nos ossos e dentes
- Presente no sistema auditivo: ossos martelo, bigorna e estribo
- Presente no leite e na casca do ovo
- Coagulação: Pro-trombina + Cálcio = Trombina
- Equilíbrio ácido-básico e pressão osmótica
- Processo de contração muscular

Os Minerais no Metabolismo Animal

Coagulação sanguínea – papel do Ca



Os Minerais no Metabolismo Animal

Cálcio orgânico:

- Cerca de 50% do cálcio corporal encontra-se na forma ionizada;
- 40% estão ligados a proteínas (principalmente à albumina)
- quase 10% circulam em complexos com fosfato e citrato.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Cálcio Orgânico:

- Cálcio ligado a proteínas - não sofre interferência de hormônios
- Cálcio ionizado é regulada pelo Paratormônio e pela vitamina D,
- Aumento no citrato ou do fosfato sanguíneo pode alterar o cálcio ionizado na medida pois são formados sais com o cálcio ionizado.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Cálcio

Níveis séricos de cálcio para poedeiras com a idade.

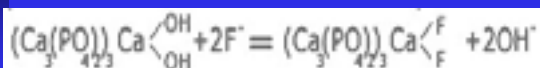
Idade (Semanas)	Ca total no plasma (mg %)	Ca ionizado no plasma (mg %)	Fósforo inorgânico no plasma (mg %)
2	8,62	4,00	5,44
18	9,72	4,87	4,51
25	27,45	6,60	1,91

Fonte: Scott et al. (1982)

Os Minerais no Metabolismo Animal

Cálcio Orgânico:

O objetivo do sistema homeostático do cálcio é manter níveis constantes de cálcio ionizado no fluido extracelular para a necessidade de cálcio nas células, osso e excreção renal.



Hidroxiapatita

Fluorapatita

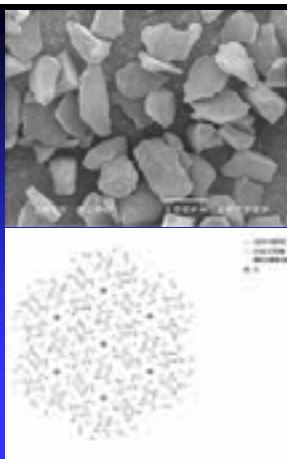
Os Minerais no Metabolismo Animal

Cálcio Orgânico:

O PTH e a vitamina D são sensíveis a alterações muito pequenas nos níveis de cálcio e regulam-no tanto no intestino como no osso e no rim.

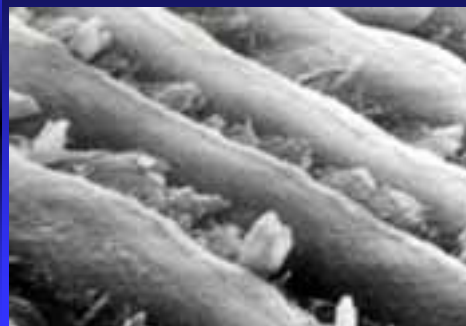
Os Minerais no Metabolismo Animal

Cálcio Orgânico:
Hidroxiapatita



Os Minerais no Metabolismo Animal

Cálcio Orgânico: Hidroxiapatita



http://portal.uamayor.edu/bioquimica_carics/bioquimica_carics.html

Os Minerais no Metabolismo Animal

O cálcio apresenta-se nos ossos baixo a forma de hidroxiapatita (estrutura cristalina que consiste de fosfato de cálcio que se arranja com uma matriz orgânica de proteína colagenosa para proporcionar força e rigidez).

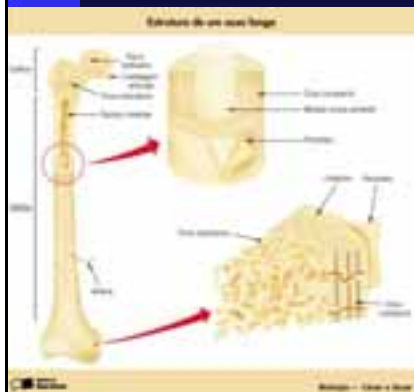
Os mesmos tipos de cristais apresentam-se nos dentes (esmalte e dentina) e o cálcio não está disponível com facilidade para os períodos de deficiência.

Os Minerais no Metabolismo Animal

-O cálcio esquelético armazenado nos ossos, distribui-se entre um espaço não intercambiável (estável) e do espaço rapidamente intercambiável, que participa nas atividades metabólicas.

- O componente intercambiável é considerado reserva quando a ingestão de cálcio é inadequada.

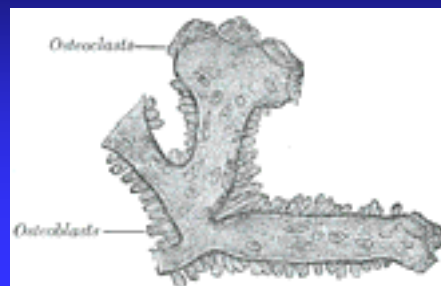
Os Minerais no Metabolismo Animal



- O Cálcio armazena-se principalmente nos ossos longos e se mobiliza para satisfazer as necessidades de crescimento, gestação e lactação.

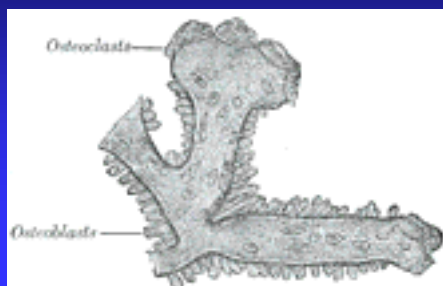
Os Minerais no Metabolismo Animal

Osteoclastos - célula multinucleada que degrada e reabsorve o osso.



Os Minerais no Metabolismo Animal

OSTEOBLASTOS - sintetizam: Colágeno e Glicoproteína da matriz óssea



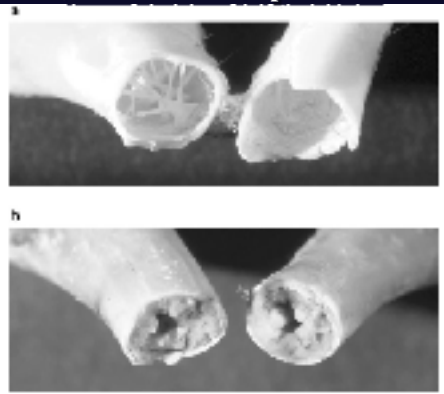
Os Minerais no Metabolismo Animal

Conteúdo da estrutura óssea

- 95% do cálcio
- 90% do fósforo do organismo
- 50% do magnésio
- 33% do sódio

- Matriz óssea (90 a 95% de colágeno)
- Colágeno - rico em: Glicina, Prolina e Hidroxiprolina

Ossos normais em poedeiras



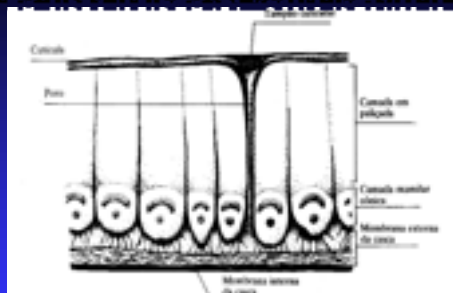
Ossos preenchidos com osso medular

Os Minerais no Metabolismo Animal

Tíbias de poedeiras normais (a) e preenchidas

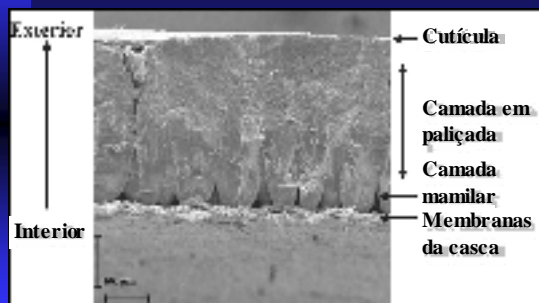


Os Minerais no Metabolismo Animal

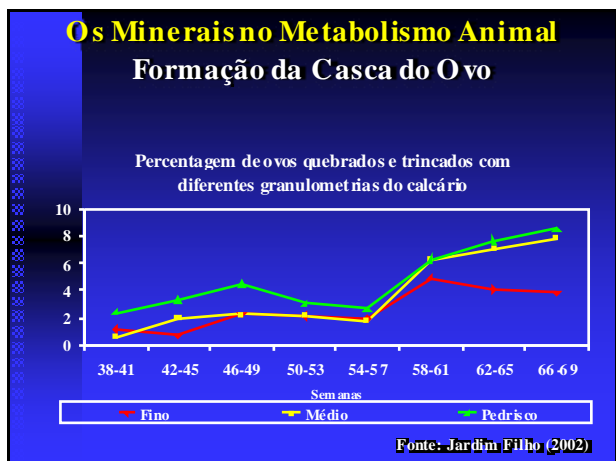
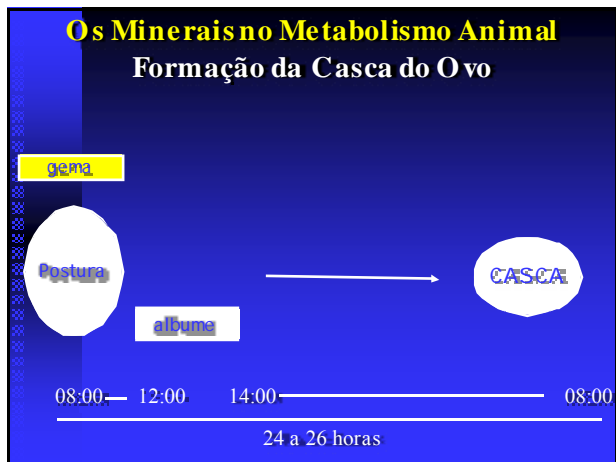


- Membranas externa e interna: 4% do peso da casca
- Cone mamilar: 25% da espessura da casca
- Camada em paliçada: 60 a 95% da casca
- Cutícula: recobre a superfície do ovo.

Os Minerais no Metabolismo Animal
Casca do Ovo



Bain et al., (2006)



Os Minerais no Metabolismo Animal
Regulação do conteúdo de cálcio

Efeitos biológicos do PTH:

- intestino: aumento na produção renal de 1,25 vitamina D;
- rins: reabsorção tubular de cálcio, fosfato e bicarbonato.

Efeitos biológicos da calcitonina:

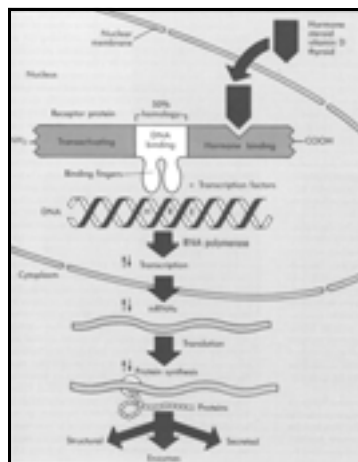
- nos rins: inibe reabsorção de fósforo;
- aumenta excreção renal de sódio e de cálcio;
- nos ossos: inibe a reabsorção óssea.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Regulação do conteúdo de cálcio

Efeitos biológicos da Vitamina D:

- aumenta absorção de cálcio no intestino
- estimula síntese de Calbindina (Proteína transportadora de cálcio)
- Estimula renovação celular óssea
- Ativação de osteoclastos – reabsorção óssea
- Osteólise osteocítica
- Também estimula mineralização óssea

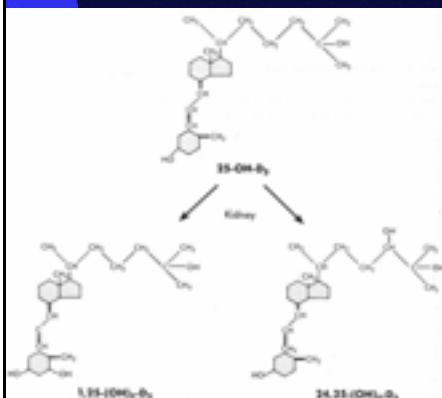


Os Minerais no Metabolismo Animal

Regulação do conteúdo de cálcio Papel da vitamina D

Os Minerais no Metabolismo Animal

Regulação do conteúdo de cálcio Papel da vitamina D



Os Minerais no Metabolismo Animal

FÓSFORO

Funções

- Formação do tecido ósseo: 80% do P orgânico
- Presente na composição dos dentes
- Componente dos fosfolípidios
- Equilíbrio ácido-básico
- Equilíbrio osmótico
- Metabolismo energético: ATP, GTP

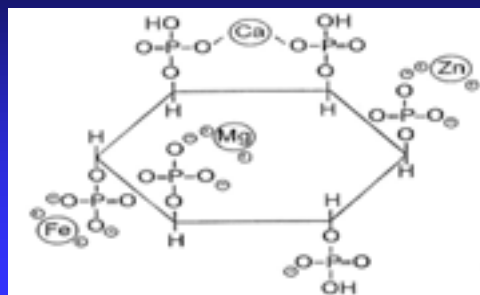
Os Minerais no Metabolismo Animal

FÓSFORO

Deposição mineral:

- Tecido muscular: 2 -3 g/kg
- Ossos: 50 – 100 g/kg
- Tecido Nervoso: 4 g/kg

Os Minerais no Metabolismo Animal



Fonte: Bertechini (2002)

Os Minerais no Metabolismo Animal

Teores médios de cinzas, Ca e P ósseos de frangos de corte aos 27 dias recebendo fitase

Fitase FTU	Cinzas%	Ca %	P %
500	46,28b	31,87b	16,22b
750	47,34ab	33,29a	17,45a
1000	48,00a	34,48a	17,84a

*Dieta milho/farelo de soja com 0,35%PD

Pizzolante et al. (2000)

Os Minerais no Metabolismo Animal

Fatores que alteram a absorção de Cálcio e Fósforo

- Relação Ca:P normal de 2:1 (igual ao conteúdo ósseo), para poedeiras pode chegar até 6 ou 6,5:1
- Vitamina D3: relacionada à absorção de cálcio
- Elementos que afetam a disponibilidade: Ferro, oxalatos, fitatos
- Hormônios circulantes: Estrogênio, calcitonina, tirocalcitonina

Os Minerais no Metabolismo Animal

Deficiência de cálcio e fósforo

- Raquitismo e osteoporose
- Arqueamento
- Têtnia (contração muscular)
- Appetite depravado
- Problemas reprodutivos
- Índices zootécnicos piorados

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Magnésio

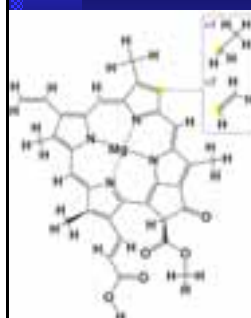
O magnésio é importante para a vida, tanto animal como vegetal. A clorofila é uma substância complexa de porfirina-magnésio que intervêm na fotossíntese. É elemento químico essencial para o homem e os animais.

Os Minerais no Metabolismo Animal

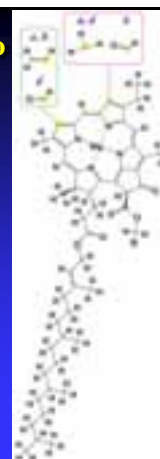
- A maior parte do magnésio no organismo é encontrada nos ossos.
- Tem importância na atividade de coenzimas e reações que dependem da ATP.
- Exerce papel estrutural, pois o Mg^{2+} tem função estabilizadora para a estrutura de cadeias de ADN e ARN.

Os Minerais no Metabolismo

Metabolismo do Magnésio



Clorofila



Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Sódio

- O sódio tem papel importante no balanço hídrico da água corporal.
- Nos mamíferos, a diminuição da pressão arterial e da concentração de sódio no sangue são detectadas pelos rins.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Sódio

Alteração na concentração sanguínea de sódio resulta na produção de renina que atua:

→Liberando aldosterona que diminui a excreção de sódio na urina e retém sódio e água.

→Pela vasopressina que diminui a concentração sanguínea de sódio e retém água corporal a nível renal.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Sódio

Manutenção do potencial elétrico da membrana celular:

- cátions de sódio são importantes para a função dos neurônios e de outras células animais.
- é o principal cátion do líquido extracelular (líquido corporal externo às células) em concentração superior ao compartimento intracelular.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Potássio

-O íon K^+ está presente nas extremidades dos cromossomos e estabiliza sua estrutura.

-O íon hexaidratado (igual ao íon magnésio) estabiliza a estrutura do ADN e ARN e compensa a carga negativa dos grupos fosfatos.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Sódio e do Potássio

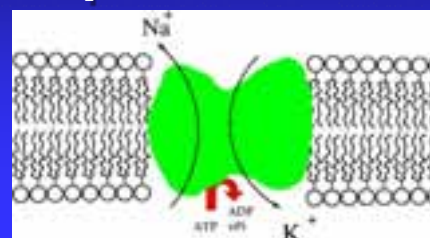
Manutenção do potencial elétrico da membrana celular:

Essa diferença de concentração se deve principalmente à existência da bomba de sódio e potássio, e são esses dois eletrólitos os maiores responsáveis pelo potencial de ação celular em animais.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Bomba de sódio (bomba de Na^+/K^+ -ATPase ou bomba Na^+/K^+)

- mecanismo que se localiza na membrana plasmática das células vivas.



Os Minerais no Metabolismo Animal

Bomba de sódio (bomba de Na^+/K^+ -ATPase ou bomba Na^+/K^+)

Para manter o potencial elétrico da célula, esta precisa de uma baixa concentração de íons sódio e de elevada concentração de íons potássio, dentro da célula.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Bomba de sódio (bomba de Na^+/K^+ -ATPase ou bomba Na^+/K^+)

Fora das células existe alta concentração de sódio e baixa concentração de potássio, pois existe difusão destes componentes através de canais iônicos existentes na membrana celular.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Bomba de sódio (bomba de Na^+/K^+ -ATPase ou bomba Na^+/K^+) –

Para manter as concentrações ideais dos dois ions, a bomba de sódio bombeia sódio para fora da célula e potássio para dentro dela.

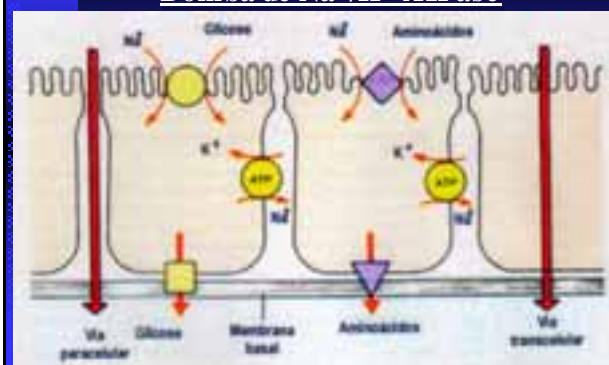
Os Minerais no Metabolismo Animal

Bomba de sódio (bomba de Na^+/K^+ -ATPase ou bomba Na^+/K^+) –

Este transporte é realizado contra os gradientes de concentração dos dois ions e ocorre graças à energia liberada pela divagem de ATP (transporte ativo).

Os Minerais no Metabolismo Animal

Bomba de Na^+/K^+ -ATPase



Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Enxofre

Aminoácidos cisteína, metionina, homocisteína e taurina contém enxofre, formando as pontes de dissulfeto entre os polipeptídeos, ligação de grande importância para a formação das estruturas espaciais das proteínas.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Enxofre

- É constituinte de vitaminas
- Participando da síntese do colágeno
- Neutraliza compostos tóxicos
- Atua no fígado na secreção da biliar.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Enxofre

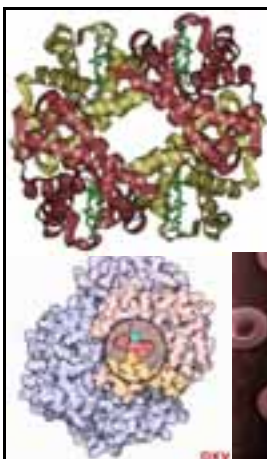
Plantas absorvem enxofre do solo como íon sulfato.

Bactérias utilizam o sulfeto de hidrogênio da água como doadores de elétrons num processo similar a fotossíntese primitiva.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Ferro

componente fundamental da hemoglobina e algumas enzimas do sistema respiratório



Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Ferro

O íon Fe^{++} (ferroso) é absorvido no duodeno em pH ideal de 7,0.

No epitélio intestinal o Fe^{++} se associa a proteína apoferritina para ser transportado e dá origem à ferritina e o ferro se encontra na forma oxidada Fe^{+++} (férico).

Os Minerais no Metabolismo Animal

A vitamina C reduz o ferro oxidado que no sangue associa-se com a transferrina que transporta o ferro para os tecidos.



Os Minerais no Metabolismo Animal

Destinos do ferro no organismo:

- 70% vai para a hemoglobina na medula óssea.
- 20% é armazenado no tecido epitelial (ferritina), no tecido conjuntivo (hemossiderina) e no fígado, local em que é armazenada em ambas as formas.
- 5% como peroxidases e catalases.
- 5% como mioglobinas e citocromos.
- 1% é excretado pela bile (1mg/dia).

Os Minerais no Metabolismo Animal

Deficiência de ferro:

Resultado de deficiência na alimentação leva a anemia hipocromica que pode ser ferropriva e não ferropriva:

- Não ferropriva: deficiência ocorre no transporte ou na absorção do ferro.
- Ferropriva: deficiência ocorre na alimentação.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Zinco

- Atua no controle cerebral dos músculos.
- Ajuda na respiração dos tecidos
- Participa no metabolismo de proteínas e carboidratos.
- Provoca diminuição dos hormônios masculinos e favorece o diabetes.
- Ajuda a manter o sistema imunológico sadio, facilita a cicatrização e recuperação de lesões.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Zinco

- Intervém no de ácidos nucleicos
- Estimula a atividade de mais de 100 enzimas, como a superóxido dismutase.
- Necessário para percepção do sabor e olfato.
- Encontrado na insulina e em proteínas funcionais.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Cobre

A absorção do cobre na dieta depende de alguns fatores como:

- Conteúdo de fibras da dieta
- Presença dos fitatos
- Secreções que sequestram cobre e zinco.

A absorção de cobre ocorre no intestino delgado pela mucosa por difusão facilitada.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Cobre

- Nas células intestinais e fígado, íons Cu^{++} se encontram unidos a metalotioneína com maior afinidade que o zinco.
- A quantidade de cobre absorvida está entre 25% e 60% do cobre ingerido.
- 90% do cobre absorvido se incorpora a ceruloplasmina plasmática.
- O resto se une a albumina, transcupreína e outras proteínas plasmáticas.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Iodo

- O iodo (I) é essencial para a formação de tiroxina e de triiodotironina (T4 e T3)
- Os hormônios tireoidianos essenciais para manutenção do metabolismo normal em todas as células.
- Estes hormônios controlam todos os passos metabólicos da oxidação celular.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Funções dos hormônios tireoidianos

1. Efeito sobre o metabolismo basal: aumenta em quase todas as células orgânicas até 60 a 100% acima do normal.
2. Efeito sobre o sistema cardiovascular: determina utilização de oxigênio e liberação de produtos de degradação do metabolismo nos tecidos em quantidade maior que a normal. Produz vasodilatação nos tecidos e conseqüente aumento do fluxo sanguíneo.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Funções dos hormônios tireoidianos

3. Efeito sobre a respiração: intensifica a utilização de O_2 e a formação de CO_2 .
4. Efeito sobre o trato gastrointestinal: aumentam o apetite e a ingestão de alimentos, a secreção dos sucos digestivos e a motilidade do tubo gastrointestinal.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Funções dos hormônios tireoidianos

5. Efeito sobre o sistema nervoso central: aumenta ou diminui as ações do cérebro.
6. Efeito sobre a ação dos músculos: provoca vigorosa reação muscular; quando a quantidade de hormônio é excessiva, há fraqueza muscular pelo catabolismo excessivo das proteínas.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Funções dos hormônios tireoidianos

7. Efeito na reprodução: falta de hormônio tireoidiano declina a libido e piora a qualidade do sêmen em touros, carneiros e garanhões. Incrementa a morte prematura e reabsorção fetal, abortos, natimortos, neonatos com baixo peso, fracos, sem pêlo e reduz taxa de crescimento e sobrevivência. Infertilidade ou esterilidade, irregularidade ou supressão do cio e baixa produção de leite podem ser observadas.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Manganês

- Elemento essencial com funções estruturais e enzimáticas.
- Desempenha papel fundamental nos processos fotossintéticos (produção de O₂ no fotossistema II)
- Atua na degradação oxidativa de lignina (via as Mn-ligninases)
- Age em diversas reações de hidrólise
- Atua na proteção contra estresse oxidativo.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Selênio

- É um micronutriente com diferentes funções:
- ação antioxidante, (neutraliza radicais livres)
 - estimula o sistema imunológico
 - intervém no funcionamento da glândula tireóide.
 - Está no aminoácido selenocisteína.
 -

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Selênio

- O selênio protege o coração
- Reduz a viscosidade do sangue
- Diminui o risco de formação de coágulos
- Aumenta a proporção de colesterol HDL com relação ao LDL.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Cromo

- Ainda não tem funções absolutamente comprovadas.
- Participa do metabolismo dos lipídios e dos hidratos de carbono, assim como em outras funções biológicas.
- Complexos do cromo parecem participar da potencialização da ação da insulina, sendo, por isso, denominado de "fator de tolerância à glicose"

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Molibdênio

O molibdênio se encontra no chamado cofator de molibdênio (coMo) em diferentes oxotransferases, com a função de transferir átomos de oxigênio da água (H₂O) que por sua vez produz a transferência de dois elétrons.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Molibdênio

Algumas enzimas contêm Molibdênio como cofator:

- xantina oxidase que oxida a xantina a ácido úrico
- aldeído oxidase que oxida aldeídos, assim como aminas e sulfetos no fígado
- sulfito oxidase que oxida sulfetos no fígado
- nitrato redutase, importante no ciclo do nitrogênio nas plantas.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Molibdênio

- Também se pode encontrar um cofator de ferro e molibdênio.
- Enzimas nitrogenases intervêm na fixação do nitrogênio molecular atmosférico no ciclo de nitrogênio de bactérias e outros micro-organismos.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Metabolismo do Vanádio

- Não está demonstrada sua essencialidade, mas compostos de vanádio imitam e potencializam a atividade da insulina.
- Enzimas de algas que reduzem peróxidos e halogenam substratos orgânicos.
- Atua no processo de desenvolvimento embrionário em aves e peixes.

Os Minerais no Metabolismo Animal

Composição dos elementos orgânicos e minerais do organismo animal

Elemento	Percentual	
Oxigênio	65,00	96,0
Carbono	18,0	
Hidrogênio	10,0	
Nitrogênio	3,0	

Os Minerais no Metabolismo Animal

Composição dos elementos orgânicos e minerais do organismo animal

Elemento	Percentual	
Cálcio	1,5	3,45
Fósforo	1,0	
Potássio	0,35	
Enxofre	0,25	
Sódio	0,15	
Cloro	0,15	
Magnésio	0,05	

Os Minerais no Metabolismo Animal

Composição dos elementos orgânicos e minerais do organismo animal

Elemento	Percentual
Ferro	0,004
Manganês	0,0003
Cobre	0,0002
Iodo	0,00004

Os Minerais no Metabolismo Animal

Funções específicas de alguns minerais

Mineral	Função
Magnésio	Constituinte dos ossos (70% do total) Ativador enzimático Reduz irritabilidade dos tecidos (atua na atividade neuromuscular)
Enxofre	Componente da metionina, cistina, biotina, tiamina, coenzima A

Fonte: Ensminger & Olentine (1978) e Scott et al (1982)

Os Minerais no Metabolismo Animal

Funções específicas de alguns minerais.

Mineral	Função
Sódio e Cloro	Balanco ácido básico Equilíbrio osmótico Contração muscular Síntese da bile (Na) Síntese de HCl gástrico (Cl)
Potássio	Balanco ácido básico Equilíbrio osmótico Atividade muscular Ativador enzimático (metabolismo CHO)

Fonte: Ensminger & Olentine (1978) e Scott et al (1982)

Os Minerais no Metabolismo Animal

Principais microminerais e suas funções.

Mineral	Função
Zinco	Desenvolvimento dos ossos e penas Compõe enzimas (anidrase carbônica)
Cobre	Formação da hemoglobina Ação catalisadora Desenvolvimento e pigmentação dos pêlos e cabelos, Desenvolvimento ósseo Atua durante a gestação/lactação

Fonte: Ensminger & Olentine (1978) e Scott et al (1982)

Os Minerais no Metabolismo Animal

Principais microminerais e suas funções.

Mineral	Função
Manganês	Compõe a matriz óssea Metabolismo dos aminoácidos, ácidos graxos, colesterol e fosforilação oxidativa
Selênio	Compõe enzima glutathiona-peroxidase Antioxidante Atua no processo reprodutivo

Fonte: Ensminger & Olentine (1978) e Scott et al (1982)

Os Minerais no Metabolismo Animal

Principais microminerais e suas funções.

Mineral	Função
Iodo	Hormônios da tireóide
Ferro	Constituinte da hemoglobina Transporte de oxigênio na célula (reações de oxidação orgânica)

Fonte: Ensminger & Olentine (1978) e Scott et al (1982)

Os Minerais no Metabolismo Animal

Principais microminerais e suas funções.

Mineral	Função
Cromo	Metabolismo da glicose – síntese de insulina
Cobalto	Compõe a vitamina B12
Fluór	Proteção dos dentes
Molibdênio	Compõe a enzima xantina-oxidase (síntese de ácido úrico)

Fonte: Ensminger & Olentine (1978) e Scott et al. (1982)

Os Minerais no Metabolismo Animal

Principais microminerais e suas funções.

Mineral	Função
Silício	Mineralização dos ossos
Níquel	Metabolismo de RNA Componente da membrana celular
Vanádio	Metabolismo dos lipídios
Arsênio	Produção de hemoglobina (não comprovado)

Fonte: Ensminger & Olentine (1978) e Scott et al. (1982)

Os Minerais no Metabolismo Animal

BALANÇO DOS ELETRÓLITOS

- O metabolismo animal depende da homeostase dos nutrientes.
- Os minerais atuam basicamente como cofatores ou ativadores enzimáticos.
- O sódio, o potássio e o cloro atuam para manter o equilíbrio hidro-eletrolítico da célula

Os Minerais no Metabolismo Animal

BALANÇO DOS ELETRÓLITOS

- As quantidades oferecidas nas rações, muitas vezes, não contribuem para equilibrar esta situação.
- Normalmente o potássio se encontra em quantidades maiores que as necessidades dos animais
- Este desequilíbrio se reflete no desempenho, principalmente em condições de estresse de calor.

Os Minerais no Metabolismo Animal

BALANÇO DOS ELETRÓLITOS

- O cloro presente nos alimentos e suplementos se encontra acima das necessidades dos animais
- O sódio é atendido plenamente e o sal comum suplementar contém aproximadamente 40% de Na e 60% de Cl,

Os Minerais no Metabolismo Animal

BALANÇO DOS ELETRÓLITOS

Isto requer o equilíbrio da quantidade de cátions e ânions consumidos pelos animais, seguindo a fórmula proposta por Mongin (1981):

$$\text{Eq. eletrolítico (mEq/kg)} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) - (\text{Cl}^- + \text{P}^- + \text{S}^-)$$

Os Minerais no Metabolismo Animal

BALANÇO DOS ELETRÓLITOS

Na prática, bons resultados são obtidos com a seguinte fórmula:

$$\text{Eq. eletrolítico (mEq/kg)} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^-)$$

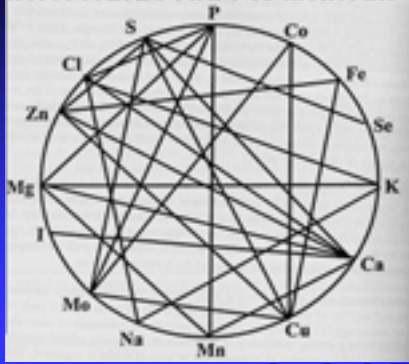
Os Minerais no Metabolismo Animal

BALANÇO DOS ELETRÓLITOS

Os valores considerados adequados são:

- **Aves** = 250 mEq/kg
- **Suínos** = 100 – 200 mEq/kg
- **Ração milho – farelo de soja** = 175 mEq/kg

Os Minerais no Metabolismo Animal
Interrelação entre os minerais



Fonte: Georgievskii (1982)