



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Metabolismo de minerais em animais: Cálcio

Docentes:

Ives Claudio da Silva Bueno

Catarina Abdalla Gomide

Discentes:

Amanda Isabela Guari Tenório

Giulliana Gonçalves de Oliveira

Julia Biagi Veronez

Luana da Silva Dias

Yasmin Chagas Belo

Pirassununga

2019

Amanda Isabela Guari Tenório

Giulliana Gonçalves de Oliveira

Julia Biagi Veronez

Luana da Silva Dias

Yasmin Chagas Belo

Metabolismo de minerais em animais: Cálcio

Monografia apresentada como parte da avaliação da disciplina ZAZ1374 - Princípios de Nutrição Animal do curso de Medicina Veterinária.

Docentes:

Ives Claudio da Silva Bueno

Catarina Abdalla Gomide

Pirassununga

2019

SUMÁRIO

1. Introdução.....	4
1.1 Aspectos gerais dos minerais na alimentação animal.....	4
1.2 Aspectos gerais do macronutriente cálcio.....	5
2. Absorção, Homeostase e Metabolismo do Cálcio.....	7
3. Exigência nutricional do cálcio nas diferentes espécies.....	12
4. Fontes de Cálcio utilizadas na formulação das dietas.....	13
5. Fontes de Cálcio em cães e gatos.....	14
6. Digestibilidade e Disponibilidade das fontes de Cálcio.....	14
7. Toxicidade do cálcio em diferentes espécies animais.....	15
8. Deficiência de cálcio no organismo de diferentes animais.....	16
9. Biodisponibilidade e Fatores Exógenos e Endógenos.....	19
10. Considerações finais.....	20
11. Referências Bibliográficas.....	21

1. Introdução

1.1 Aspectos gerais dos minerais na alimentação animal

Os minerais são importante para os animais, devido esses apresentarem um papel essencial para todos os organismos. Os minerais não são sintetizados pelo organismo, e suas principais funções são de componentes estruturais de órgãos e tecidos, são constituintes de tecidos e fluidos corporais e podem ser catalisados e cofatores em sistemas hormonais e enzimáticos.

Os animais necessitam desse nas suas dietas para a manutenção do seu crescimento e funções biológica. Os minerais são elementos inorgânicos que fazem parte dos nutrientes contidos nos alimentos e que são considerados indispensáveis no organismo dos animais. Podendo esses serem divididos em macrominerais e microminerais como pode ser observado na TABELA 1.

Classificação	Elemento	Concentração 1:
Macrominerais	Cálcio (Ca)	75
	Fósforo (P)	135
	Potássio (K)	526
	Sódio (Na)	625
	Enxofre (S)	627
	Cloro (Cl)	909
	Magnésio (Mg)	2.409
Microminerais	Ferro(Fe)	25.000
	Zinco (Zn)	33.000
	Cobre (Cu)	527.000
	Iodo (I)	2.500.000
	Manganês (Mn)	4.400.000
	Cobalto (Co)	46.500.000
	Selênio (se)	100.000.000

TABELA 1: Concentração dos minerais essenciais no organismo animal

Fonte: Georgievski (1982)

A quantidade presente no organismo animal desses macrominerais vai depender da espécie e também do local onde esses animais são criados, sendo esses o cálcio, magnésio, sódio, potássio, fósforo, enxofre e cloro. São necessárias em boa quantidade devido suas funções no organismo. Já os microminerais são necessários no organismo em baixas quantidades, sendo essenciais apenas quinze devido participarem de funções enzimáticas.

A maioria dos minerais é encontrada em alimentos concentrados em pastagens, nas plantas sua concentração vai depender de vários fatores como a espécie da planta, estágio de maturidade, manejo de cultura, condições climáticas e a composição do solo. Outras fontes adicionais são colocadas nas rações como aditivos, podendo esses minerais serem absorvidos no intestino delgado e no intestino grosso. Nos ruminantes também podem fazer absorção ruminal.

1.2 Aspectos gerais do macronutriente cálcio

O cálcio (Ca^{+2}) é um macromineral descrito como um metal de baixa dureza, prateado, que reage facilmente com o oxigênio do ar e com a água. Ele é considerado um dos minerais com maior importância devido sua abundância no organismo animal, sendo esse um macroelemento, em torno de 1,5 à 2,0 %. Esse está concentrado em sua maioria no esqueleto, estando presente nessa também como uma reserva em casos de calcemia. No meio intracelular o cálcio é compartimentado e estocado em organelas como o retículo endoplasmático rugoso, nas mitocôndrias e no núcleo. Já no sangue, está presente no plasma, onde a maioria se encontra ligada às proteínas, além de estar presente nos ovos e no leite de animais que apresentam esses. No plasma sanguíneo estará presente de três formas, ultra filtrável ionizada, a ultra filtrável não ionizada e a não ultra filtrável, sendo a mais importante aquela ionizada e a mais abundante, pois irá participar da ossificação, ações enzimáticas e excitação neuromuscular. Na natureza é encontrado principalmente como constituinte de rochas, como calcários, mármore (CaCO_3), gesso (Sulfato de cálcio ou gesso - $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e fluorita (CaF_2). Também está presente em dentes, cascas de ovos, pérolas e nas

conchas de muitos animais marinhos, sendo considerado o quinto elemento mais abundante da terra (Peixoto, 2004).

Esse mineral ao ter relação com outros podem ter uma importante função, como por exemplo, ao se ligar ao fósforo e o magnésio, essa ligação irá participar das funções plásticas, sendo principalmente na formação do tecido ósseo, que consiste na transformação do tecido mole em tecido ósseo por meio da deposição de minerais. A presença de cálcio no esqueleto e no sangue passa a ser de forma mais equilibrada quando adulto, e mais presente no tecido ósseo quando em fase de crescimento.

Essa deposição de cálcio e retirada desse dos ossos e do sistema sanguíneo está relacionada aos hormônios paratormônio e a calcitonina. O paratormônio é um hormônio secretado pelas paratireoides, que consegue se ligar a receptores de membrana em células-alvo, como os osso, ele consegue estimular a captação de cálcio para o meio extracelular, esse hormônio irá agir sobre os osteoblastos e osteoclastos (células dos ossos) tendo como função estimular a atividade desses, levando à migração de cálcio e fósforo dos ossos para a corrente sanguínea. O outro hormônio, a calcitonina, tem a função de diminuir a concentração de cálcio no plasma, assim atuando como antagonista do paratormônio, além dessa atuar na proteção do corpo contra a hipercalcêmica.

A absorção do cálcio vai depender de uma proteína, no qual essa só irá estar presente com a vitamina D na dieta do animal. O paratormônio também terá função nessa, devido sua atividade nas células epiteliais do rim incluindo a ativação da enzima que esta envolvida na síntese de calcitriol, que considerada a forma ativa da Vitamina D, além da expressão dos receptores dessa vitamina. Com isso se percebe a ação de potencialização e garantia da ação enzimática, podendo também ativar ou inativar proteínas efetoras em determinados casos.

O cálcio além de ser importante na corrente sanguínea e para formação óssea, esse mineral é responsável pela contração muscular, pelo acoplamento de actina e

miosina (nos quais vão entrar pelos canais rápidos de cálcio) e saem quando o músculo relaxa. Auxilia também no acoplamento do evento elétrico e mecânico do coração, o cálcio é um deflagrador nas células do marca-passo do coração, que conseguem se despolarizar sozinhas.

Esse mineral pode auxiliar o transporte intermembrana plasmática e na manutenção da estabilidade dessa ao se ligar a proteínas transportadoras, ajudando na entrada ou saída das substâncias na célula.

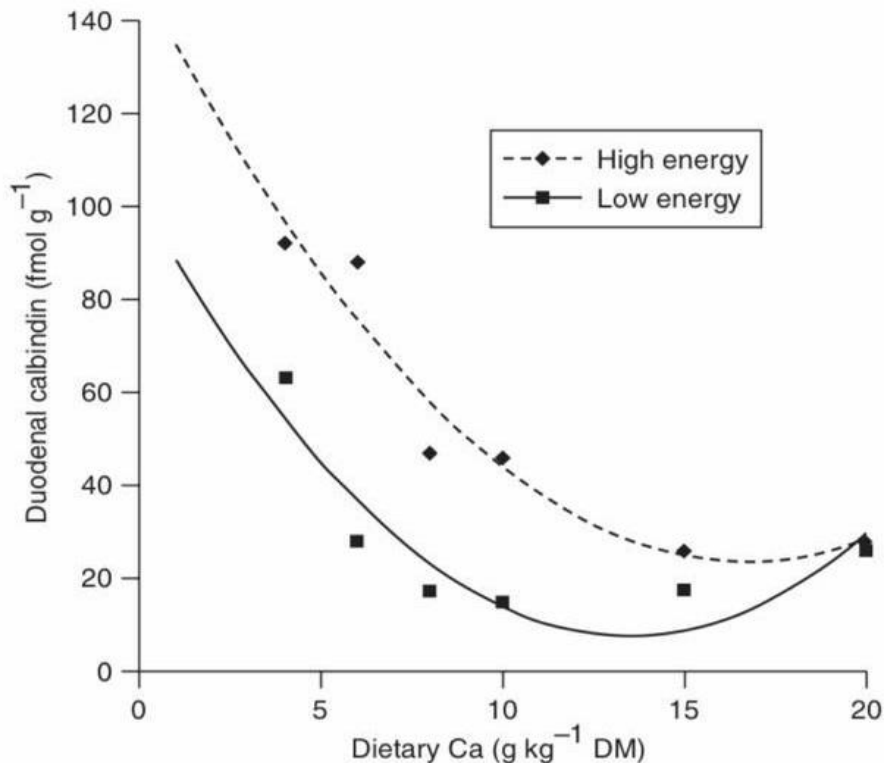
2. Absorção, Homeostase e Metabolismo do Cálcio

A absorção de cálcio ocorre ao longo de todo intestino delgado (Hoenderop et al., 2005), principalmente no duodeno e jejuno, por dois mecanismos distintos, o transporte paracelular (passivo) e transcelular (ativo), garantindo ao organismo um adequado suprimento de cálcio, sem que ocorra excesso. A velocidade de absorção do cálcio é maior do que os demais íons, exceto o sódio. Sua absorção pode ser influenciada por fatores intrínsecos dos animais, como idade e pH intestinal e pela dieta, como tamanho de partícula, vitamina D e a relação Ca:P da dieta (Bertechini, 2006).

- Transporte paracelular (passivo): O transporte passivo de cálcio, sistema não saturável, é a passagem de Ca^{2+} pelo epitélio, sem gastos de energia mas dependente do gradiente eletroquímico. É a principal forma de absorção deste mineral e ocorre ao longo de todo trato gastrointestinal através das junções firmes – espaços intercelulares existentes entre as camadas de células individuais que formam o epitélio (Hoenderop et al., 2005). Numa dieta com alto nível de cálcio solúvel ou em concentração adequada, há uma rápida absorção no intestino por esta via, em função do gradiente eletroquímico favorável (Bronner, 1998), com isso ocorre a elevação do cálcio iônico no sangue e inibição do apetite (Lobaugh et al., 1981). Esta via de absorção depende não só de um gradiente de concentração favorável, como também do tempo de permanência da digesta no lúmen intestinal, da solubilidade do mineral no

intestino e pH ideal. Além disso, oCa²⁺ das fontes inorgânicas, assim como CaCO₃, calcário, casca de ostras e fosfatos de cálcio, podem ser rapidamente solubilizados pelo meio ácido do estômago (Klasing, 1998).

- Transporte transcelular (ativo): O transporte ativo de cálcio, sistema saturável, é regulado pela entrada de cálcio no organismo. Diferente do transporte passivo, requer energia metabólica para que ocorra, é dependente da vitamina D e ocorre essencialmente no duodeno e jejuno proximal, ocorrendo pouco no jejuno distal e íleo (Hoenderop et al., 2005). Com baixo consumo de cálcio na ração, a absorção de Ca²⁺ acontece principalmente através da via transcelular (Bronner, 2003). O transporte transcelular ocorre através do enterócito em três etapas, entrada, difusão e extrusão. A eficiência do transporte de cálcio é dependente das proteínas ligadoras, dos transportadores e da bomba, além de ser modulada pela idade, vitamina D e concentração do mineral na dieta (Brown et al., 2005). A forma ativa da vitamina D (DHC) é que estimula as etapas do transporte transcelular pelo aumento da expressão dos transportadores de cálcio, da proteína de ligação e do sistema de expulsão (Hoenderop et al., 2005). Ela atua sobre o DNA do enterócito, induzindo a produção do RNAm, responsável pela codificação da proteína transportadora do cálcio através da membrana celular. A homeostase do cálcio no organismo é mantida pela ação combinada da absorção de Ca²⁺ no intestino, reabsorção nos rins e trocas nos ossos (Hoenderop et al., 2005). A presença de receptores de membrana Ca-sensíveis nesses órgãos é fundamental para essa regulação e para o adequado desenvolvimento esquelético (Chang et al., 2008).



Mecanismo de absorção de cálcio de acordo com a necessidade. À medida que as concentrações dietéticas de Ca diminuem, a síntese de um potenciador da absorção (calbindina) aumenta. Se as dietas de alta energia são alimentadas, a demanda por Ca aumenta e o pintinho de corte sintetiza ainda mais a calbindina duodenal (de Hurwitz et al., 1995).

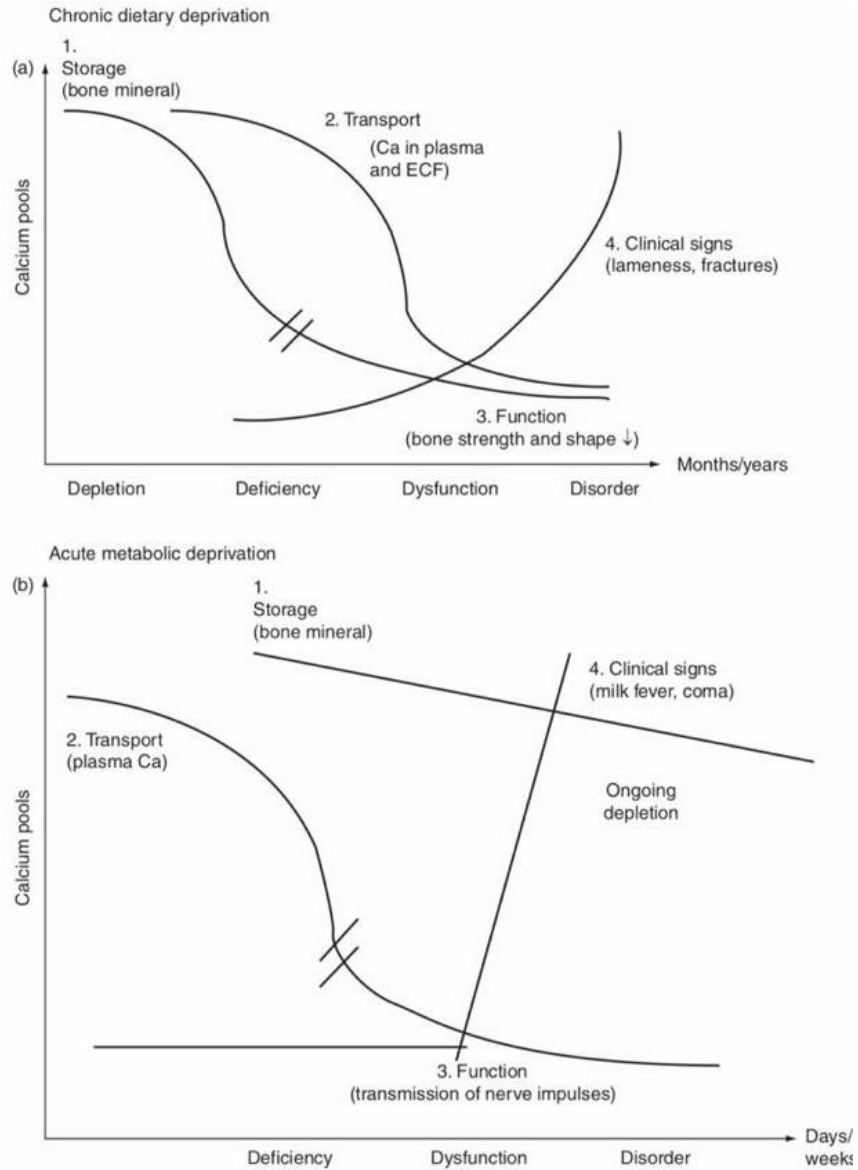
Gráfico 1: Mecanismo de absorção de cálcio.

O metabolismo do Cálcio é feito a partir da absorção dele através da alimentação, com ajuda da vitamina D, que estimula a formação de uma proteína ligante do Cálcio, que facilita a difusão para a circulação sanguínea. No entanto, apenas 35% do total de Cálcio ingerido (média de 1000mg/dia) é absorvido pelo organismo. Isso, devido à dificuldade que os intestinos têm de absorver o Cálcio na sua forma iônica, além da quantidade que é perdida com a secreção de sucos digestórios e escamação de células da mucosa intestinal.

Outro fator de interação que resulta no metabolismo do Cálcio é sua excreção renal. Quando a concentração do íon Ca⁺⁺ no sangue está baixa, a filtração dos rins até a bexiga é maior e, quando está alta, a filtração é menor. Cerca de 100mg do Cálcio ingerido é perdido pela urina, com isso, para equilibrar, 100mg de Cálcio é a

quantidade absorvida pelos intestinos. O PTH (paratormônio) tem um efeito muito importante sobre os rins, sem ele, a perda constante de Cálcio na urina levaria a uma grande queda nos níveis sanguíneos e, em seguida, nos ossos.

Há também a absorção e a liberação de Cálcio pelos ossos, onde acontece o intercâmbio de Cálcio graças à presença do Cálcio intercambiável na sua composição. Isso é um fato muito importante, pois, de acordo com a necessidade do organismo, permite o aumento ou a diminuição das suas reservas, sem afetar as funções fisiológicas das células. A deposição e a absorção ocorrem com o auxílio dos osteoblastos e osteoclastos, respectivamente. Os osteoblastos estão nas superfícies externas dos ossos e nas cavidades ósseas, sendo responsáveis por sintetizar a parte orgânica da matriz. Já os osteoclastos consistem em provocar a dissolução dos sais ósseos e liberar seus produtos no sangue. A calcitonina é um hormônio que tem efeito inverso ao do PHT, diminuindo a concentração de Cálcio no sangue. A sua secreção é estimulada a partir da elevação da concentração do Cálcio iônico, favorecendo sua deposição em vez de sua absorção.



Sequências de alterações bioquímicas que conduzem a sinais clícos em (a) privação dietética crônica (distúrbios do esqueleto) e (b) privação metabólica aguda de cálcio (febre do leite). O modelo 'agudo' também se aplica à tetania hipomagnesêmica. ECF, fluido extracelular.

Imagem 1: Sequência de alterações bioquímicas.

3. Exigência nutricional do cálcio nas diferentes espécies

Para entender a exigência nutricional de cálcio em frangos de corte, deve-se considerar as possíveis respostas biológicas das aves diante dos diversos níveis de cálcio, logo é necessário 1,02% para atender as exigências desse mineral para frangos de corte entre 1 a 21 dias de idade. Contudo, ao se considerar a necessidade de resistir a quebra óssea, o nível de cálcio deve ser maior para esses frangos de corte entre 1 a 21 dias, logo esse nível deve ser de 1,20%.

O cálcio é o mineral mais abundante no organismo animal, e chega a representar 1 a 3% do peso total. Nos ruminantes o quadro não é diferente, contudo eles possuem uma reduzida capacidade de excreção de cálcio quando absorvido em excesso. A excreção urinária é pequena e as perdas fecais são constantes. Para a manutenção, ou seja, para que os bovinos consigam manter suas atividades fisiológicas de forma efetiva, requer uma quantidade de cálcio de 15,4 mg/kg de peso vivo. Para vacas em lactação há um aumento na exigência de manutenção para 31 mg/kg de peso vivo, esse incremento em vacas em lactação ocorre devido ao aumento da ingestão de matéria seca que causa impacto sobre a secreção intestinal de cálcio durante a digestão, logo há uma maior necessidade de ingestão de cálcio na dieta desses animais. Para as raças de bovinos de corte, a exigência nutricional de cálcio é de 33,2 43,5 e 26,1 mg/kg de peso corporal para Nelore, Holandês, e ½ HZ. Gionbelli, respectivamente.

Os monogástricos herbívoros, como é o caso dos equinos, geralmente necessitam de mais cálcio em sua nutrição que os ruminantes. Logo, as exigências nutricionais de cálcio em equinos são: 0,24 % e de 0,17% em matéria seca. E a relação normal cálcio: fósforo nos cavalos não deve ser inferior a 1:1 ou maior que 3: 1 para que as necessidades fisiológicas sejam mantidas.

A exigência nutricional de cálcio em suínos varia de acordo com as diferentes etapas de desenvolvimento e fases da produção animal que o indivíduo encontra-se. Para suínos em gestação, é necessário que as rações possuam 0,75% de cálcio. Na ração em lactação é recomendado a disponibilidade de 1,20% de cálcio, já na pré-inicial

é recomendado 0,90%, e na ração inicial, de crescimento e na terminação da preparação para o abate são recomendados 0,85%, 0,72% e 0,50%, respectivamente.

O cálcio é um dos minerais essenciais na dieta de cães e gatos, e associado ao fósforo, atua auxiliando o desenvolvimento ósseo normal, proporcionam rigidez aos ossos e dentes, ajudam na coagulação de sangue e atuam de forma ativa na permeabilidade da membrana, logo as exigências nutricionais de cálcio em cães e gatos são: 0,59% e 0,80%, respectivamente.

Em humanos, a exigência nutricional de cálcio varia conforme a idade dos indivíduos, em crianças a exigência nutricional varia de 0,50 – 0,80 g por dia, em adultos é 0,70 – 0,90 g por dia e em mulheres em lactação é 1,00 – 1,30 g por dia.

4. Fontes de Cálcio utilizadas na formulação das dietas

As fontes de minerais podem ser classificadas em alimentos, quando são de origem vegetal e animal e em suplementos minerais, quando originados de rochas, por exemplo. Entretanto, existe uma alta variação na concentração de minerais nos alimentos, devido à variabilidade nos grãos em decorrência de diferenças no solo de origem e fertilização artificial.

Das fontes de cálcio de origem animal, as principais são as farinhas de carne e ossos, vísceras de aves, peixe, ossos calcinada e ostras e, dentre as fontes inorgânica estão os fosfatos monocálcico, monobicálcico, bicálcico e tricálcico (Rostagnoet al., 2011). Todas essas fontes são utilizadas na formulação de dietas para monogástricos, variando normalmente a quantidade utilizada, visto que, há diferenças na concentração deste mineral em função da fonte utilizada, quanto sua forma física e química.

A presença de ácido fítico na dieta reduz a disponibilidade do cálcio, uma vez que este é absorvido na forma iônica e o ácido fítico se liga a essa forma, originando compostos insolúveis (fitatos), os quais podem ser degradados pela fitase, como a maioria dos monogástricos não produz essa enzima, a quantidade de mineral excretado, principalmente pelas fezes, é aumentada (McDoweel, 1992).

A consequência desta prática é que o cálcio em excesso pode agir como antagonista, formando quelatos insolúveis e dificultando a absorção dos outros minerais especialmente do fósforo (McDonald, 1993).

5. Fontes de Cálcio em cães e gatos

Pobremente distribuído em grãos e carnes. Rico em derivados animais desidratados (farinhas animais) Farinha de carne e osso de bovinos – 9 a 15% de Ca Farinha de vísceras de frango – 2 a 3,5% Fosfato bicálcico (fosfato de cálcio dibásico) – 22% Fosfato monocálcio – 16,4% Carbonato de cálcio (calcáreocalcítico) – 39,4%.

6. Digestibilidade e Disponibilidade das fontes de Cálcio

A digestibilidade de um alimento, expressa em porcentagem, representa o coeficiente de absorção de um nutriente, isto é, o percentual do que foi absorvido em relação ao que foi ingerido. A biodisponibilidade é entendida como a quantidade do mineral presente na dieta que está prontamente disponível para absorção e utilizado para as funções orgânicas.

A disponibilidade do cálcio depende de vários fatores, entre eles, espécie, estado fisiológico, idade, fontes de cálcio, tipo de dieta e consumo. A disponibilidade do cálcio diminui com o aumento de ingestão. Quando a ingestão de cálcio ultrapassa seus requisitos, a absorção declina independente da disponibilidade das fontes.

As fontes de cálcio possuem variações quanto à granulometria da partícula e solubilidade do cálcio (Fassani e Bertechini, 2004), o que pode causar diferença no consumo das rações, portanto, estas variáveis tornam-se imprescindíveis para então atender as necessidades fisiológicas dos animais. Segundo Jardim Filho et al. (2005) o uso indevido destas fontes acarreta prejuízo ao sistema esquelético das aves, ocasionando perdas na qualidade da casca dos ovos e redução da vida produtiva da poedeira.

7. Toxicidade do cálcio em diferentes espécies animais

A intoxicação por cálcio em equinos é muito rara, porque o cavalo consegue tolerar elevadas quantidades de cálcio no organismo, e como o cálcio é associado ao fósforo, uma vez que o animal receba quantidades suficientes de fósforo na dieta, há poucos riscos de ele sofrer uma intoxicação por cálcio, logo a proporção de cálcio e fósforo para que não ocorra um caso de intoxicação deve ser de até 6:1 de Ca:P. No animal em crescimento, o cálcio é um dos minerais essenciais e sua deficiência e administração excessiva causam grandes impactos no potro. Se o cálcio não estiver presente em quantidade suficiente ou estiver em proporção errada, o filhote não terá um crescimento correto e sua estrutura óssea e articular será permanentemente arruinada.

O excesso de cálcio nos ruminantes pode causar hipercalcemia, contudo é muito rara nesses animais, pois eles conseguem suportar muito bem dietas com elevada quantidade de cálcio, podendo suportar até uma relação 3:1 de Ca:P. A hipercalcemia pode atingir diversas espécies de animais, e ela pode ser causada por insuficiência da glândula adrenal, condições hereditária que afeta a capacidade do corpo de regular o cálcio, excesso de cálcio na dieta, hipertireoidismo, insuficiência renal, alguns tumores cancerosos ou devido ao excesso de vitamina D pela dieta ou doenças inflamatórias. Os sintomas desse distúrbio mineral são: tetania, convulsão, andar rígido, fasciculação muscular, fraqueza, catarata, prurido facial, protrusão das membranas nictantes, ptialismo, taquipneia, hipertermia e anorexia.

Em touros, o excesso de cálcio na alimentação pode causar osteopetrose, que é a excessiva calcificação dos ossos. A osteopetrose é uma doença rara e é caracterizada pelo aumento da densidade óssea. Essa doença pode causar retardo do crescimento, desnutrição progressiva, anemia e caquexia. A osteopetrose pode comprometer a produção de células sanguíneas, além de poder afetar pequenos animais, como cães e gatos.

Em aves, muitas são suplementadas com fitases, que é um complexo de inositol com o fósforo, e quando há essa enzima nessas rações de frango de corte, o cálcio sofre uma diminuição da sua disponibilidade, além disso, é preciso entender que um excesso de cálcio nas rações de aves, diminui a biodisponibilidade de outros minerais e também inibe a ação da enzima fitase.

8. Deficiência de cálcio no organismo de diferentes animais

O cálcio participa de diversas funções vitais no organismo animal, como participar da contração muscular e da composição óssea. Logo, tanto o excesso quanto a falta desse mineral podem causar sérios problemas pra saúde desses indivíduos. A falta de cálcio pode gerar hipocalcemia, e esse distúrbio metabólico é muito frequente nas vacas leiteiras de alta produção, podendo ocasionar na febre do leite ou a paresia do parto. Uma vaca leiteira adulta possui 6.000g de cálcio em seu organismo, em que 90% desse mineral encontra-se armazenado nos ossos desses animais, cerca de 1% está no sangue e nos tecidos moles. Para que uma vaca leiteira produza 30 kg de leite diariamente, ela acaba perdendo 36 g de cálcio, que corresponde a mais de 4 vezes a quantidade desse mineral encontrado no sangue. Além disso, no período de lactação a perda de cálcio é significativa, representando 18% desse mineral do esqueleto é perdido. Portanto, vacas leiteiras de alta produção precisam de uma alimentação em que haja reposição rápida e suficiente desse mineral para cobrir a demanda e evitar hipocalcemia. Outros fatores que interferem na diminuição da quantidade de cálcio no organismo são: deficiência na absorção intestinal, a mobilização de cálcio para a formação dos ossos e também é necessário levar em consideração a idade do animal, pois a absorção de cálcio no intestino de animais mais velhos é menor, além de possuir uma capacidade menor de mobilizar reservas de cálcio quando ocorrem desequilíbrios, sendo mais suscetíveis a possuir hipocalcemia. Os sintomas de hipocalcemia nas vacas leiteiras de alta produção são: excitação, tetania, tremor muscular, relutância em alimentar-se, decúbito esternal, focinho sem muco e seco, a temperatura corporal diminui deixando as extremidades frias e o pulso apresenta-se fraco.

A hipocalcemia pode atingir também pequenos animais, como em cadelas em período do parto e pôs parte, e é comumente chamado de hipocalcemia puerperal, e os sintomas dessa doença metabólica são: fraqueza muscular generalizada, colapso circulatório e depressão da consciência, convulsões associadas à hipertensão arterial. O principal fator que induz esse desequilíbrio metabólico em cães é o aleitamento, pois nesse período os animais acabam perdendo muito leite para a formação do leite, e usa as reservas desse mineral no organismo. O que agrava esse quadro é que as cadelas não conseguem mobilizar cálcio suficiente por meio do trato gastrointestinal para suprir a produção de leite e por isso devem utilizar as reservas de cálcio presentes nos ossos através do hormônio da paratireoide, que é capaz de disponibilizar esse mineral armazenado nos ossos. Logo é necessário realizar uma suplementação de cálcio durante a gravidez para evitar esse distúrbio metabólico por meio de dietas balanceadas para cálcio e fósforo com proporções de 1:1 a 1,2:1.

Hipocalcemia acomete os animais em que a concentração sérica de cálcio é inferior a 9mg/dl tanto em cães como em gatos com menos de 6 meses de idade. Hipocalcemia em pequenos animais acontece pelos mesmos motivos dos grandes animais: perda de cálcio na formação do leite, diminuição da reabsorção de cálcio pelo osso, rim, e pelo trato gastrointestinal, a hiperfosfatemia também pode causar hipocalcemia. As causas de hipocalcemia em cães e gatos são tetania puerperal, insuficiência renal aguda e crônica, síndrome da má assimilação e hipoparatiroidismo, além de estar presente nos indivíduos hipoalbumêmicos.

Outros distúrbios metabólicos por falta de cálcio atingem pequenos animais, como raquitismo, que é uma doença que se desenvolve devido à falta de cálcio, fósforo e vitamina D na alimentação desses animais e esse distúrbio é identificado por meio de exames que identificam esse problema como rosário raquítico, que desencadeia um espessamento das articulações condrocostais, que ficam parecendo contas de um rosário, e os ossos ficam frágeis e suscetíveis a fraturas. Durante a fase de crescimento o animal fica mais suscetível a desenvolver essa doença, pois é a fase da sua vida que necessita de cálcio para a formação de seus ossos e pode desenvolver alguns defeitos de postura, os quais são incuráveis na vida adulta, ou seja,

irreversíveis. Outro distúrbio metabólico que a falta de cálcio pode desencadear é a osteomalácia, que pode estar associada também com a deficiência de fósforo e aliada a alguns problemas endócrinos. A característica dessa doença é que os ossos “ficam moles” devido ao fato de não ter a presença a suficiente de cálcio para dar rigidez e força para os ossos dos animais em desenvolvimento e pode ser identificado em exames de raio-x pois é possível observar pouca ou nenhuma impregnação por sais de cálcio nos ossos. A osteoporose é mais frequente em animais idosos que ficam com fragilidade óssea por conta da falta do mineral cálcio, porque sua capacidade de absorver cálcio no intestino fica reduzida.



Figuras 2 e 3: Vacas leiteiras com hipocalcemia





Figuras 4 e 5: Cães com falta de cálcio na formação dos ossos.



9. Biodisponibilidade e Fatores Exógenos e Endógenos

“A biodisponibilidade é caracterizada por uma sequência de eventos metabólicos que inclui digestibilidade, solubilização, absorção, retenção e utilização pelo organismo, transformação enzimática, secreção e excreção.” (Bronner, 1993).

A biodisponibilidade do cálcio pode ser influenciada por fatores endógenos, como a idade, regulação hormonal e condições fisiológicas, bem como pode ser influenciada por fatores exógenos, referente à sua absorção e excreção.

Alguns fatores podem influenciar na absorção, dentre eles alguns componentes da alimentação, sendo que esses componentes podem formar complexos insolúveis que alteram a absorção do cálcio pelo organismo. Podemos citar, dentre esses, fitatos

(encontrados em sementes e cereais), os oxalatos (provindos das nozes e espinafre) e os taninos. Porém, foi observada a interferência desses componentes quando a dieta não é balanceada. Podemos citar o sódio como um fator também, pois altas concentrações de sódio aumentam a excreção renal do cálcio.

Em contraponto, podemos citar fatores que podem aumentar a absorção do cálcio, como os oligossacarídeos não digeríveis, que não são hidrolisados e absorvidos no estômago e intestino delgado e, portanto sofrem fermentação no intestino grosso, que se acidifica (ácidos graxos de cadeia curta) e aumentar a absorção de cálcio.

Podemos citar como fatores endógenos que influenciam na absorção do cálcio, os fatores hormonais, por exemplo. Há uma relação entre a menopausa (diminuição do estrogênio) e a absorção do cálcio, explicado por Gennari (1990), já que o estrogênio preserva a resposta intestinal à $1,25(OH)_2D_3$. A quantidade de hormônio GH circulante (ativando a 1α hidroxilase renal) que contribui para o crescimento ósseo. A demanda fisiológica também contribui, de modo que durante a gestação e lactação, a mesma aumenta e ocorre aumento da concentração sérica de $1,25(OH)_2D_3$, aumentando a absorção. Durante a lactação pode-se observar a redução da excreção renal do cálcio. A idade colabora para o declínio da absorção de cálcio, onde a insuficiência de vitamina D (por redução na absorção intestinal) é o fator principal para explicar essa alteração.

10. Considerações finais

O cálcio é o elemento mineral mais abundante encontrado no organismo animal, exercendo diversas funções, sejam elas plásticas ou dinâmicas. A maior parte do cálcio pode ser encontrada constituindo o esqueleto, logo tecidos moles são pobres em cálcio. É possível também encontrar cálcio no sangue, principalmente no plasma ligado a diversas proteínas. A função plástica do cálcio está relacionada com a formação do tecido ósseo, e também é fato que os ossos são reservas de cálcio, portanto quando a quadros de hipocalcemia, o organismo retira o cálcio presente nos ossos para exercer as demais funções, o que pode causar uma má formação ou fraqueza óssea.

É possível concluir também que o nível de cálcio é variável nos alimentos e os vegetais verdes são as fontes mais ricas em cálcio do que os grãos e seus subprodutos, que são considerados pobres nesse elemento. Desses subprodutos, a farinha de carne e a farinha de ossos são as fontes mais ricas no mineral cálcio.

Assim, dependendo da dieta do animal, o cálcio deve ser suplementado devido a sua extrema importância para manter as funções vitais do organismo e também para a própria formação do animal. As diferentes espécies possuem necessidades e exigências distintas da quantidade de cálcio na sua alimentação. Um exemplo são as vacas leiteiras, que possuem exigências elevadas desse mineral, pois o leite é rico em cálcio, logo há muita perda desse mineral durante a lactação, podendo causar diversos problemas para o animal, como raquitismo, osteoporose, hipocalcemia e principalmente a febre do leite.

11. Referências Bibliográficas

<https://evz.ufg.br/up/66/o/metabolismominerais2010.pdf> <Acesso em: 23/04/2019>

SUTTLE, N. F. Mineral Nutrition of Livestock. UK: CABI, 2010. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4532776/mod_resource/content/1/Mineral%20Nutrition%20of%20Livestock.pdf. Acesso em: 27 abr. 2019.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; FILHO, A. B. Nutrição Animal. 4ª ed., São Paulo: Livraria Nobel, 1993

SANTARÉM , Cecília Laposy. **Valores séricos de macro e microminerais de eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), do nascimento aos seis meses de idade.** 2004. Tese (Doutorado, Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2004. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/101319/santarem_cl_dr_botfmvz.pdf?sequence=1. Acesso em: 27 abr. 2019.

<https://www.revistahorse.com.br/imprensa/nutricao-dieta-na-medida-certa/20160712-152028-y759> <Acesso em: 23/04/2019>

SÁ, Luciano Moraes *et al.* Exigência Nutricional de Cálcio e sua Biodisponibilidade em Alguns Alimentos para Frangos de Corte, no Período de 1 a 21 Dias de Idade. **R. Bras.**

Zootec., [S. l.], p. 157-168, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v33n1/a20v33n1.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2019.

VILELA, Dannel Ferreira *et al.* Exigências de cálcio e fósforo na nutrição de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, [S. l.], p. 4601-4608, mar/abr 2016. Disponível em: [https://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/367 - 4601-4608 - NRE 13-2 mar-abr 2016.pdf](https://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/367_-_4601-4608_-_NRE_13-2_mar-abr_2016.pdf). Acesso em: 22 abr. 2019.

<http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/suinos/nutricao.html#topo> <Acesso em: 22/04/2019>

<http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/clinicacv/AULUSCAVALIERICARCIOFI/macroelementos.pdf> <Acesso em: 23/04/2019>

<http://www.laboratoriovidda.com.br/informativos/alteracoes-nos-niveis-do-calcio--quando-suspeitar/17> <Acesso em: 24/04/2019>

GONZÁLEZ, F. H. D. Indicadores Sangüíneos do Metabolismo Mineral em Ruminantes. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Faculdade Federal do Rio Grande do Sul p. 31-51, 2000. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26685/000299703.pdf?sequence=1>. Acesso em: 24 abr. 2019.

SCHOULTEN, Neudi Artemio *et al.* Níveis de Cálcio em Rações de Frangos de Corte na Fase Inicial Suplementadas com Fitase. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.5 [S. l.], p. 1190-1197, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v32n5/17902.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2019.

<https://www.saudeanimal.bayer.com.br/pt/doencas/visualizar.php?codDoenca=hipocalcemia> <Acesso em: 25/04/2019>

BERNARDO, A. C. **CLÍNICA MÉDICA E CIRÚRGICA DE PEQUENOS ANIMAIS:**

Hipocalcemia Puerperal Canina, 2010. Trabalho de conclusão de curso (Graduação, Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2010. Disponível em: <https://veterinaria.jatai.ufg.br/up/178/o/HIPOCALCEMIA%20PUERPERAL%20CANINA.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2019.

PEREIRA, G. A. P. *et al.* Cálcio dietético – estratégias para otimizar o consumo. **Rev Bras Reumatol**, [S. l.], p. 164-180, 11 jan. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbr/v49n2/08.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2019.

Bronner F, Pansu D. Nutritional aspects of calcium absorption. *J Nutr* 1999;129(1):9-12.

Gennari C, Aqrusdei D, Nardi P, Civitelli R. Estrogen preserves a normal intestinal responsiveness to 1,25-dihydroxyvitamin D3 in oophorectomized women. *J ClinEndocrinolMetab*1990;71(5):1288-93.

<http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/clinicacv/AULUSCAVALIERICARCIOFI/macroelementos.pdf> <Acesso em: 26/04/2019>

SANTANA, Ana Lúcia Almeida, **Digestibilidade do Cálcio de fontes minerais avaliadas em suínos**, 2013. Dissertação (Pós-graduação em Zootecnia, para obtenção do título *Magister Scientiae*) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. p. 1-72, 01 mar. 2013. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/5769/texto%20completo.pdf?sequence=1>. Acesso em: 25 abr. 2019.