

## **Artigo de revisão bibliográfica**

### **A importância dos minerais na nutrição de coelhos**

#### **The importance of minerals in rabbit nutrition**

#### **La importancia de los minerales en la nutrición de los conejos**

Aline Neis Knob<sup>1</sup>; Ana Carolina Kohlrausch Klinger<sup>2\*</sup>; Diuly Falcone Bortoluzzi<sup>2</sup>; Geni Salete Pinto de Toledo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Acadêmica do curso de Zootecnia – UFSM

<sup>2</sup>Doutoranda do programa de pós-graduação em Zootecnia – UFSM.

<sup>3</sup>Professora, Doutora, e Pesquisadora – UFSM

\*E-mail: [aninhaklinger@zootecnista.com.br](mailto:aninhaklinger@zootecnista.com.br)

#### **RESUMO**

Os minerais figuram como compostos inorgânicos essenciais à vida dos animais. São classificados em macrominerais, sendo estes: cálcio, fósforo, sódio, potássio, cloro, magnésio e enxofre; e microminerais, sendo estes: ferro, selênio, iodo, zinco, cobre, cobalto e manganês. Diversos estudos são realizados com o intuito de verificar a influência dos minerais no organismo humano. No entanto, quando se trata de coelhos domésticos, percebe-se número reduzido de estudos abordando estes compostos. Desta forma, esta revisão bibliográfica foi elaborada com o objetivo de compilar informações sobre os minerais e sua importância nos processos metabólicos dos coelhos.

**Palavras-chave:** cunicultura, nutrição animal, microminerais

#### **ABSTRACT**

Minerals appear as inorganic compounds essence the lives of animals. They are classified in macrominerals: calcium, phosphorus, sodium, potassium, chlorine, magnesium and sulfur; and microminerals: iron, selenium, iodine, zinc, copper, cobalt and manganese. Several studies are carried out in order to verify the influence of minerals in the human organism. However, when it comes to animals, in this case, domestic rabbits, we notice the absence of materials that address the relationship between these compounds and animals. Therefore, it is necessary to elaborate this bibliographic review, given the importance of the minerals in the body processes of the rabbits.

**Key-words:** cuniculture, animal nutrition, microminerals

#### **RESUMEN**

Los minerales figuran como compuestos inorgánicos esenciales la vida de los animales. Se clasifican en macrominerales: calcio, fósforo, sodio, potasio, cloro, magnesio y azufre; y microminerales: hierro, selenio, yodo, cinc, cobre, cobalto y manganes. Diversos estudios se realizan con el propósito de verificar la influencia de los minerales en el organismo humano. Sin embargo, cuando se trata de conejos domésticos, se percibe la ausencia de materiales que

aborden la relación entre estos compuestos y los animales. De esta forma, se ve la necesidad de elaborar esta revisión bibliográfica, dada la importancia de los minerales en los procesos corporales de los conejos.

**Palabras-clave:** cunicultura, nutrición animal, minerales

### **Introdução**

Os minerais correspondem a fração inorgânica dos alimentos e assim como as vitaminas, são essenciais a vida dos animais. A deficiência pode acarretar sérios danos à saúde, resultando em consequências produtivas como diminuição da produção. De acordo com Marino e Medeiros (2015), os minerais são classificados em macrominerais – necessários em maiores quantidades – sendo eles: cálcio, fósforo, sódio, potássio, cloro, magnésio e enxofre; e microminerais, que incluem: ferro, zinco, cobre, cobalto, manganês e iodo, necessários em menores quantidade (MATEOS et al., 2010).

A ingestão de minerais é essencial, pois os mesmos estão relacionados com a performance reprodutiva, manutenção do crescimento, metabolismo energético e funções imunes (LAMB et al., 2008). Ainda, os minerais são componentes dos tecidos, atuam na manutenção do equilíbrio osmótico e balanço ácido básico e são constituintes ou ativadores de enzimas (CHEEKE, 1987).

Em comparação com outras espécies, o coelho possui diversas

particularidades referentes ao aproveitamento – absorção e excreção – dos minerais. O exemplo mais conhecido é referente ao cálcio, sendo este absorvido a nível intestinal e o excesso excretado pelos rins, não ocorrendo a homeostase. Esse processo associado a altos níveis de ingestão de cálcio dietético aumenta a concentração do mineral na urina e pode resultar na manifestação de doenças como a hipercalcúria (PINTO FILHO, 2015).

Coelhos, assim como ruminantes, obtêm na natureza os minerais a partir da ingestão de forragens, sendo necessária suplementação específica quando em cativeiro. Tal exigência é suprida com o fornecimento de sulfatos (ex: sulfato de cobre), óxidos (ex: óxido de zinco), carbonatos (ex: carbonato de cálcio) e misturas comerciais prontas.

Tendo em vista a essencialidade dos minerais na nutrição de coelhos, as consequências da carência e excesso elaborou-se este trabalho. Objetivou-se com esta revisão bibliográfica relatar a importância dos minerais, suas funções, inter-relações metabólicas e exigências

nutricionais dos mesmos para coelhos domésticos.

## **Macro minerais**

### **Cálcio**

O cálcio é o mineral presente em maior quantidade no esqueleto e aproximadamente 99% do total de cálcio presente no organismo é encontrado nos dentes e ossos (ANDRIGUETTO et al., 2006). O leite materno também é rico em cálcio, estando presente até 2,76 g/Kg segundo Maertens et al. (2006) e 4330 mg/Kg em coelhas com 28 dias de lactação (KUSTOS et al., 1996). No entanto, é importante ressaltar que as concentrações de cálcio no leite decrescem conforme o estágio de lactação (KUSTOS et al., 1996). Mineral de extrema importância para os animais, o Ca participa da contração muscular, funcionamento da artéria aorta, coagulação sanguínea e equilíbrio ácido base (MATEOS et al., 2010). Além disto, atua também transmissão dos impulsos nervosos para o tecido muscular (CHEEKE, 1987).

Ao contrário das outras espécies, o coelho não realiza a homeostase do cálcio (CHAPIN e SMITH, 1967). O cálcio dietético é absorvido por difusão passiva pela parede intestinal na proporção que é ingerido, independente das necessidades do metabolismo, e, portanto, os níveis de

cálcio sanguíneo tendem a aumentar a medida que aumenta o consumo (ROSENTHAL, 2006). Este aspecto peculiar torna os coelhos susceptíveis a deposição de pedras de cálcio (CLAUSS et al., 2012).

Existe relação entre o mineral cálcio e a Vitamina D (Calciferol), e de acordo com Jekl e Redrobe (2013) os dois mais importantes hormônios que regulam as concentrações extracelulares dos íons cálcio são o paratormônio (PTH) e a forma ativa da Vitamina D. A secreção do hormônio PTH depende das concentrações extracelulares de Ca e o PTH é responsável por controlar as concentrações séricas do mineral, em virtude da mobilização de cálcio dos ossos e a taxa de excreção urinária. O calcitriol, forma ativa da Vitamina D, controla a absorção de cálcio intestinal e também participa, juntamente com o PTH da mobilização de cálcio dos ossos.

De acordo com estudos conduzidos por Heer et al. (2017) a excreção renal de íons cálcio é significativamente maior em coelhos que recebem dietas acidificadas. Ainda de acordo com os referidos autores, quando comparados com outras espécies, os coelhos reagem a dietas acidificantes de forma semelhante a gatos, cães e suínos. Todavia, Heer et al. (2017) citam que os coelhos em uma dieta levemente

alcalinizante, no entanto, apresentaram uma tendência a maior pH da urina do que outras espécies monogástricas submetidas a tais dietas (gatos, cachorros, suínos e cavalos). O excesso de cálcio é eliminado pela urina e pode apresentar coloração variando de avermelhada, laranja ou branca (MATEOS et al., 2010; CHEEKE, 1987). Estudos apontam que a coloração pode ser resultado da irritação na parede dos rins causada pelos cristais de cálcio (CHEEKE, 1987). Conforme Ritskes – Hoitinga et al. (2004), a medida que se aumenta a quantidade de fósforo na dieta, diminui a excreção de cálcio na urina e aumenta a produção de cálcio fecal, devido a formação de complexos de carbonato de cálcio ( $\text{CaPO}_3$ ). Os autores Kamphues (1991) e Rosenthal (2006) relataram a possibilidade de ocorrer urolitíase e problemas urinários em dietas deficientes em cálcio e Mehrotra et al. (2006) atribuiu a hipocalcemia, hipofostanemia, elevação da atividade da fosfatase alcalina e elevação nas concentrações de paratormônio (PTH) e calcitriol a deficiência de cálcio em coelhos jovens. Neste sentido, a exigência de cálcio pode ser suprida com o fornecimento de leguminosas, como o feno de alfafa, que contém 1,3% de cálcio. Assim, uma dieta com 40% de feno de alfafa contém quantidades adequadas deste mineral.

Segundo o NRC (2001), a relação cálcio e fósforo indicada é 2:1 e o recomendado é o fornecimento de 4g/Kg. Já Maertens e Luzi (2004) recomendam o fornecimento de 8 g/Kg de cálcio da dieta e Lebas (2004) de 7 a 8 g/Kg para coelhos em sistema intensivo. Furlan et al. (1997) estimaram níveis mais baixos, em torno de 5g de cálcio por kg de dieta, suficiente para suprir as necessidades nutricionais dos coelhos com idades entre 35 e 90 dias.

### **Magnésio**

O magnésio atua como cofator enzimático, principalmente no metabolismo energético (CHEEKE, 1987). Cerca de 70% do magnésio circulante no sangue é destinado à composição dos dentes (CHEEKE, 1987; MATEOS et al., 2010).

O excesso de magnésio é eliminado pela urina e assim como para o cálcio, dieta com excesso de fósforo induz a maior eliminação de magnésio. (BUSHINSKY et al., 2000). A deficiência do mineral é muito incomum, mas dietas deficientes podem causar, de acordo com Mateos et al. (2010) alopecia, hiperexcitabilidade, convulsões e prejudicar o crescimento e a textura da pele. Em determinadas áreas e períodos é comum bovinos apresentarem deficiências do mineral, porém, coelhos raramente tem deficiência na ingestão de magnésio, pois, leguminosas, como alfafa e trevo são

excelentes fontes do elemento (LUKEFAHR et al., 2013). Ainda, sabe-se que altos níveis de cálcio induzem a necessidade de aumento dos níveis de magnésio na dieta, sendo o fornecimento de alfafa benéfico para manter o equilíbrio dos dois minerais (LUKEFAHR et al., 2013).

O NRC (1997) recomenda o fornecimento de magnésio na proporção de 0,3g/Kg. Já Lebas (2004), recomenda fornecer 3g/Kg. Kunkel e Pearson (1948) em seus estudos com coelhos da raça Nova Zelândia Branco estimaram que os requerimentos de magnésio situam-se entre 30 e 40 mg/100g da dieta.

### **Enxofre**

O enxofre é um componente dos aminoácidos sulfurados, das vitaminas biotina e tiamina (LUKEFAHR et al., 2013), do sulfato de condroitina, é o maior componente dos tendões e cartilagens, da parede dos vasos sanguíneos e dentes, constituinte de várias substâncias orgânicas, como a hemoglobina, glutatona, coenzima A e dos aminoácidos metionina e cistina (MATEOS et al., 2010).

De acordo com Camps (1985), o enxofre pode ser diluído na água, polvilhado no ambiente ou borrifado nas gaiolas com o objetivo de prevenir dermatofitoses. Sabendo disso, muitos cunicultores tem usado o pó de enxofre, em

razão da textura mais fina, acreditando que ele irá agir de maneira sistêmica preventiva e curativa de dermatofitoses, mas as consequências de tal uso podem ser maiores que os benefícios, pois os animais ficam propensos a intoxicações e de maneira subclínica podem apresentar crescimento retardado e desenvolver estresse, que é a porta de entrada para outros patógenos (CAMPS, 1985). O mesmo foi relatado por Moral et al. (2007), que atribuiu o desenvolvimento de alopecia difusa e eritema em coelhos lactantes por excesso de enxofre no ninho.

A exigência pode ser suprida facilmente com a ingestão de forragens verdes, como o feno de alfafa, pois como coelhos raramente apresentam deficiências do mineral. Neste viés, Lebas (2004) recomenda o fornecimento de 2,5g/Kg.

### **Fósforo**

O fósforo é um dos minerais presentes em maior proporção, além de essencial ao organismo animal, pois, desempenha múltiplas e importantes funções como: participação na constituição da matriz óssea juntamente com o cálcio, dos fosfolipídios da membrana celular, da estrutura dos ácidos nucleicos e de sistemas enzimáticos, que o tornam alvo de atenção na formulação de rações (TEIXEIRA, 2005).

Sabe-se que o coelho é eficiente em utilizar o fósforo fítico, devido a fitase produzida pelos microrganismos do ceco, sendo a maior parte reciclada através dos cecotrofos seguido da cecotrofia, o que resulta em uma maior utilização (MACHADO et al., 2011).

As leguminosas, como feno de alfafa, podem vir a suprir facilmente a exigência do animal (NRC, 1997), que de acordo com Machado et al. (2011), gira em torno de 0,40% de fósforo para coelhos em crescimento e 0,36% de fósforo para coelhos em reprodução, sendo desejável para uma relação entre cálcio e fósforo é de 2:1 para animais em reprodução e 1,5:1 para animais em crescimento.

### **Cloro**

O cloro funciona como um ânion para equilibrar o sódio, potássio e outros cátions, e está envolvido na regulação ácido base (CHEEKE, 1987). Seu papel fisiológico e inter-relações com sódio e potássio são extremamente importantes (NRC, 2001). Entretanto, deve-se ter cuidado na relação entre:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Cl}^-$  (o balanço eletrolítico) que afeta o desempenho animal, pois um severo desequilíbrio no balanço eletrolítico pode resultar em nefrite, diminuir o consumo de ração e aumentar a taxa de mortalidade pós parto (RIZZI et al., 2005).

Conforme o NRC (1997) a adição de 0,5% de sal (cloreto de sódio) a dieta é necessária para suprir as necessidades de sódio e cloro para coelhos, que variam de 1,7 a 3,2 g/kg (Colin, 1977), podendo chegar a 4,2g/kg, nível máximo utilizado sem causar problemas ou prejudicar o desempenho dos animais (GIDENNE et al., 2010).

### **Sódio**

O sódio é um mineral de extrema importância para a manutenção normal da homeostase celular, além de participar dos processos de absorção e transporte ativo de aminoácidos e glicose (LIMA et al., 2015). Caracteriza-se por ter armazenamento limitado no corpo do animal, havendo, desta forma, exigência dietética (FURLAN et al., 1997).

De acordo com Rosa et al. (2010) os minerais  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  destacam-se pela participação no balanço ácido básico e na integridade dos mecanismos que regulam o transporte através das membranas celulares, influenciando em respostas fisiológicas e de desempenho.

A deficiência de sódio (que raramente ocorre) pode prejudicar a eficiência dos processos digestivos e a absorção de aminoácidos. Neste sentido, Chamorro et al. (2007) observaram que a redução de sódio de 2,6 para 1,6g/kg causa

diminuição da digestibilidade ileal da metionina e cistina. Já o excesso deste mineral na alimentação ou a presença de sal na água potável (3000 mg/kg) é prejudicial ao crescimento (MATEOS et al., 2010). As quantidades de sódio sugeridas em dietas cunículas, variam entre 2,2g/kg a 3g/kg (LEBAS, 2004).

### **Potássio**

O potássio desempenha papel fundamental na regulação do equilíbrio ácido base em organismos, bem como age como cofator de algumas enzimas (MATEOS et al., 2010). Além disso, o excesso de potássio antagoniza a absorção de magnésio (MATEOS, 2010).

Sua deficiência inclui sintomas como fraqueza muscular, paralisia e dificuldade respiratória e geralmente ocorre em coelhos com diarreia (LICOIS et al., 1978). Tendo em vista que a maioria dos ingredientes são ricos em potássio (como o farelo de soja e feno de alfafa) raramente poderá ocorrer deficiência deste mineral.

Neste sentido, a quantidade de potássio recomendada para coelhos, varia entre 6mg/kg (NRC, 2001) a 8g/kg (MAERTENS; LUZI 2004). Ainda neste viés, cada raça de coelhos pode apresentar pequena variação na exigência, bem como diferentes níveis de potássio no sangue (SIMEK et al., 2017).

### **Micro minerais**

#### **Ferro**

O ferro é o constituinte mais importante nas enzimas que transportam oxigênio e do seu metabolismo (MATEOS et al., 2010). As funções do Ferro nos processos respiratórios ocorrem por meio da sua atividade de oxidação e redução, bem como pela sua capacidade de transportar elétrons. Essa propriedade intensifica-se muito quando o ferro está combinado à proteína hemoglobina (HAYS e SWENSON, 1996 apud ALENCAR, 2002). A hemoglobina tem como componente o ferro, portanto, deficiências de ferro resultarão em diminuição dos níveis circulantes de hemoglobina e por consequência, anemia (LUKEFAHR et al., 2013).

Em algumas espécies animais, o mecanismo de transporte do ferro pelo leite ou para o feto é ineficiente (é o caso dos leitões). Em coelhos, este fato não ocorre, já que, os mesmos tem quantidades suficientes do mineral no organismo ao nascimento, pois, são capazes de absorver o ferro através da placenta (MATEOS et al., 2010). Ainda assim, a anemia precoce eventualmente ocorre, e segundo Halvorsen e Halvorsen (1973) é mais comum em coelhos recém nascidos, que se alimentam exclusivamente a partir do leite materno, que é pobre em ferro (CHEEKE, 1987).

O mineral cobre está envolvido no metabolismo do ferro, de maneira que deficiências de Cobre prejudicarão a utilização de ferro, causando anemia (NRC, 1997). A hemoglobina tem como componente o ferro, portanto, deficiências de ferro resultarão em diminuição dos níveis circulantes de hemoglobina e por consequência, anemia (LUKEFAHR et al., 2013). Obviamente que a anemia precoce só ocorre se a coelha receber uma dieta com níveis inadequados do mineral (Mateos et al., 2010), pois, como salientado acima, os lãparos não dependem somente do leite para obter o mineral, absorvendo-o também através da placenta.

Lebas (2004) recomenda o fornecimento de 50mg/Kg de ferro. Já Mateos e Vidal (1994) recomenda fornecer 100mg/Kg. É incomum ocorrer deficiência de Ferro em coelhos porque a maioria das rações contém níveis adequados do mineral (LUKEFAHR et al., 2013).

### **Cobre**

O cobre trata-se de um micro mineral que compõe enzimas envolvidas no metabolismo do Ferro e na formação de colágeno e pelos. Seu armazenamento ocorre a nível hepático e não no tecido muscular, razão pela qual, sua deficiência ou consumo excessivo não compromete a

qualidade da carne (CAVALCANTE et al., 2002).

A deficiência de cobre acarreta retardo no crescimento, pelos opacos, anemia e problemas ósseos, entre outros (MATEOS, 2010). No entanto, deficiências de cobre raramente são evidenciadas. A mesma não ocorre, pois, a maior parte dos ingredientes utilizados em dietas cunícolas possui aporte de cobre. Além disto, os coelhos possuem a capacidade de armazenar cobre no fígado.

De acordo com Mateos (2010), as recomendações de cobre para coelhos variam de 3 a 10 mg/kg. Já outros autores, recomendam valores mais elevados, como, 25 mg/kg de dieta (SCHLOLAUT, 1987).

### **Iodo**

O iodo funciona como componente dos hormônios tireoidianos: tiroxina – que contém quatro iodios; e triiodotironina – que contém três iodios (CHEEKE, 1987). Estes hormônios atuam como reguladores do metabolismo energético (MATEOS et al., 2010).

A deficiência de iodo causa o bócio (CHEEKE 1987). Esta é a principal manifestação clínica da insuficiência de Iodo e caracteriza-se pelo aumento da glândula tireoide (SILVA et al., 2011), numa tentativa de aumentar a síntese de tiroxina (LUKEFAHR et al., 2013).

Uma causa comum de bócio é a presença de goitrógenos em alimentos para animais (CHEEKE, 1987). Os goitrógenos são substâncias que interferem no metabolismo do Iodo e na síntese de hormônios tireoidianos, sendo mais comumente encontrados em espécies vegetais como repolho, couve, nabos, entre outros (CHEEKE, 1987). Neste sentido, coelhos submetidos a dietas desbalanceadas com excesso destes vegetais estão propensos a desenvolver essa condição.

A carência do elemento Iodo é muito rara, mas quando em deficiência provoca o nascimento de coelhos fracos, propensos ao bócio ou natimortos (LUKEFAHR et al., 2013). O sal iodado é a principal fonte de iodo, sendo capaz de atender os requerimentos do mineral, que segundo Xiccato (1996), Maertens e Luzi (2004) e INRA (1989) situa-se em torno de 0,2mg/Kg a 1mg/Kg (NRC, 1997).

### **Selênio**

O selênio figura como constituinte de enzimas transaminases, desempenhando, portanto, importante papel na desintoxicação de peróxidos formados durante os processos metabólicos (MATEOS, 2010). Contudo, os tecidos de coelho são menos dependentes do selênio para a eliminação de peróxidos quando comparados a outros mamíferos. Neste

sentido, Lee et al. (1979) observaram que, em coelhos, a maioria das transaminases existentes não possui selênio como cofator.

Também Erdélyi et al. (2000) não observaram relação entre o estado do selênio e a atividades de transaminases no fígado, rins, pâncreas, órgãos genitais dos coelhos. Neste viés, o coelho é mais dependente da Vitamina E e menos do selênio do que outros mamíferos (JENKINS et al., 1970). Por outro lado, Struklec et al. (1994) observaram melhora do peso fetal e do nascimento de coelhos que receberam 0,1mg/kg de selênio suplementar, mas nenhuma melhora em doses superiores como de 0,3mg/kg de Selênio. Ainda, a suplementação extra de selênio tem potencial para melhorar o estado de estabilidade oxidativa da carne de coelho (DOKOUPILOVÁ et al., 2007).

Nesse sentido, a deficiência de selênio raramente acomete coelhos. Há poucos estudos sobre este assunto e tendo em conta outros efeitos potenciais do Selênio como constituintes de vários complexos de enzimas, é aconselhável incluir pequena quantidade de selênio suplementar (0,05mg/kg) nos alimentos de coelhos.

## **Cobalto**

Componente importante, em especial por compor a Cianocobalamina (Vitamina B12), o Cobalto é frequentemente superestimado em dietas para não ruminantes (MATEOS et al., 2010). Deste modo, os sintomas de deficiência deste mineral geralmente são observados em casos de deficiência de Vitamina B12.

No caso dos coelhos, de acordo com Simnett e Spray (1965) existe dependência do cobalto para a produção da vitamina B12, processo este, mais eficiente que nas demais espécies herbívoras domésticas (que ocorre no intestino grosso por ação bacteriana). Assim, é válido salientar que a deficiência de Cobalto, mesmo em dietas não suplementadas com vitamina B12, é improvável, especialmente em sistemas de produção extensivos (criações familiares).

Quanto aos requerimentos de cobalto pelos coelhos, Underwood (1977) cita que estes animais necessitam de menor quantidade deste mineral em relação aos ruminantes, já que, no rúmen os microrganismos fazem uso do Cobalto para sintetizar uma série de componentes não utilizáveis pelos animais. Além disto, os ruminantes possuem maior requerimento de vitamina B12 e conseqüentemente de Cobalto para o metabolismo do propionato. De acordo com Mateos (2010) os

requerimentos de cobalto para coelhos citados na literatura variam entre 0 e 0,25mg/kg, sendo que o NRC recomenda 1,0mg/kg (NRC, 1997).

## **Zinco**

O zinco é componente de muitas metaloenzimas (enzimas que contêm um elemento mineral) que tem função relacionada em sistemas enzimáticos envolvidos com o metabolismo dos ácidos nucleicos, síntese de proteínas e metabolismo de carboidratos (NRC, 1997). A via de excreção é através das fezes, com menores quantidades eliminadas pela urina (CHEEKE, 1987)

A deficiência de zinco afeta os tecidos com uma taxa de crescimento rápido, como a pele, na qual a dermatite é um sinal clássico de deficiência de zinco em animais, além de que a reprodução é prejudicada e a inibição do crescimento são outros efeitos da deficiência de Zinco (CHEEKE, 1987). O zinco por ser um nutriente essencial e um possível poluente no sistema de produção animal, ele geralmente é suplementado em níveis baixos em dietas de animais (menos de 200mg/kg em alimentos completos), devido ao seu potencial de acumulação no meio ambiente (CHRASTINOVÁ, 2015).

O requisito de Zinco para coelhos é entre 30 a 60mg/kg na matéria seca

(CHRASTINOVÁ, 2015). Níveis mais elevados de Zinco são recomendados apenas para reprodução e produção de peles e pelos e para manutenção ou produção de carne níveis mais baixos, sendo o nível máximo permitido para coelhos de 150mg/kg (DE BLAS e WISEMAN, 2010).

### **Manganês**

O manganês participa de funções importantes no organismo animal, principalmente na matriz óssea e também está envolvido no metabolismo dos aminoácidos (CHEEKE, 1987). A maior parte do Manganês dietético que é absorvido é retirado da circulação portal pelo fígado e é excretado na bile, sendo que o principal controle homeostático do manganês é realizado pela regulação da excreção biliar de manganês absorvido em excesso além da necessidade do tecido sendo excretado principalmente via fecal.

A deficiência de manganês pode causar comprometimento do crescimento, anormalidades esqueléticas (encurtadas e deformadas), reprodução perturbada ou deprimida e anormalidades do recém-nascido (NRC, 1997). As recomendações dos níveis mínimos de Manganês necessários para evitar sinais óbvios de deficiência são entre 2,5 e 8,5mg de manganês por Kg de dieta para adultos e animais em crescimento, respectivamente

(NRC, 2001), sendo que alguns autores recomendam valores mais altos para coelhos que podem chegar a 15mg/kg (DE BLAS e MATEOS, 2010).

### **Considerações Finais**

Os minerais são essenciais aos animais e raramente coelhos apresentam deficiências dos mesmos, já que, sua alimentação é baseada em forragens verdes, ricas nestes nutrientes. São compostos que desempenham inúmeras funções no organismo, sendo cada mineral característico de uma função específica (dentre muitas) de maneira que a deficiência do mineral afeta o desempenho de sua função e queda na produção. Além disto, existe inter-relação entre os minerais, de maneira que o excesso de um acarreta em desequilíbrio de outro.

Deve-se ainda considerar, que para lograr êxito no criatório é necessária a manutenção da saúde dos animais, o que só é possível com dieta equilibrada. Esta deve ser composta de macronutrientes – carboidratos, lipídeos e proteínas – e micronutrientes – vitaminas e minerais. Portanto, é necessário o conhecimento de todos os fatores nutricionais que influenciam na produção de forma a minimizar danos e obter o máximo de produtividade.

## Referências

- ALENCAR, N.X.; KOHAYAGAWA A.; CAMPOS K.C.H. Metabolismo do ferro nos animais domésticos: revisão. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 5, n. 02, p. 196-205, 2002.
- ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MIRANDI, I.; et al. **Nutrição animal**. São Paulo. Editora AMPUB, 2006. 396p.
- BUSHINSKY, D.A.; PARKER W.R.; ASPLIN J.R. Calcium phosphate supersaturation regulates stone formation in genetic hypercalciuric stone-forming rats. **Kidney international**, v. 57, n. 02, p. 550-560, 2000.
- CAMPS, J. No al espolvoreo de azufre en el pienso para conejos. **Cunicultura**, v. 10, n. 56, p. 115-116, 1985.
- CAVALCANTE, S.G.; FERREIRA, W.M.; VALENTE, S.S.; et al. Bioavailability of copper from different sources in rabbits. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 54, n. 03, p. 290-294, 2002.
- CHAMORRO, S.; GÓMEZ-CONDE, M.S.; CENTENO, C.; et al. Effect of dietary sodium on digestibility of nutrients and performance in growing rabbits. **World Rabbit Science**, v. 15, n.3, p. 141-146, 2007.
- CHAPIN, R. E.; SMITH S.E. Calcium requirement of growing rabbits. **Journal of Animal Science**, v. 26, n. 1, p. 67-71, 1967.
- CHEEKE P. R. **Rabbit Feeding and Nutrition**. Orlando. Editora Academic Press, 1987. 376p.
- CHRASTINOVÁ, L.; COBANOVÁ, K.; CHRENKOVÁ, M.; et al. High dietary levels of zinc for young rabbits. **Slovak Journal of Animal Science**, v. 48, n. 2, p.57-63, 2015.
- CLAUSS, M.; BURGER, B.; LIESEGANG, A.; et al. Influence of diet on calcium metabolism, tissue calcification and urinary sludge in rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 96, n. 5, p.798-807, 2012.
- COLIN, M. Effet d'une variation du taux de chlore dans l'alimentation du lapin en croissance. **Annales de zootechnie**, v.26, n.01, p. 99-103, 1977.
- DE BLAS, C.; MATEOS, G.G.; Feed formulation. In: DE BLAS C.; WISEMAN J. **The Nutrition of the Rabbit**.

Wallingford: CAB International, 2010, p. 222-232.

DOKOUPILOVA, A.; MAROUNEK, M.; SKRIVANOVA, V.; Selenium content in tissues and meat quality in rabbits fed selenium yeast. **Czech Journal of Animal Nutrition**, v. 52, p. 165–169, 2007.

ERDÉLYI, M.; VIRÁG, G.Y.; MÉZES, M. Effect of supra-nutritional additive selenium supply on the tissue selenium concentration and the activity of glutathione peroxidase enzyme in rabbit. **World Rabbit Science**, v. 8, n. 01, p. 183-189, 2000.

FALCONE, D. B.; KLINGER, A. C. K.; TOLEDO, G. S. P. Doenças em coelho: as 20 enfermidades que mais causam prejuízos na cunicultura. **Revista Brasileira de Cunicultura**, v. 12, n. 01, p. 15-36, 2017.

FURLAN, A. C.; SCAPINELLO, C.; MURAKAMI, A. E.; et al. Exigência Nutricional de Sódio de Coelhos em Crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n.2, p. 299-303, 1997.

GIDENNE, T.; GARCIA, J.; LEBAS, F.; et al. Nutrition and feeding strategy: interactions with pathology. In: DE BLAS C.; WISEMAN J. **Nutrition of the Rabbit**.

Wallingford: CAB International, 2010, p. 179-199.

GONZALES, G. Minerales, vitaminas, antibióticos, anticoccidiosidicos e outros aditivos en la alimentacion del conejo. In: DE BLAS, C. **Alimentacion del conejo**. Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 1984, p. 83-103.

HALVORSEN K.; HALVORSEN S. The 'early anaemia'; its relation to postnatal growth rate, milk feeding, and iron availability. **Archives of Disease in Childhood**, v. 48, n. 11, p. 842-849, 1973.

HEER, F.; DOBENECKER, B.; KIENZLE, E.; Effect of cation-anion balance in feed on urine pH in rabbits in comparison with other species. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 101, n.6, p. 1324-1330, 2017.

JECKL, V.; REDROBE, S. Rabbit dental disease and calcium metabolism – the science behind divided opinions. **Journal of small animals practice**, v. 54, n. 09, p. 481-490, 2013.

JENKINS, K.J.; HIDIROGLOW, M.; MACKAY, R.R.; et al. Influence of selenium and linoleic acid on the development of nutritional muscular

dystrophy in beef calves, lambs and rabbits.

**Canadian Journal of Comparative Medicine**, v. 50, n. 01, p. 137–146, 1970.

KAMPHUES, J. Calcium metabolism in rabbits as an etiological factor for urolithiasis. **Journal of Nutrition** v. 121, n. 11, p. 595–596, 1991.

KING, J. L.; MILLER, R.J.; BLUE JR, J.P.B.; et al. Inadequate dietary magnesium intake increases atherosclerotic plaque development in rabbits. **Nutrition research**, v. 29, n. 05, p. 343-349, 2009.

KUNKEL, H.O.; PEARSON, P. B. Magnesium in the nutrition of the rabbit. **The Journal of Nutrition**, v. 36, n. 6, p. 657-666, 1948.

KUSTOS, K.; SZENDRÖ, Z.S.; CSAPÓ, J.; et al. Effect of lactation stage and pregnancy status on milk composition. In: 6 WORLD RABBIT CONGRESS, 9-12, 1996, Toulouse, França. **Proceedings...**, Toulouse: WSAVA, 1996, p. 187-190. Acesso em: 24 fev. 2018. Online. Disponível em: <https://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-1996-Toulouse/Papers-pdf/04-General-Physiology/KUSTOS.pdf>

LAMB, G. C.; BROWN, D.R.; LARSON, J.E.; et al. Effect of organic or inorganic trace mineral supplementation on follicular response, ovulation, and embryo production in superovulated Angus heifers. **Animal reproduction science**, v. 106, n. 3-4, p. 221-231, 2008.

LEBAS F. Reflections on rabbit nutrition with special emphasis on feed ingredients utilization. In: 8 WORLD RABBIT CONGRESS, 7-10., 2004, Puebla, Mexico. **Proceedings...**, Puebla: WRSA, 2004, p. 686-736. Acesso em: 21 fev. 2018. Online. Disponível em: <https://www.cuniculture.info/Docs/Documentation/Publi-Lebas/2000-2009/2004-Lebas-WRC-Revue-sources-matiere-premieres-Puebla.pdf>.

LEBAS F.; SCHELLER M.C.; SARDI G. Composition chimique du lait de lapine, évolution au cours de la traite et en fonction du stade de la lactation. **Annales de zootechnie**, INRA/EDP Sciences, v. 20, n. 02, 185-191 p. 1971.

LEE, Y.H.; LAYMAN, D.K.; BELL, R.R. Selenium dependent and non selenium dependent glutathione peroxidase activity in rabbit tissue. **Nutrition Reports International**, v. 20, p. 573–578, 1979.

- LICOIS, D.; COUDERT, P.; MONGIN, P. Changes in hydromineral metabolism in diarrhoeic rabbits. 1. Study of the modifications of electrolyte metabolism. **Annales Recherches Vétérinaires**, v. 9, n. 01, p. 1-10, 1987.
- LIMA, H. J. D'A.; BARRETO, S. L. T.; PAULA, E.D.; et al. 2015. Níveis de sódio na ração de codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.1, p. 73-81, 2015.
- LIMA, H.J.D'A.; BARRETO, S.L.T.; PAULA, E.D.; et al. Níveis de sódio na ração de codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.1, p. 73-81, 2015.
- LOWE J. A. Pet rabbit feeding and nutrition. In: DE BLAS C.; WISEMAN J. **The Nutrition of the Rabbit**. Wallingford: CAB International, 2010, p. 294-313.
- LUKEFAHR S.D.; CHEEKE P.; PATTON N.M, et al. **Rabbit production**. Wallingford: CAB International, 2013. 300 p.
- MACHADO, L. C.; FERREIRA, W.M.; SCAPINELLO C.; et al. **Manual de formulação de ração e suplementos para coelhos**. Bambuí. Edição do Autor, 2011. 31p.
- MAERTENS, L.; LEBAS, F. SZENDRÖ, Z.; Rabbit milk: a review of quantity, quality and non-dietary affecting factors. **Word Rabbit Science**, v. 14, n. 04, p. 205-230, 2006.
- MAERTENS, L.; LUZI, F. I fabbisogni alimentari del coniglio da carne. **Rivista di coniglicoltura**. v. 41, n.5, p. 20–24, 2004.
- MARINO C. T.; MEDEIROS S. R. Minerais e vitaminas na nutrição de bovinos de corte. In: MEDEIROS S. R.; GOMES R. C.; BUNGENSTAB D. J. **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicação**. Brasília: Editora Embrapa Gado de Corte, 2015. p.77-93.
- MATEOS G.G.; REBOLLAR P. G.; De BLAS C. Minerals, Vitamins and Additives. In: DE BLAS C.; WISEMAN, J. **Nutrition of the Rabbit**. Londres: CAB International, 2010, p. 119-150.
- MATEOS, G.; VIDAL P. J. Diseno de programas alimenticios para conejos: aspectos teoricos y formulacion practica. **Boletín de Cunicultura**, v.17, n.76, p. 16-31, 1994.

- MEHROTRA, M.; GUPTA, S. K.; KUMAR, et al. Calcium deficiency-induced secondary hyperparathyroidism and osteopenia are rapidly reversible with calcium supplementation in growing rabbit pups. **British Journal of Nutrition**, v. 54, n. 09, p. 481-490, 2013.
- MENDONÇA JUNIOR, A. F. M.; BRAGA, A.P.; RODRIGUES, A.P.M.S.; et al. Minerais: importância de uso na dieta de ruminantes. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.7, n 01, p. 01-13, 2011.
- MORAL, A.M. B.; ALVAREZ, J.G.; QUIROGA, M. C.P. Lesiones más frecuentes en el conejo. **Boletín de cunicultura lagomorpha**, v. 31, n. 154, p. 6-15, 2007.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington. The National Academy Press, 2001. 381p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NCR). **Nutrient Requirements of Rabbits**. Washington. The National Academies Press, 1997, 30p.
- PINTO FILHO, S. T. L. P.; OLIVEIRA, M. T.; ARAMBURÚ JÚNIOR, J. S. A.; et al. Avaliações clínica, ecográfica e anatomofisiológica do alotransplante parcial de vesícula urinária com células-tronco mesenquimais alogênicas derivadas do tecido adiposo em coelhos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 05, p. 1304-1312, 2015.
- RIZZI, C.; BRECCHII, G.; CHIERICATO, G.M. A study on the reproductive performance and physiological response of rabbit bucks fed on diets with two different mineral contents. In: 8 WORLD RABBIT CONGRESS, 7-10, 2004, Pueblo, Mexico. **Proceedings...**, Puebla: WSAVA, 2004, p. 336-342. Acesso em: 25 fev. 2018. Online. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/FullTextPDF/2005/20053160568.pdf>.
- ROSENTHAL K.L. Calcium metabolism in rabbits: what's new? **The north american veterinary conference**, v. 20, p. 1764-1765, 2006.
- SCHLOLAUT, W. Nutritional needs and feeding of German angora rabbits. **Journal of Applied Rabbit Research**, v.10, n. 03, p. 111–121, 1987.
- SILVA, A.S.; MACIEL, L.M.Z.; MELLO, L.M. Principais distúrbios tireoidianos e suas abordagens na atenção primária à

saúde. **Revista da AMRIGS**, v. 55, n. 04, p. 380-388, 2011.

SIMEK, V.; ZAPLETAL, D.; STRAKOVÁ, E.; Physiological values of some blood indicators in selected dwarf rabbit breeds. **World Rabbit Science**, v. 25, n. 1, p. 27-36, 2017.

SIMNETT, K. I.; SPRAY, G. H. The absorption and excretion of [58Co] cyanocobalamin by rabbits. **Brit. J. Nutrition**, v. 19, p. 593-598, 1965.

SKRIVANOVA, V.; SKRIVAN, M.; MAROUNEK, M.; et al. Effect of feeding supplemental copper on performance, fatty acid profile and on cholesterol contents and oxidative stability of meat of rabbits. **Archives Animal Nutrition**, v. 54, n. 04, p. 329–399, 2001.

TEIXEIRA, A.O.; LOPES, D.C.; RIBEIRO, M.C.T.; et al. Composição química de diferentes fontes de fósforo e deposição de metais pesados em tecidos de suínos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.04, p. 502-509, 2005.

UNDERWOOD, E.J. **Trace Elements in Human and Animal Nutrition**. New York. Academic Press, 1977, 545p.

VILLANUEVA, A. P.; CARDINAL, K.M.; KRABBE, E.L.; et al. Influência da via de fornecimento do cloreto de sódio – água ou ração – em frangos de corte de um a sete dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 04, p. 865-873, 2016.