

# NUTRItime

REVISTA ELETRÔNICA

[www.nutritime.com.br](http://www.nutritime.com.br)

ISSN-1983-9006

Revista Eletrônica Nutritime, Artigo 117  
v. 7, n° 04 p.1280-1291, Julho/Agosto 2010



## Artigo Número 117

# POTÁSSIO NA NUTRIÇÃO ANIMAL

**Wagner Azis Garcia de Araújo<sup>1</sup>; Horácio Santiago Rostagno<sup>2</sup>; Luís Fernando Teixeira Albino<sup>2</sup>; Thony de Assis Carvalho<sup>3</sup>; Agenor Costa Ribeiro Neto<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Zootecnista, Doutorando em Nutrição de Monogástricos, UFV. Bolsista do CNPq.

<sup>2</sup> Professor Titular, Departamento de Zootecnia, UFV.

<sup>3</sup> Médico Veterinário, Doutorando em Nutrição de Monogástricos, UFV. Bolsista do CNPq.

<sup>4</sup> Zootecnista, Mestrando em Zootecnia, UFPE. Bolsista do CNPq.



## INTRODUÇÃO

O potássio foi descoberto em 1807 por Humphry Davy. Este foi o primeiro elemento metálico isolado por eletrólise, no caso, a partir do KOH, composto cujo nome original latino *Kalium*, originou o símbolo químico do potássio.

O potássio é um elemento essencial à vida de todos os seres vivos, seja animal ou vegetal. A essencialidade de potássio nas dietas dos animais foi demonstrada em estudos experimentais antes do século XIX. A ocorrência natural de deficiência de potássio em gado é rara, embora seja conhecido há muito tempo que o potássio está envolvido na excitabilidade nervosa e muscular atua sobre as membranas celulares transmitindo impulsos eletroquímicos para as fibras musculares e para os nervos), no equilíbrio ácido-base e na água do corpo.

A presença do potássio no solo garante as quantidades necessárias nos alimentos de origem vegetal. Este elemento é tão abundante em rações comuns e forragens que os nutricionistas têm considerado o potássio como útil, mas não um nutriente crítico. O quadro tem mudado ligeiramente nos últimos anos, mas os problemas nutricionais apresentados em relação ao potássio envolvem comumente excessos no lugar de deficiências (principalmente em ruminantes). Contudo, a carência ou o excesso de potássio no organismo são altamente prejudiciais.

O potássio é o principal cátion intracelular que contribui para a síntese das proteínas e do glicogênio. Sendo encontrado no interior das células, é de se esperar que os tecidos e órgãos com maior quantidade de células sejam aqueles com maior concentração em potássio, sendo eles: pele, músculos, pâncreas, cérebro e fígado.

## FONTES DIETÉTICAS DE POTÁSSIO

O potássio é encontrado em grandes concentrações nas forragens. Entretanto, as concentrações de potássio são influenciadas pelo seu status no solo, pela espécie da planta e seu estado de maturidade e tipo de manejo. Espécies forrageiras de clima temperado geralmente são mais ricas em potássio que espécies de clima quente.

A maioria dos outros alimentos apresenta menor variação na concentração de potássio que forragens. Fontes energéticas são geralmente pobres em potássio (3 a 5 g/kg de MS). Fontes protéicas geralmente contêm de 10 a 20 g/kg de MS. Por outro lado, resíduos secos de cervejaria, destilaria e farelo de glúten são alimentos com baixo conteúdo de potássio. Também, alimentos processados com álcali, amônia ou hidróxido de sódio apresentam suas concentrações de potássio reduzidas. Em outro extremo, alimentos como melaços, subprodutos de melaços (polpa de beterraba e bagaço), farelo de algodão e farelo de soja podem ter quantidades significantes de potássio. Entretanto, segundo Borges et al. (2004), o farelo de soja brasileiro é característico em conter menor quantidade de potássio que os produzidos em outras regiões do mundo. Combs & Miller (1985), trabalhando com suínos e avaliando a disponibilidade de diferentes fontes de potássio, utilizando o acetato de potássio com padrão (100%), verificaram que o carbonato de potássio ( $K_2CO_3$ ) tem disponibilidade de 103%, o bicarbonato de potássio ( $KHCO_3$ ) de 107%, o farelo de soja de 97,0% e o milho de 93,0%. Ao adicionar o carbonato de potássio ( $K_2CO_3$ ) em dietas de suínos, Kephart & Sherritt (1990), verificaram maior digestibilidade do potássio total da dieta, porém, não houve maior retenção de potássio.



## METABOLISMO DO POTÁSSIO

**Absorção:** em animais não ruminantes a absorção de potássio ocorre principalmente no intestino delgado por difusão simples, enquanto em ruminantes ocorre extensiva absorção no rúmen. A entrada na circulação sanguínea acontece em grande parte por canais de condutância na membrana basolateral da mucosa do intestino.

**Transporte de membrana:** existem mais mecanismos para transporte de potássio através da membrana do que para qualquer outro elemento, refletindo a dificuldade, mas, essencialidade da manutenção de altas concentrações intracelulares de potássio. Além da familiar bomba  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  e co-transporte existem a bomba de prótons  $\text{H}^+/\text{K}^+$  e outros seis tipos de canais de potássio, cada um distintamente regulado (UNDERWOOD, 1999).

**Excreção:** a excreção de potássio é influenciada por fatores hormonais (aldosterona, hormônio antidiurético - ADH e desoxicorticosterona), equilíbrio ácido-base e balanço de cátions. A taxa de excreção de potássio pela urina é variável, estando ligada à concentração plasmática de sódio e ao estado de hidratação do animal, sendo que as perdas podem ser causadas por um aumento no consumo de água, já que o gradiente osmótico favorece o movimento de água do fluido intracelular para urina, podendo carrear o potássio. O aumento na ingestão de potássio resulta em maior perda urinária.

O maior problema enfrentado por ruminantes está relacionado mais ao excesso do que a deficiência. Porém, acredita-se que exista uma adaptação que envolve sensores que previnem a ingestão de quantidades potencialmente tóxicas. Respostas desses sensores envolvem um aumento na atividade da  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ ATPase e no número de bombas na membrana basolateral do túbulo

renal distal e do cólon, levando ao aumento da excreção de potássio pela rota urinária e fecal. A aldosterona atua regulando a excreção renal. A regulação do status corporal de potássio é realizada principalmente pelos rins, onde a reabsorção tubular é restringida durante sobrecargas abaixo da influência da aldosterona (UNDERWOOD, 1999).

Os eletrólitos também são responsáveis pelo maior aumento de umidade nas fezes das aves. Casado & Virseda (1983), ao suplementarem rações de aves de recria com maior conteúdo de Na em relação ao K, e concluíram que ambos promovem aumento da excreção de água. Com isso, as aves podem ficar mais susceptíveis a doenças e apresentarem queda em seu desempenho produtivo, além de favorecerem o aumento da umidade da cama.

**Secreção:** em ruminantes, o potássio é o principal cátion presente no suor, devido, possivelmente a alta relação K:Na na sua dieta natural, capim. As perdas aumentam com a temperatura ambiente, e são maiores em *Bos indicus* que em *Bos taurus*. O potássio também é o principal cátion secretado no leite (36 mmol/L em bovinos e ovinos). Essas concentrações não refletem alto consumo dietético de potássio, mas elas declinam rapidamente em restrições severas desse nutriente (UNDERWOOD, 1999).

**Homeostase:** os hormônios das adrenais, especialmente aldosterona, auxiliam ou favorecem a reabsorção de sódio e a excreção de potássio pelos túbulos renais. Em certas doenças, uma produção insuficiente de aldosterona resulta em excessiva perda de sódio e retenção de potássio. Inversamente, a hiperatividade do córtex da adrenal, ou a administração de aldosterona, resulta em excessiva reabsorção de sódio e perda urinária de potássio. Normalmente, a produção hormonal é controlada por vários receptores que são afetados pela pressão osmótica e níveis de concentração de vários eletrólitos. O estresse tende a aumentar os níveis de



aldosterona circulante, resultando em grande conservação de sódio nos rins, aumentando a secreção de potássio, com perdas excessivas (UNDERWOOD, 1999).

*Armazenamento:* ao contrário do cálcio, do fósforo e do magnésio, que são armazenados no tecido ósseo, as reservas em potássio são muito pequenas, havendo necessidade de o mesmo ser suplementado diariamente na dieta dos animais. Já foi demonstrado que a entrada de sódio nas células é dificultada quando os animais recebem uma dieta pobre em potássio. Por outro lado, o excesso de sódio intracelular não é removido eficientemente quando os animais são submetidos a dietas com altos níveis de potássio (UNDERWOOD, 1999). Souza et al (2004) verificou efeito linear da retenção de potássio no organismo em função da suplementação de cloreto de potássio (KCl).

## FUNÇÕES DO POTÁSSIO

O potássio é o principal íon intracelular nos tecidos e é usualmente presente em concentrações de 100 a 160 mmol/l. O gradiente estabelecido cria um potencial elétrico o qual é essencial à manutenção de estímulos de resposta muscular. O potássio inevitavelmente contribui para a regulação do equilíbrio ácido-básico e participa na respiração, via troca de cloretos. Todos os tecidos macios são muito ricos em potássio, fazendo desse o terceiro mineral mais abundante do corpo. A maior concentração de potássio é encontrada nos músculos. Muitas enzimas específicas exigem potássio e esse elemento influencia muitas reações intracelulares (UNDERWOOD, 1999).

O íon  $K^+$  está presente nas extremidades dos cromossomos (telômeros) estabilizando a estrutura. A bomba de sódio é um mecanismo pelo qual se consegue as concentrações requeridas de íons  $K^+$  e  $Na^+$  dentro e fora da célula -

concentrações de íons  $K^+$  mais altas dentro da célula do que no exterior - para possibilitar a transmissão do impulso nervoso (UNDERWOOD, 1999).

O potássio goza de um papel importante na excitabilidade neuromuscular e na regulação do teor de água do organismo. O líquido intracelular contém mais de 90% do potássio do corpo. O potássio no plasma sanguíneo representa uma parte ínfima do potássio total. No entanto, uma ausência total de potássio sérico é um sinal bastante fiel de um déficit global deste cátion (UNDERWOOD, 1999).

Sabe-se hoje que é a relação sódio/potássio tem um papel fundamental nos mecanismos da hipertensão, e não unicamente o sódio. Estudos colocaram em evidência que um regime enriquecido em potássio ou uma suplementação sob a forma medicamentosa ocasiona um rebaixamento da pressão arterial estatisticamente significativo, o que faria um terapeuta prescrevê-lo nas hipertensões leves. Essa ação anti-hipertensiva ocorre pelo estímulo da bomba de sódio, e também por outros mecanismos que colocam em jogo os hormônios e as enzimas (UNDERWOOD, 1999).

Pode-se dizer resumidamente que as principais funções do potássio são: regular o balanço osmótico da célula; no equilíbrio ácido-básico, ele atua como uma base disponível para neutralizar ácidos; atua como um íon que afeta as funções capilares e celulares e a excitabilidade nervosa, sendo, portanto um elemento de suma importância na regulação do batimento cardíaco, na prevenção da tetania muscular e nos estados de convulsão cerebral; mantém o balanço de água no organismo; ativa os diversos sistemas enzimáticos, incluindo aqueles envolvidos na transferência e utilização da energia, síntese de proteína e metabolismo dos carboidratos; é importante componente de produtos de origem animal, tais como o leite, a carne e o ovo. Consequentemente, mudanças na



homeostase de potássio podem afetar as funções celulares.

## EXIGÊNCIAS DE POTÁSSIO

As exigências de potássio são dependentes dos níveis de outros nutrientes da dieta, tais como; fósforo, cloreto, energia e proteína da espécie e categoria animal, da ocorrência de distúrbios intestinais e de situações de estresse.

Dietas formuladas a base de farelo de soja e milho têm quantidades suficientes de potássio para atender as exigências de suínos e aves, mas a suplementação pode aumentar o desempenho quando fontes alternativas de proteína forem usadas ou quando estes forem submetidos a estresse de transporte ou térmico. Em aves estressadas por calor, alimentadas com dietas com níveis adequados de potássio, a adição de KCl ou amônia na água de beber aumentou a taxa de crescimento e melhorou a conversão alimentar de aves.

As atuais linhagens de frangos de corte, com maior potencial de crescimento, principalmente massa muscular, parecem exigir maiores quantidades de K na dieta acima do recomendado pelo NRC (1994).

Reinvestigações sobre a exigência de potássio para suínos concluíram que ela está entre 2,6 a 3,3 g/kg de MS, usando uma dieta purificada suplementada com acetato ou bicarbonato de potássio (COMBS et al., 1985). Rostagno et al (2005) recomenda níveis de 0,37% a 0,52% para animais mais jovens e mais velhos respectivamente.

A exigência de potássio para aves parece variar de acordo com as condições dietéticas, sendo aumentada por fósforo dietético, cloretos, energia e suplementos protéicos, mas pequena diferença provavelmente reflete a alta taxa de crescimento encontrada com essas dietas suplementadas. As exigências estão entre 4 a 6 g/kg de MS para frangos de corte

(UNDERWOOD, 1999). As recomendações distinguem entre os tipos e idades das aves, com particularmente alta necessidade para perus jovens. Para poedeiras a exigência é em torno de 2,5 g/kg de MS.

O NRC (1994) recomenda níveis de potássio entre 0,3% e 0,4%, para frangos de corte. Todavia, em condições de estresse calórico, a exigência de K não está bem definida (NRC, 1994). Rostagno et al (2005) recomenda 0,58% na dieta destes animais.

## O EQUILÍBRIO ÁCIDO-BÁSICO

Os eletrólitos da ração consumida pelos animais exercem influência no equilíbrio ácido-básico e, conseqüentemente, afetam processos metabólicos relacionados ao crescimento, à resistência a doenças, à sobrevivência ao estresse e aos parâmetros de desempenho.

A manutenção do equilíbrio ácido-básico do meio interno tem grande importância fisiológica e bioquímica, uma vez que as atividades das enzimas celulares, trocas eletrolíticas e manutenção do estado estrutural das proteínas dos organismos são profundamente influenciadas por pequenas alterações no pH sanguíneo (MACARI, 1994).

O distúrbio ácido-básico primário é normalmente indicado pela determinação do pH do sangue e dos componentes respiratório ( $\text{PCO}_2$ ) e metabólico ( $\text{HCO}_3^-$ ), conforme Meyer et al. (1995). O dióxido de carbono total ( $\text{CO}_2$  total), excesso de base (EB) e a pressão parcial de  $\text{O}_2$  ( $\text{PO}_2$ ) também têm sido determinados, embora em menor escala, com o objetivo de auxiliar na identificação da condição ácido-básico do sangue (VIEIRA et al., 1979).

Os valores normais de pH do sangue encontram-se entre os limites de pH (7,35 e 7,45) e os extremos compatíveis com a vida são dados pelos extremos, ou seja, pH de 6,8 e



7,8, de acordo com Vieira et al. (1979). A manutenção do equilíbrio ácido-básico é de importância fundamental nos processos fisiológicos e bioquímicos do organismo animal, considerando-se que as enzimas celulares, as trocas eletrolíticas e a manutenção do estado estrutural das proteínas do organismo são diretamente afetadas por pequenas variações no pH sanguíneo (MACARI et al., 1994).

Mongin (1981) estudou os fundamentos do balanço eletrolítico (BE) para aves e suínos e concluiu que se pode descrever o equilíbrio entre os íons por um cálculo envolvendo os principais deles, cuja fórmula representativa é o resultado da soma dos íons Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>, subtraindo-se o íon negativo Cl<sup>-</sup>, denominado BE:

**BE (mEq/kg da ração) =**

**(mg/kg de Na<sup>+</sup> da ração/22,990) +  
(mg/kg de K<sup>+</sup> da ração /39,102 ) -  
(mg/kg de Cl<sup>-</sup> da ração/35,453)**

Uma ótima produção animal exige evitar a ocorrência do desequilíbrio ácido:básico (acidose e alcalose). O principal determinante do equilíbrio são os cátions Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> e os ânions cloreto (Cl<sup>-</sup>) e sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). O desequilíbrio é medido calculando a diferença cátion-ânion (CAD).

Algumas investigações incluem apenas íons fixos no cálculo da CAD em termos de miliequivalente (me) (peso atômico ÷ valência), excluindo íons metabolizados como SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Forragens têm alto CAD (> 100 me/kg MS), cereais baixo CAD (< 20 me/kg MS) e suplementos protéicos alto (farelo de soja) ou baixo (farinha de peixe) CAD (NRC, 1994). Evidências experimentais da importância da CAD são conflitantes, devido em parte, a prática de adição de cátions e ânions juntos como sais e ignorando a contribuição dos íons não incorporados

na fórmula, como por exemplo; o cálcio (Ca<sup>2+</sup>) vindo cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>), amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) vindo cloreto de amônio (NH<sub>4</sub>Cl) e bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ou carbonato (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) vindos do sais de sódio e potássio. Alguns autores sugerem que diferenças na absorção de íons poderiam ser permitidas, mas a escolha dos coeficientes de absorção para o Ca e SO<sub>4</sub> aumenta os problemas.

Para Melliere & Forbes (1966) nesta relação deveriam ser contabilizados outros íons, gerando um índice denominado nível relativo, descrito pela seguinte equação:

$$\text{Nível relativo} = \frac{\text{mEq cátions} = \text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} + \text{K}}{\text{mEq ânions} = \text{PO}_4 + \text{Cl} + \text{So}_4}$$

Os principais elementos envolvidos nesse equilíbrio são os cátions sódio (Na<sup>+</sup>), potássio (K<sup>+</sup>), cálcio (Ca<sup>2+</sup>) e magnésio (Mg<sup>2+</sup>), os ânions cloro (Cl<sup>-</sup>), Sulfato (SO<sub>4</sub>) e fosfato (PO<sub>4</sub>), além de algumas proteínas. O Na<sup>+</sup> e o Cl<sup>-</sup> contribuem, sobretudo, para a pressão osmótica do plasma, enquanto o Mg<sup>2+</sup>, os fosfatos e as proteínas, para pressão osmótica do fluido intracelular (GONZÁLEZ & SILVA, 1999).

O balanço cátion/ânion altera o equilíbrio ácido/básico, indicado pelo pH e pelas concentrações de bicarbonato no sangue. Dietas aniônicas, ricas em cloretos, sulfatos e fósforo tendem a causar acidemia, enquanto dietas enriquecidas com sódio e potássio tendem a causar alcalemia (JOHNSON & KARUNAJEEWA, 1985; HALLEY et al., 1987). Segundo Murakami (2000), tem-se recomendado BE (ou CAD) entre 150 e 350 mEq/kg de ração, em dietas comerciais, para o máximo desempenho das aves. Leeson & Summers (2001) consideram 250 mEq/kg como valor adequado para o bom desenvolvimento das aves.

Entretanto, Souza et al. (2002) concluíram que a suplementação de KCl nas condições deste experimento



tem efeito sobre o equilíbrio ácido-básico, porém, não afeta o desempenho de frangos de corte criados no verão.

Avaliando ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar, o rendimento de carcaça, os cortes nobres e a matéria seca na cama das aves aos 42 dias de idade, Vieites et al (2005) recomendaram um valor de BE na faixa de 160 a 190 mEq/kg como ótimo para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.

Outro trabalho demonstrou a influência do balanço eletrolítico nos parâmetros de gordura abdominal, não verificando nenhuma interação com o nível de lisina na dieta (CAMPESTRINI et al., 2008).

Segundo Souza et al. (2002), a suplementação de cloreto de potássio (KCl) não afetou o desempenho, mas reduziu ( $p < 0,05$ ) a gordura abdominal independente do nível de energia da dieta. Ainda, Souza et al. (2005) verificaram interação ( $P < 0,05$ ) entre o KCl e o nível energético da ração para o consumo, mas não houve efeito na temperatura retal, frequência respiratória, pH sanguíneo de frangos de corte.

## **ESTRESSE POR CALOR E POTÁSSIO**

A exposição de frangos de corte a temperatura ambiente elevada resulta em alcalose respiratória, provocando queda de desempenho zootécnico. A formulação de rações com base no conceito de balanço eletrolítico, bem como a adição de sais na água e/ou na ração são práticas que podem ser implementadas para corrigir distorções no equilíbrio ácido-base decorrentes do estresse calórico (Borges et al., 2003).

O estresse calórico provoca um aumento na excreção do K (BELAY & TEETER, 1996), conseqüentemente, há redução na retenção de K (SMITH & TEETER, 1987), afetando, assim, a concentração de K no plasma (Salvador et al., 1998).

Em temperaturas elevadas, os frangos de corte apresentam redução do consumo de alimentos, diminuição no ganho de peso e piora na conversão alimentar (TEETER & SMITH 1986; Teeter, 1989). Devido ao alto custo das instalações com ambiente controlado para minimizar os efeitos das altas temperaturas nos aviários, técnicas alternativas têm sido estudadas, tais como manejo da água de bebida, manipulação de nutrientes e o emprego de aditivos.

Em várias pesquisas, tem-se demonstrado que a suplementação com sais, quando usados adequadamente, pode melhorar o desempenho dos frangos de corte no verão, sendo o cloreto de potássio um dos mais utilizados (BORGES, 1997).

Para galinhas, Deetz e Ringrose (1976) sugeriram a suplementação com 0,6% de K para condições de estresse calórico. Teeter e Smith (1986), submetendo frangos de corte a estresse calórico (35°C e UR de 70%) durante o período de 28 a 49 dias, observaram maior ganho de peso com o fornecimento de 0,88% de K.

Deyhim & Teeter (1991) confirmaram os benefícios da suplementação na água com 0,067 mol KCl ou NaI/l no crescimento e consumo de água, mas não houve restauração abaixando o sódio e potássio no plasma e os níveis de aldosterona permaneceram altos, concluindo que o estresse não foi aliviado. Há evidências de resposta na produção para sódio ou substituição efetiva de sódio por potássio, em dietas aparentemente adequadas em sódio (em aves), reflete a otimização do equilíbrio ácido-básico, no lugar de respostas aos efeitos do sódio e potássio por si só.

Em frangos de corte estressados por calor, a adição de cloreto de potássio (1,5 g/l), com uma dieta adequada quanto ao nível de potássio (7,3 g/kg de MS) melhorou o crescimento e a eficiência alimentar (TEETER & SMITH, 1986); níveis mais altos foram prejudiciais. Beker & Teeter (1994) não verificaram nenhum efeito na adição de cloreto de potássio



na água de bebedouros, sob os parâmetros produtivos, porém, o efeito da temperatura da água foi significativo.

## SINAIS DE PRIVAÇÃO DE POTÁSSIO

A deficiência de potássio pode ser o resultado de diferentes causas: a) inadequada quantidade na dieta com consequente diminuição de sua

Sinais clínicos e bioquímicos da privação de potássio em animais não são bem documentados como são para sódio, um reflexo da ampla suplementação desse mineral pela maioria dos alimentos. A redução do apetite é o principal sintoma observado na grande maioria das espécies. Os sintomas geralmente estão associados a problemas metabólicos, neuromusculares, renais e cardiovasculares, tais como: intolerância à glicose, acidose intracelular, aumento dos batimentos cardíacos, diminuição da resistência dos vasos, doenças cardiovasculares e dilatação cardíaca, vasoconstrição renal, fraqueza dos músculos esqueléticos, apatia, paralisia, desordens nervosas e degeneração de órgãos vitais.

Os ruminantes são mais susceptíveis à deficiência de potássio do que os animais monogástricos por terem maiores exigências diárias. Sintomas de deficiência podem ocorrer especialmente em vacas leiteiras alimentadas com dietas ricas em concentrados, bem como em animais submetidos a estresse.

Usualmente, condições como acidose, estresse e diarreia podem levar a uma depleção de potássio.

## OCORRÊNCIA NATURAL DE EXCESSO

Além do efeito direto letal, mais raro, da toxicidade de potássio, moderados excessos podem criar desequilíbrios os quais predispoem

ingestão; b) perda através de secreções digestivas causadas por vômito e diarreia; c) excessiva ingestão de sódio, quando a dieta estiver com altos níveis de sal comum, ocasionando um aumento no consumo de água e consequente perda através da urina; d) condições de estresse causadas por altas temperaturas, doenças infecciosas e trabalho excessivo.

ruminantes a desordens em relação ao cálcio e magnésio.

*Febre do leite:* a importância do equilíbrio ácido-básico determinando a febre do leite é conhecida há muito tempo. Entretanto, ênfase tem sido dada ao papel do potássio como a fonte principal de excesso de bases quando capim fresco ou conservado é o principal alimento dos animais. Moderada adição de potássio na dieta aumentou a incidência de hipocalcemia e febre do leite, particularmente quando o cálcio dietético foi baixo (UNDERWOOD, 1999). Foi sugerido que a redução da concentração de potássio em forragens poderia fazer uma importante contribuição para o controle dessa desordem. A utilização do balanço catiônico-aniônico de dietas (BCAD) no pré-parto pode influenciar a incidência de febre do leite, pois dietas altas em cátions, especialmente  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , tendem a induzir este distúrbio metabólico, mas altos níveis de ânions, principalmente  $\text{Cl}^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ , podem prevenir a doença.

*Tetania hipomagnesêmica:* o potássio pode atuar como antagonista do magnésio, reduzindo sua absorção em nível de rúmen, contribuindo desta forma para a ocorrência da tetania.

## TOXICIDADE

O potássio é menos tolerado que o sódio sob desafios agudos. Os principais efeitos diretos do excesso de potássio são: distúrbio no equilíbrio ácido-básico, hipocalcemia e insuficiência cardíaca (UNDERWOOD, 1999), mas, exposição crônica pode levar a efeitos indiretos na saúde dos animais pela indução da deficiência de



magnésio principalmente na primavera, quando a concentração de potássio nas pastagens é máxima.

A intoxicação com K não é comum em situações práticas, pois o excesso de K ingerido é rapidamente excretado. A concentração tóxica de K para a maioria dos animais não tem sido estabelecida. Os níveis máximos toleráveis de K para ovinos e bovinos, extrapolados também para suínos, aves, cavalos e coelhos, têm sido sugeridos em torno de 3% na dieta e níveis superiores podem acarretar uma diminuição na taxa de absorção do magnésio. Outros pesquisadores entendem que ruminantes podem tolerar níveis mais altos.

O que se questiona, com frequência, é sobre uma possível toxicidade pelo potássio, relacionada a um excesso do elemento no plasma e

outros fluidos extracelulares. Os possíveis efeitos tóxicos causados pela ingestão excessiva pelos ruminantes devem receber maior atenção. Assim, uma vaca leiteira de 500 kg ingere de 200 a 400g de potássio por dia quando submetida a um regime à base de feno, podendo essa quantidade chegar a 500g se o animal estiver em pasto com forragem tenra, de boa qualidade. Neste caso, essa ingestão representa em torno de 1 kg/dia de cloreto de potássio (UNDERWOOD, 1999).

## CONCLUSÃO

O potássio é um mineral abundante nos alimentos utilizados na pecuária. Entretanto, é necessário ficar atento para evitar carências e excessos.

**Tabela 1** – Algumas fontes minerais de potássio.

Elemento	Fonte	% do elemento na fonte	Biodisponibilidade
Potássio	Cloreto de potássio	50,0	Alta
	Sulfato de potássio	41,0	Alta
	Sulfato de magnésio e potássio	18,0	Alta

**Fonte:** Araújo et al. (2008).

**Tabela 2** – Médias da ingestão (IK), excreção (EK), retenção (RK), taxa de retenção (TRK) de potássio em frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis de KCl durante o verão.

% na Dieta		IK <sup>1</sup>	EK <sup>1</sup>	TEK <sup>1</sup>	RK <sup>1</sup>	TRK <sup>1</sup>
KCl	K	(g)	(g)	(%)	(mg/100 g de PV)	(%)
0.0	0.79	4,87	3,00	65,68	27,50	33,99
0.4	1,00	6,37	3,50	57,21	44,25	42,66
0.8	1,21	7,75	4,12	55,91	55,75	43,80
1.2	1,42	9,37	4,00	46,34	79,37	53,54
1.6	1,63	9,87	4,12	45,44	84,75	54,66
2.0	1,84	10,75	4,37	43,28	100,12	56,64
Efeito de Sexos <sup>2</sup>						
Machos		8,99 a	4,62 a	52,76	62,50 b	47,06
Fêmeas		8,29 b	4,09 b	51,86	68,08 a	48,04
CV (%)		10,79	17,16	10,40	14,36	11,46

<sup>1</sup>Efeito linear (P<0,01)

<sup>2</sup>Médias seguidas de letras diferentes na coluna são estatisticamente diferentes pelo Teste F (P<0,01).

**Fonte:** Souza et al (2004).



**Tabela 3** – Requerimentos (g kg<sup>-1</sup>) de potássio para frangos de corte (B), para a raça leghorn (L), e para perus (P), nas fases de crescimento e postura.

Tipo de ave	Estágio de crescimento <sup>a</sup>			Postura <sup>b</sup>		
	Inicial	Médio	Tardio	Alto	Médio	Baixo
<b>Frangos de corte</b>	3,0	3,0	3,0			
<b>Aves Leghorn</b>	2,5	2,5	2,5	1,9	1,5	1,3
<b>Perus</b>	7,0	5,0	4,0		6,0	

<sup>a</sup> Em semanas: Inicial = frango de corte, 0-3; Leghorn, 0-6; Perus 0-4; Médio = frango de corte, 3-6; Leghorn, 6-12; Perus 8-12; Tardio = frango de corte, 6-8; Leghorn, 18 até o início da postura; Perus, 20-24.

<sup>b</sup> Alto, médio e baixo consumo respectivamente; 120, 100 e 80 g/ animal dia.

**Fonte:** Underwood (1999)

**Tabela 4** – Peso médio (PM), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte suplementados com KCl na ração durante o verão.

% KCl na dieta	PM (g)	GP(g)	CR (g)	CA
	49 dias	28 a 49 dias		
0,0	2.577	1.450	3.210	2,21
0,4	2.573	1.460	3.160	2,17
0,8	2.590	1.470	3.160	2,15
1,2	2.646	1.510	3.140	2,08
1,6	2.557	1.440	3.140	2,19
2,0	2.536	1.430	3.110	2,18
<b>Sexo</b>				
Machos	2.748 a	1.550 a	3.330 a	2,18
Fêmeas	2.412 b	1.360 b	2.986 b	2,15
CV (%)	4,77	6,91	7,84	12,90

Médias seguidas de letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo Teste F (P<0,01)

**Fonte:** Souza et al (2002)

**Tabela 5** – Equações de balanços eletrolíticos (BE) para 20 e 23 % de proteína sobre o desempenho de pintainhos de corte de 1 a 42 dias de idade.

Característica Characteristic	Equação Equation	R <sup>2</sup>	Máximo ponto Maximum point	BE (mEq/l) EB(mEq/l)
GP20-20%	$\hat{Y} = 2365,92 + 2,68476X - 0,00748139^{**}X^2$	0,92	2606,8	179,43
GP23-20%	$\hat{Y} = 2323,80 + 2,84505^{#}X - 0,00768163^{**}X^2$	0,96	2587,2	185,18
CR20-20%	$\hat{Y} = 4331,05 + 5,33526^{**}X - 0,0138082^{**}X^2$	0,89	4846,4	193,19
CR23-20%	$\hat{Y} = 4361,00 + 4,21608^{*}X - 0,0109571^{**}X^2$	0,95	4766,6	192,39
CA23-20%	$\hat{Y} = 1,88 - 0,0004498X + 0,0000014109^{*}X^2$	0,62	1,84	159,40

GP – ganho de peso (g); CR – consumo de ração (g); CA – conversão alimentar; X – balanço eletrolítico; BE – melhor valor de balanço eletrolítico.

WG – weight gain (g); FI – feed intake (g); FG – feed:gain ratio; X – electrolyte balance; EB – best value of electrolyte balance.

\*\* Efeito significativo, teste t (P<0,01); \* Efeito significativo, teste t (P<0,05); # Efeito significativo, teste t (P<0,10).

\*\* Significant effect, t test (P<0.01); \* Significant effect, t test (P<0.05); # Significant effect, t test (P<0.10).

**Fonte:** Vieites et al (2005).



**Tabela 6** – Rendimento dos cortes de frangos de corte no período de 22 a 40 dias de idade alimentados com rações com dois balanços eletrolíticos e diversos níveis de lisina digestível.

Nível	Rendimento carcaça (%)	Rendimento peito (%)	Rendimento coxa (%)	Rendimento sobrecoxa (%)	Fígado (%)	Rim (%)	Gordura abdominal (%)
Balanço eletrolítico							
190	77,814	24,712	5,231	10,789	0,00193	0,00026	0,0016
255	77,989	24,776	5,214	10,664	0,00197	0,00025	0,0013
Lisina							
0,85	78,312	25,206	5,274	10,927	0,00190	0,00021	0,0015
1,062	77,674	24,66	5,268	10,415	0,00188	0,00027	0,0014
1,274	78,159	24,476	5,296	10,831	0,00193	0,00026	0,0015
1,486	77,578	24,755	5,138	10,528	0,00205	0,00027	0,0016
1,699	77,782	24,517	5,136	10,933	0,00198	0,00026	0,0014
Fonte de variação							
Lisina	-	-	0,379	-	0,328	-	-
BED	-	-	-	-	-	-	0,037
BED × Lisina	-	-	-	-	-	-	-
CV %	1,632	5,041	4,072	7,422	8,664	37,519	22,713

**Fonte:** Campestrini et al., 2008

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J.A.; SILVA, J.H.V.; AMÂNCIO, A.L.L.; LIMA, C.B.; OLIVEIRA, E.R.A. Heat stress physiology and eletrolites for broilers. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.3, p.53-60, 2008.

BEKER, A.; TEETER, R. G. Drinking water temperature and potassium chloride supplementation effects on broilers temperature and performance during reat stress. **J. Appl. Poultry Res.** v. 3, p.87-92, 1994.

BELAY, T.; TEETER, R. G. Effects of ambient temperature on broiler mineral balance partione into urinary and faecal loss. **British Poultry Science**, v. 37, p. 423-433, 1996.

BORGES, S. A. **Suplementação de cloreto de potássio e bicarbonato de sódio para frangos de corte durante o verão**. 1997. 84 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.975-981, 2003



CASADO, E.S.; VIRSEDA, T.A. Influencia e los minerales y otros nutrientes sobre la humedad de las deyecciones de los broilers, In: SIMPOSIUM DE LA SECCIÓN ESPAÑOLA DE LA WPSA, 21., 1983, Barcelona. **Anais...** Barcelona: 1983.

COMBS, N.R.; MILLER, E.R. Determination of potassium availability in  $K_2CO_3$ ,  $KHCO_3$ , corn and soybean meal for the young pig, **J. Anim. Sci.**, v.60, p.715-719, 1985.

COMBS, N. R.; MILLER, E. R.; KU, P. K. Development of an assay to determine the bioavailability of potassium in feedstuffs for the young pig. **J. Anim. Sci.**, v. 60, p. 697-709, 1985.

DEETZ, L. E.; RINGROSE, R. C. Effects of heat stress on the potassium requirement of the hen. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, p. 1765-1770, 1976.

DEYHIM, F.; TEETER, R. G. Research note: sodium and potassium chloride drinking water supplementation effects on acid-base balance and plasma corticosterone in broilers reared in thermoneutral and heat-distressed environments. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 2551-2553, Dec. 1991.

GONZÁLES, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 1999. Acessado 1 de maio de 2009.  
Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/favet/bioquimica/>>

HALLEY, J.T.; NELSON, T.S.; KIRBY, L.K. Effect of altering dietary mineral balance on growth, leg abnormalities, and blood base excess in broiler chicks. **Poultry Science**, v.66, p.1684-1692, 1987.

JOHNSON, R.J.; KARUNAJEEWA, H. The effects of dietary minerals and electrolytes on the growth and physiology of the young chick. **Journal Nutrition**, v.115, p.1680-1690, 1985.

KEPHART, K.B.; SHERRITT, G.W. Performance and nutrient balance in growing with amino acids and potassium swine fed low-protein diets supplemented. **J. Anim. Sci.**, v.68, p.1999-2008, 1990.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Scott's nutrition of the chicken**. 4.ed. Ontario: University Books, 2001. 591p.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALEZ, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1994.

MEYER, D. J.; COLES, E. H.; RICH, L. J. **Medicina de laboratório veterinária: interpretação e diagnóstico**. Tradução de Paulo Marcos Oliveira. São Paulo: Roca, 1995. 308 p.

MELLIÈRE, A. L.; FORBES, R.M. Effect of altering the dietary cation-anion ratio on food consumption and growth of young chicks. **Journal of Nutrition**, v.90, p.310-314, 1966.

MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. **Procedure Nutrition Society**, v.40, p.285-294, 1981.

MURAKAMI, A.E. Balanço eletrolítico da dieta e sua influência sobre o desenvolvimento dos ossos de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E



TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. **Palestras...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2000. p.33-61.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. Washington: National Academy, 1994. 155 p.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa, MG: **Universidade Federal de Viçosa**, 2005. 186p.

SALVADOR, D.; ARIKI, J.; PEDRO, A. A.; BORGES, S. A. Efeitos do estresse calórico e do bicarbonato de sódio na ração e fisiológicos de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 35., 1998, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 312-313.

SMITH, M. O.; TEETER, R. G. Potassium balance of the 5 to 8-week-old Broiler Exposed to constant heat or cycling high temperature stress and the effects of supplemental potassium chloride on Body weight gain and feed efficiency. **Poultry Science**, Champaign, v. 66, p. 487-492, 1987.

SOUZA, B.B.; BERTECHINI, A.G.; TEIXEIRA, A.S.; LIMA, J.A.F.; PEREIRA, S.L.; FASSANI, E.J. Efeitos dos cloretos de potássio e de amônia sobre o desempenho e deposição de gordura na carcaça de frangos de corte criados no verão. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.3, p. 209-218, 2002.

SOUZA, B.B.; BERTECHINI, A.G.; SANTOS, C.D.; LIMA, J.A.F.; TEIXEIRA, A.S.; FREITAS, R.T.F. Balanço de potássio e desempenho de frangos de corte suplementados com KCl no verão. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1160-1168, 2004.

SOUZA, B.B.; BERTECHINI, A.G.; TEIXEIRA, A.S.; LIMA, J.A.F.; CONTE, A.J. Efeito do nível energético e da suplementação com cloretos de potássio e de amônia na dieta sobre as respostas fisiológicas e o desempenho de frangos de corte no verão. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 185-192, 2005.

TEETER, R. G.; SMITH, M. High chronic ambient temperature stress effects on broiler acid-base balance and their response to supplemental ammonium chloride potassium chloride, and potassium carbonate. **Poultry Science**, v. 65, n. 9, p. 1777-1781, 1986.

UNDERWOOD, E. J. M. In: Underwood and Suttle. **The mineral nutrition of livestock**. 3 ed Ed. CAB international. 1999. 614p.

VIEIRA, E. C.; GAZZINELLI, G.; MARES-GUIA, M. **Química fisiológica**. São Paulo: Atheneu, 1979. 345 p.

VIEITES, F.M.; MORAES, G.H.K.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; ATENCIO, A.; VARGAS JUNIOR, J.G. Balanço Eletrolítico e Níveis de Proteína Bruta sobre o Desempenho, o Rendimento de Carcaça e a Umidade da Cama de Frangos de Corte de 1 a 42 dias de Idade. **R. Bras. Zootec.**, v.34, n.6, p.1990-1999, 2005.

WHITING, T. S.; ANDREWS, L. D.; STAMPS, L. Effects of sodium bicarbonate and potassium chloride drinking water supplementation: I. performance and exterior carcass quality of broilers grown under thermoneutral or cyclic heat-stress conditions. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, p. 53-59, 1991.