



ARTIGO

Balço eletrolítico em rações para suínos em crescimento

Electrolyte balance in diets for growing swine

Leonardo da Silva Fonseca¹
Rony Antonio Ferreira^{1*}
Aldrin Vieira Pires²
Pedro Ivo Sodré Amaral¹
Gustavo Henrique Campos de Souza²
Sicília Avelar Gonçalves²

¹Universidade Federal de Lavras – UFLA,
37200-000, Lavras, MG, Brasil

²Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri – UFVJM, Rod. BR 367, Km 583, 5000,
Campus JK, 39100-000, Diamantina, MG, Brasil

Autor Correspondente:

*E-mail: rony@dzo.ufla.br

PALAVRAS-CHAVE:

Eletrólitos
Equilíbrio ácido-básico
Suinocultura

KEYWORDS

Electrolytes
Acid-base balance
Swine production

RESUMO: Realizou-se este trabalho com o objetivo de estudar os efeitos do balanço eletrolítico (BE) em rações para suínos em crescimento. Foram utilizados 30 leitões híbridos comerciais, com peso inicial $23,48 \pm 1,68$ kg e final de $55,98 \pm 4,05$ kg, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (100, 150, 200, 250 e 300 mEq por kg^{-1}) e três repetições, sendo a unidade experimental composta por um macho e uma fêmea, na baía. Para correção do BE, foram incluídos bicarbonato de sódio e/ou cloreto de cálcio. A temperatura observada foi $25,9 \pm 1,5$ °C, com umidade relativa de $78,5 \pm 11,2\%$, temperatura de globo negro $26,1 \pm 2,6$ °C e índice de temperatura de globo e umidade calculados em $75,0 \pm 2,7$. O BE não influenciou o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar dos suínos; no entanto, promoveu alterações na consistência física das fezes para as caracterizadas como pastosas e diarreicas, em que o BE de 250 mEq por kg^{-1} apresentou fezes mais diarreicas e o BE de 200 mEq por kg^{-1} apresentou fezes mais pastosas, podendo determinada alteração interferir na absorção de nutriente ou até mesmo no estado sanitário dos animais. Não houve efeito do BE nas temperaturas retal e superficial, na frequência respiratória e nos níveis de cloro, sódio e potássio no sangue. A correção do BE da ração não influencia o desempenho, mas promove alterações na consistência das fezes quando se usam rações de BE na faixa 100 a 300 mEq por kg^{-1} , faixa na qual se encontra o BE de rações práticas e daquelas com teores reduzidos de proteína bruta.

ABSTRACT: *The effects of electrolyte balance (EB) in diets for growing swine were evaluated. Were used 30 commercial hybrid swine, in the growth phase, with initial body weight 23.48 ± 1.68 kg and final of 55.98 ± 4.05 kg, distributed in a completely randomized experimental design with five treatments (100, 150, 200, 250 e 300 mEq per kg^{-1}) and three replications, and the experimental unit composed of one male and one female, in the box. For correction of EB, inclusions were used sodium bicarbonate and either calcium chloride. The average temperature was 25.89 ± 1.53 °C with relative humidity of the air $78.5 \pm 11.15\%$, black globe temperature of 26.1 ± 2.64 °C and temperature index calculate of 75.0 ± 2.69 , conditions considered as moderated thermal comfort. The EB didn't influence on performance parameters (daily feed intake, daily gain, feed conversion) for growing swine, however, led to changes in the stools of growing swine to diarrhea and loose stools, the EB of 200 mEq per kg^{-1} characterized more loose stools and the EB of 250 mEq per kg^{-1} characterized more diarrhea. The EB didn't influence on physiological parameters and levels of electrolytes in the blood of animals. The correction of EB ration isn't influence in performance, so promotes changes in stool consistency when using diets in the range 100 to 300 mEq per kg^{-1} .*

Recebido: 19/03/2012

Aceito: 21/05/2012

1 Introdução

O balanço eletrolítico (BE) é definido como o equilíbrio iônico dos fluidos orgânicos que regulam o balanço ácido-básico para manutenção da homeostase orgânica. Os três principais íons envolvidos nos processos metabólicos são os cátions sódio (Na^+) e potássio (K^+) e o ânion cloro (Cl^-), em razão de a absorção desses íons ser superior à absorção dos demais (FERREIRA, 2005). Nesse sentido, os eletrólitos da dieta 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 (VIEITES et al., 2005).

O equilíbrio eletrolítico dos fluidos sanguíneos depende de diversos fatores, como níveis de proteína na ração, suplementos de Na^+ , períodos de estresse por calor e concentração de íons nas rações. Esse último fator pode tornar as dietas acidogênicas ou alcalinogênicas, podendo influenciar mecanismos fisiológicos de regulação, como o funcionamento do sistema digestório que afeta o consumo e, conseqüentemente, o desempenho dos suínos (MESCHY, 1998). Nesse sentido, a manutenção do equilíbrio ácido-básico tem grande importância fisiológica e bioquímica, visto que as atividades das enzimas celulares, as trocas eletrolíticas e a manutenção do estado estrutural das proteínas dos organismos são profundamente influenciadas por pequenas alterações no pH sanguíneo (MACARI; FURLAN; GONZALES, 1994).

Ferreira (2012) cita a genética, o estágio fisiológico e a saúde dos animais, assim como os mecanismos hormonais e neurais, como fatores que influenciam no consumo voluntário de alimento pelos suínos. Na medida em que o BE das rações pode influenciar o equilíbrio ácido-básico, as trocas eletrolíticas e o estado estrutural das proteínas, poderá também afetar indiretamente esses mecanismos por meio da influência na regulação fisiológica e bioquímica, alterando assim o consumo e, conseqüentemente, o desempenho e os parâmetros fisiológicos desses animais. Em geral, as rações de suínos são formuladas a partir de matérias-primas de origem vegetal, ricas em potássio e pobres em sódio. Ao adicionar o sal comum (NaCl) como forma de suplementar o sódio, há um desequilíbrio no fornecimento de Cl^- , cujas necessidades são aproximadamente 20% inferiores às do Na^+ . Nesse caso, para adequar o nível de eletrólitos da ração, podem-se incorporar bicarbonato de sódio, cloreto de cálcio e cloreto de potássio às formulações para correção do BE da ração.

O objetivo deste trabalho foi estudar a influência do balanço eletrolítico em rações para suínos em fase de crescimento sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos dos animais.

2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura da Escola Estadual Jerônimo Pontello, situada no município de Couto Magalhães de Minas-MG, localizado a 729 m de altitude, durante os meses de fevereiro e março de 2011.

Foram utilizados 30 leitões híbridos comerciais, sendo 15 machos castrados e 15 fêmeas, em fase de crescimento, com peso inicial de $23,48 \pm 1,68$ kg, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com

cinco tratamentos (diferentes balanços eletrolíticos: 100, 150, 200, 250 e 300 mEq/kg de ração) e três repetições, sendo a unidade experimental composta por dois animais (um macho e uma fêmea), na baía.

Os animais foram alojados em galpão de alvenaria, coberto com telha de fibrocimento, com piso de concreto compacto, dividido em baias com área útil de $3,17 \text{ m}^2$ cada e providas de bebedouro e comedouro, sendo ambos de concreto. Os animais permaneceram em experimento durante 37 dias, recebendo ração e água à vontade, atingindo peso de $55,98 \pm 4,05$ kg.

As condições ambientais do galpão, como temperatura de bulbo seco (temperaturas máximas e mínimas), temperatura de globo negro e umidade relativa, foram monitoradas diariamente, às 8, 10, 14 e 16 horas, utilizando-se termohigrômetro digital da marca Instruterm, modelo HT-600, com precisão de $\pm 1^\circ \text{C}$ e $\pm 5\%$ para U.R. Os aparelhos de medição foram mantidos em diferentes locais do galpão à meia altura dos animais, de modo a caracterizar o ambiente. As leituras dos equipamentos foram utilizadas para calcular o índice de temperatura de globo e a umidade (ITGU), caracterizando o ambiente térmico da instalação, conforme preconizado por Buffington et al. (1981).

As rações experimentais foram isoenergéticas, preparadas à base de milho e farelo de soja, para satisfazer as exigências de suínos de alto potencial genético e médio desempenho, seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2005) (Tabela 1). Aminoácidos foram suplementados para atender a relação ideal dos mesmos. Para a obtenção dos diferentes BEs, foram utilizadas inclusões de bicarbonato de sódio e/ou cloreto de cálcio em substituição ao inerte.

Durante o período experimental, as sobras e o desperdício de ração foram coletados diariamente e subtraídos da quantidade fornecida, para posterior cálculo de consumo diário de ração. Os animais foram pesados no início e no final do experimento para obtenção do ganho de peso diário e cálculo da conversão alimentar.

Também foi verificada uma vez ao dia a consistência física das fezes dos animais, sempre pelo mesmo observador, adotando-se uma escala de classificação de 0 a 2, sendo o escore: 0 (fezes diarreicas), 1 (fezes pastosas) e 2 (fezes normais).

Uma vez por semana, foram obtidas a temperatura retal e a temperatura superficial dos animais em dois horários, às 9 e às 15 h. Para obtenção da temperatura retal, foi utilizado um termômetro clínico digital TERMO MED, da marca Incoterm, introduzido no reto do animal durante um minuto ou até a estabilização com indicador sonoro. Para obtenção da temperatura superficial, foi utilizado termômetro sem contato, a laser, modelo TI-870, da marca Instrutherm, sendo obtidas as temperaturas à altura média do pernil, à altura média da paleta e na parte central da nuca. Em seguida, foi calculada a média dos valores da temperatura do pernil, paleta e nuca, para obtenção da temperatura superficial. Também foi avaliada, semanalmente, a frequência respiratória, obtida pela contagem dos movimentos dos flancos de cada animal durante 15 segundos, sendo esse resultado multiplicado por quatro para a obtenção dos dados em minutos.

Ao final do experimento, após a pesagem dos animais, foi realizada a colheita de sangue de todos os indivíduos, por meio de punção na veia mamária para determinação das

Tabela 1. Composição das rações experimentais.

Ingrediente	Balanço eletrolítico (mEq)				
	100	150	200	250	300
Milho	712,0	712,0	712,0	712,0	712,0
Farelo de soja (45%)	235,3	235,3	235,3	235,3	235,3
Fosfato bicálcico	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
Calcário	2,5	3,9	4,7	5,8	6,2
Suplemento mineral ⁽¹⁾	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Suplemento vitamínico ⁽²⁾	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Sal	5,8	5,0	3,0	2,0	0,2
BHT ⁽³⁾	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Óleo de soja	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
DL-metionina (98,0%)	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
L-lisina HCl (77,4%)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Areia lavada	9,2	8,5	7,8	6,7	5,0
Bicarbonato de sódio	0,0	2,0	5,0	7,5	11,1
Cloreto de cálcio	5,0	3,1	2,0	0,5	0,0
Total	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
Composição calculada ⁽⁴⁾					
Energia metabolizável (Kcal por kg ⁻¹)	3.230	3.230	3.230	3.230	3.230
PB (%)	16,82	16,82	16,82	16,82	16,82
Ca (%)	0,631	0,631	0,631	0,631	0,631
P disp (%)	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332
K (%)	0,711	0,711	0,711	0,711	0,711
Na (%)	0,256	0,278	0,279	0,307	0,333
Cl (%)	0,683	0,540	0,365	0,230	0,095
LIS digestível (%)	0,916	0,916	0,916	0,916	0,916
M+C digestível (%)	0,772	0,772	0,772	0,772	0,772
TRIP digestível (%)	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177
TRE digestível (%)	0,566	0,566	0,566	0,566	0,566
BE (mEq por kg) ⁽⁵⁾	100	150	200	250	300

⁽¹⁾Conteúdo por quilograma: 98,800 mg de cálcio; 185 mg de cobalto; 15,750 mg de cobre; 26,250 mg de ferro; 1,470 mg de iodo; 41,850 mg de manganês; 77,999 mg de zinco. ⁽²⁾Conteúdo por quilograma: 116,55 mg de ácido fólico; 2.333,5 mg de ácido pantotênico; 5,28 mg de biotina; 5.600 mg de niacina; 175 mg de piridoxina; 933,3 mg de riboflavina; 175 mg de tiamina; 1.225.000 U.I de vit. A; 315.000 U.I. de vit. D3; 1.400 mg vit. de E; 700 mg vit. de K3; 6.825 mg de vit. B12; 105 mg de selênio; 1.500 mg de antioxidante. ⁽³⁾Butil-hidroxitolueno. ⁽⁴⁾Composição nutricional calculada segundo Rostagno et al. (2005).

⁽⁵⁾BE: balanço eletrolítico da ração calculado conforme Mongin (1981).

concentrações de sódio, potássio e cloreto. O procedimento da análise dos níveis desses eletrólitos foi efetuado segundo a metodologia proposta por Dersjant-Li et al. (2001). As amostras de sangue colhidas foram identificadas e centrifugadas a 1.600 rpm por 15 minutos para a obtenção do plasma sanguíneo, que foi estocado a -20°C . As análises de K e Na foram realizadas em espectrofotômetro de chama e de Cl, no analisador de cloreto.

As análises estatísticas das variáveis de desempenho (consumo de ração, ganho de peso diário e conversão alimentar) e dos parâmetros fisiológicos (temperatura de superfície, frequência respiratória, temperatura retal e análises sanguíneas) foram realizadas utilizando-se PROC GLM e PROC REG do SAS (2002). Para se verificar a influência do BE sobre as diferentes formas das fezes, utilizou-se o teste Qui-quadrado, sob hipótese inicial de não haver influência do BE sobre as fezes, também pelo programa SAS (2002). Todos os testes foram realizados considerando-se 5% de significância.

3 Resultados e Discussão

As condições ambientais observadas no presente trabalho (Tabela 2) podem ser caracterizadas como moderado conforto térmico para suínos em fase de crescimento, uma vez que Ferreira (2005), em revisão de trabalhos com animais dessa categoria, identificou como conforto a temperatura média de $22,1^{\circ}\text{C}$ e, para animais em estresse por calor, foi observada a temperatura de $31,9^{\circ}\text{C}$.

Ferreira (2005) afirma que a umidade relativa do ambiente deve estar, no geral, dentro da faixa de 40 a 70% para a maioria das espécies domésticas. Durante o período experimental, houve grande variação na umidade relativa, sendo que a ocorrência de chuvas pode ter contribuído para tal situação. Outro fator importante a ser considerado pode ser a altitude do município (729 m), sendo uma região com predominância de serras.

A instalação utilizada para a realização do presente trabalho possuía em seu entorno uma vegetação relativamente alta, impedindo que parte da radiação penetrasse em seu interior; esse fato pode ter contribuído para a redução da temperatura de globo negro, que ficou em média com 26,1 °C, não caracterizando, portanto, desconforto térmico para os animais.

Pode-se inferir que os suínos foram mantidos em moderado estresse por calor em razão de o valor de ITGU calculado estar abaixo daqueles que caracterizaram como estresse por calor na literatura, como a exemplo de 82,2, obtido por Kiefer et al. (2005).

O BE da ração usado de 100 a 300 mEq por kg⁻¹ orientou-se pela revisão da literatura, segundo a qual esse BE de rações com níveis reduzidos de proteína bruta atinge a faixa de 120 a 145 mEq por kg⁻¹, sendo que também as rações práticas giram em torno de 170 mEq por kg⁻¹. O fornecimento de rações com diferentes BEs não influenciou ($p > 0,05$) o desempenho (consumo de ração diário – CRD; ganho de peso diário – GPD, e conversão alimentar – CA) de suínos em crescimento (Tabela 3). As formulações eram compostas por proporção idêntica de inclusão de milho e de farelo de soja, e também não houve necessidade de inclusão de quantidades elevadas de aminoácidos; associando-se ao ambiente térmico pouco estressante, leva-se a considerar que o BE realmente não influencia no desempenho dos animais, já que os outros fatores que poderiam influenciar nos resultados foram mantidos proporcionais entre os tratamentos.

Em trabalho realizado por Brêtas et al. (2011), foi constatado que a correção do balanço eletrolítico em rações para suínos machos castrados em crescimento, mantidos em ambiente de alta temperatura, não influenciou o desempenho dos animais. Assim, mesmo quando os animais estão em desconforto térmico e há correção do BE, sugere-se que não é necessária tal correção, visto que o BE pode não influenciar o desempenho quando usado de 100 a 300 mEq por kg⁻¹. Observe-se, também, que essas rações corrigidas giram em

torno de 130 mEq por kg⁻¹, reduzindo pouco em relação às rações práticas, que possuem em torno de 170 mEq por kg⁻¹.

Budde e Crenshaw (2003) não identificaram influência do BE da ração de -35, 112 e 212 mEq por kg no desempenho de suínos em crescimento, afirmando que os animais fazem uma compensação em seu metabolismo para evitar a acidogênese, não chegando assim a influenciar em seu desempenho.

Para machos castrados em terminação, em situação de estresse por calor, Brêtas et al. (2009) observaram que a correção do balanço eletrolítico em rações contendo 250 ou 300 mEq por kg⁻¹, suplementadas com bicarbonato de sódio e/ou cloreto de potássio, influenciou o ganho de peso, o consumo de lisina e a eficiência de utilização de lisina, mostrando que essa correção pode interferir no desempenho dos animais. Os resultados sugerem uma melhora no desempenho quando há correção do BE em situações de estresse, sendo uma alternativa para períodos quentes. Portanto, em condições de conforto térmico, essa ferramenta de correção de BE não se faz necessária quando se avalia o desempenho desses animais.

Os estudos realizados durante anos com suínos sugerem que o BE das rações pode influenciar o desempenho de animais de diferentes categorias, sendo o organismo animal capaz de manter o equilíbrio em certas categorias e, em outras, o BE influenciar positivamente o desempenho; essa influência, dependente da categoria, fica clara em relatos na revisão de Lizardo (2006). Esse autor, ainda referindo-se a suínos em crescimento, sugeriu que o melhor desempenho poderia ser obtido com rações com balanço eletrolítico corrigido para 250 mEq por kg⁻¹. Esse valor encontra-se dentro da faixa estudada no presente trabalho, que foi de 100 a 300 mEq por kg⁻¹.

Patience e Wolynetz (1990) observaram aumento linear para consumo de ração e quadrático para o ganho de peso de suínos em crescimento recebendo rações com BE variando de -90 a 172 mEq por kg⁻¹. Esses resultados com efeitos significativos, quando se estuda o BE de rações, são alcançados, na maioria

Tabela 2. Temperatura do ar, umidade relativa, temperatura de globo negro e ITGU calculado, observados para suínos em crescimento recebendo rações com diferentes teores de balanço eletrolítico.

Elementos climáticos	Mínima	Máxima	Média	Desvio padrão	Valores de referência*
Temperatura do ar (°C)	20,8	29,9	25,9	1,53	22,1
Umidade relativa do ar (%)	58,8	94,6	78,5	11,15	74,1
Temperatura de globo negro (°C)	23,3	30,6	26,1	2,64	22,2
ITGU calculado	-	-	75,0	2,69	69,5

*Valores indicados como conforto para suínos em crescimento por Ferreira (2005).

Tabela 3. Desempenho de suínos em fase de crescimento, recebendo rações com diferentes balanços eletrolíticos.

Variável	Balanço eletrolítico da ração (mEq por kg ⁻¹)					Valor P	Erro padrão da média
	100	150	200	250	300		
Consumo de ração diário (g)	1.997	2.019	1.881	1.912	1.912	0,940	0,22
Ganho de peso diário (g)	913	948	883	880	836	0,699	0,09
Conversão alimentar (g g ⁻¹)	2,18	2,12	2,13	2,17	2,29	0,276	0,10
Peso inicial (kg)	23,65	23,54	23,23	23,22	23,51	-	1,77
Peso final (kg)	56,50	57,68	55,52	54,92	53,62	-	4,23

Valor P (nível de significância do teste F).

das vezes, se for utilizado BE extremo, muito negativo. Tais condições só experimentalmente são atingidas; portanto, qualquer alteração, para valores reais, causa esses efeitos, provando uma influência que na prática não seria possível.

Wondra et al. (1993) realizaram dois experimentos com suínos em terminação: no primeiro experimento, avaliaram a faixa de BE da ração de 80 a 181 mEq por kg⁻¹. Nesse caso, houve diminuição linear do crescimento de suínos com o aumento do BE, sendo o tratamento de 108 mEq por kg⁻¹ o que apresentou melhor desempenho. Já no segundo experimento, no qual o BE da ração variou de 61 a 105 mEq por kg⁻¹, não se afetou o desempenho dos suínos. Em outro trabalho realizado pelos mesmos autores, não foi encontrada diferença significativa no crescimento de suínos em terminação alimentados com rações de 134 a 231 mEq por kg⁻¹ (WONDRA et al., 1995).

Haydon e West (1990), estudando a influência do BE das rações sobre a digestibilidade de seus nutrientes, observaram melhoras em rações contendo 250 e 400 mEq por kg⁻¹. Esse resultado sugere uma importância da correção do BE da ração para suínos em crescimento, sendo que rações práticas não corrigidas à base de milho e soja giram em torno de 170 mEq por kg⁻¹. Entretanto, os autores sugerem mais pesquisas para determinar as relações entre os processos de absorção e digestibilidade dos nutrientes.

O fornecimento de rações com diferentes balanços eletrolíticos promoveu alterações ($p < 0,01$) na consistência das fezes de suínos em crescimento. Analisando-se cada tipo de fezes separadamente, verificou-se influência do BE especificamente para fezes pastosas e diarreicas, sendo que os suínos alimentados com rações contendo níveis de 250 mEq por kg⁻¹ de BE apresentaram fezes mais pastosas e aqueles animais que ingeriram rações com BE de 200 mEq por kg⁻¹ apresentaram mais fezes pastosas (Tabela 4).

Embora seja relativamente bem conhecido que a razão cátion-aniónica pode afetar a alimentação e a ingestão de água (MROZ et al., 1995), poucas informações estão disponíveis sobre os efeitos interativos desses fatores nos suínos. No presente trabalho, o BE da ração pode ter influenciado no consumo de água, alterando assim a consistência das fezes desses animais.

Na medida em que houve efeito do BE das rações na consistência das fezes, vale salientar que, segundo Bongaerts et al. (2005), o aumento do trânsito intestinal, além de ser agressivo para a mucosa, compromete a absorção de nutrientes e, conseqüentemente, pode piorar o desempenho do animal, reduzindo quantidades massivas de bactérias colonizadoras e favorecendo a colonização por patógenos. No caso do presente estudo, esse efeito não pôde ser verificado.

Não se observou efeito ($p > 0,05$) do BE sobre as características fisiológicas avaliadas (Tabela 5). Com relação à frequência respiratória, Ferreira (2005), em pesquisa realizada com suínos machos castrados (30 a 60 kg), obteve valores de 44 movimentos por minuto em ambiente de 21 °C e 82 movimentos por minuto em temperatura de 32 °C. O autor, considerando 21 °C como conforto para esses animais, obteve valor médio de $47 \pm 4,93$ movimentos por minuto, aproximando-se dos valores obtidos para situação de conforto térmico. A temperatura ambiente, em conjunto com a temperatura de globo negro relativamente baixa em relação às situações de estresse térmico, pode ter sido a causa para que os animais mantivessem a FR e a TR dentro da faixa normal para a fase de suínos em crescimento.

Brêtas et al. (2011) não encontraram diferenças na frequência respiratória de suínos submetidos a diferentes BEs em situação de estresse, assim como foi observado neste trabalho. Para a característica temperatura retal, os mesmos autores também não encontraram diferença significativa. Kiefer et al. (2010) também não encontraram diferenças na

Tabela 4. Frequência, em porcentagem, da consistência das fezes em relação ao tratamento recebido.

Fezes	Balanço eletrolítico da ração (mEq por kg ⁻¹)					Qui-quadrado
	100	150	200	250	300	
Diarreica (%)	15,63	13,54	14,58	47,92	30,21	13,68**
Pastosa (%)	5,21	7,29	30,21	12,50	10,42	15,53**
Normal (%)	79,17	79,17	55,21	39,58	59,38	7,05ns

**($P < 0,01$). ns (não significativo).

Tabela 5. Resultados de frequência respiratória, temperatura retal, temperatura de pernil, temperatura de paleta, temperatura de nuca e temperatura superficial de suínos em fase de crescimento, recebendo rações com diferentes balanços eletrolíticos.

Variável	Balanço eletrolítico da ração (mEq por kg ⁻¹)					Valor P	Erro padrão da média
	100	150	200	250	300		
Frequência respiratória (movimentos/minutos)	45,60	46,80	49,07	49,07	47,87	0,470	16,06
Temperatura retal (°C)	39,26	39,20	39,33	39,18	39,22	0,529	0,22
Temperatura de pernil (°C)	34,19	34,11	34,08	33,76	34,17	0,427	1,41
Temperatura de paleta (°C)	34,49	34,18	34,85	34,14	34,33	0,663	1,41
Temperatura de nuca (°C)	34,47	34,45	34,66	34,25	34,50	0,919	1,56
Temperatura superficial (°C)	34,38	34,25	34,53	34,05	34,33	0,891	1,29

Valor P (nível de significância do teste F).

Tabela 6. Níveis dos eletrólitos no sangue de suínos em crescimento alimentados com rações contendo diferentes BEs.

Variável	Balanço eletrolítico da ração (mEq por kg ⁻¹)					Valor P	Erro padrão da média
	100	150	200	250	300		
Cloreto (mEq L ⁻¹)	100,50	99,17	104,17	100,33	99,33	0,145	2,56
Sódio (mEq L ⁻¹)	149,50	147,67	150,50	147,67	150,33	0,651	3,22
Potássio (mEq L ⁻¹)	6,10	5,72	6,20	5,78	5,15	0,384	0,71
Relação Cl:Na:K	16:24:01	17:25:01	16:24:01	17:25:01	19:29:01	-	-

Valor P (nível de significância do teste F).

frequência respiratória e na temperatura retal de leitões de 8 a 25 kg alimentados com rações corrigidas para o balanço eletrolítico e níveis de sódio, assim como Brêtas et al. (2009), trabalhando com suínos machos castrados, não observaram diferenças na frequência respiratória e na temperatura retal. De acordo com Ferreira (2005), a temperatura retal para suínos é, em média, 39,5 °C, valor próximo aos encontrados no presente estudo.

Não houve efeito ($p > 0,05$) do BE sobre os níveis de eletrólitos no sangue dos animais (Tabela 6). Esse resultado pode estar relacionado ao equilíbrio fisiológico estabelecido pelo organismo animal, no qual o excesso ou a deficiência destes é controlado pela excreção ou pela absorção por meio dos mecanismos usados na homeostase orgânica.

Budde e Crenshaw (2003) detectaram aumento não significativo nas concentrações séricas de sódio, no efeito quadrático para o potássio e no efeito linear para o cloreto, ao trabalharem com suínos em crescimento, indicando que as compensações metabólicas pelos rins e mecanismos respiratórios não foram suficientes para manter as concentrações desses eletrólitos no organismo animal, quando trabalharam com acidificação das rações.

Segundo os valores considerados como ideais pela Universidade Estadual Paulista – UNESP (1996) para os eletrólitos no sangue, as concentrações encontradas estão dentro da faixa citada. Em trabalho realizado por Brêtas et al. (2011), não foram encontradas diferenças nas concentrações séricas de sódio e cloreto; portanto, as concentrações séricas de potássio foram alteradas significativamente.

DeRouchey et al. (2003) não encontraram diferença na concentração de Na no sangue de porcas em lactação alimentadas com rações possuindo BE de 0 a 500 mEq por kg⁻¹, porém, houve efeito linear e quadrático para o cloreto e para o potássio, demonstrando que, em algumas situações ou categorias animais utilizadas, o BE pode afetar as concentrações séricas dos eletrólitos.

Segundo Dersjant-Li et al. (2001), os suínos são capazes de manter a homeostase intraluminal por meio da excreção e/ou absorção gástrica e intestinal, sugerindo o controle do equilíbrio ácido-básico.

4 Conclusão

A correção do balanço eletrolítico das rações fornecidas para suínos em crescimento não influenciou o desempenho dos animais, mas promoveu efeito na consistência das fezes, o que pode influenciar na absorção dos nutrientes e também nas condições sanitárias. Sugere-se uma manutenção do balanço

eletrolítico próximo aos 170 mEq por kg⁻¹, valor no qual se encontram as rações práticas.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM); à Escola Estadual Jerônimo Pontello, por ter cedido a estrutura física para realização deste trabalho; aos alunos que ajudaram na condução do experimento, e à FAPEMIG, que financiou o projeto e o tornou possível.

Referências

- BONGAERTS, G.; SEVERIJNEN, R.; TIMMERMAN, H. Effect of antibiotics, prebiotics and probiotics in treatment for hepatic encephalopathy. *Medical Hypotheses*, v. 64, n. 1, p. 64-68, 2005. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mehy.2004.07.029>
- BRÊTAS, A. A.; FERREIRA, R. A.; VALE, P. C. B.; COUTO, H. P.; PEREIRA, W. E. Estudo do balanço eletrolítico alimentar para suínos machos castrados em acabamento mantidos em ambiente de alta temperatura. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, v. 104, n. 569-572, p. 37-43, 2009.
- BRÊTAS, A. A.; FERREIRA, R. A.; AMARANTE JÚNIOR, V. S.; PEREIRA, W. E.; FONSECA, J. B.; CALDAS, F. R. L. Balanço eletrolítico para suínos machos castrados em crescimento mantidos em ambiente de alta temperatura. *Revista Ciências Agrotecnologia*, v. 35, n. 1, p. 186-194, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000100024>
- BUDDE, R. A.; CRENSHAW, F. D. Chronic metabolic acid load induced by changes in dietary electrolyte balance increased chloride retention but did not compromise bone in growing swine. *Journal of Animal Science*, v. 8, p. 197-208, 2003.
- BUFFINGTON, D. E.; COLAZZO-AROCHE, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions of the ASABE*, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.
- DEROUCHEY, J. M.; HANCOCK, J. D.; HINES, R. H.; CUMMINGS, K. R.; LEE, D. J.; MALONEY, C. A.; DEAN, D. W.; PARK, J. S.; CAO, H. Effects of dietary electrolyte balance on the chemistry of blood and urine in lactating sows and sow litter performance. *Journal of Animal Science*, v. 81, p. 3067-3074, 2003.
- DERSJANT-LI, Y.; SCHULZE, H.; SCHRAMA, J. W.; VERRETH, J. A.; VERSTEGEN, M. W. A. Feed intake, growth, digestibility of dry matter and nitrogen in young pigs as affected by dietary cation-anion difference and supplementation of xylanase. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, n. 85, p. 101-109, 2001. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1439-0396.2001.00307.x>

- FERREIRA, R. A. *Maior Produção com Melhor Ambiente para aves, suínos e bovinos*. Viçosa: Ed. Aprenda Fácil, 2005. 371 p.
- FERREIRA, R. A. *Suinocultura: manual prático de criação*. Viçosa: Ed. Aprenda Fácil, 2012. 433 p.
- HAYDON, K. D.; WEST, J. W. Effect of dietary electrolyte balance on nutrient digestibility determined at end of the small intestine and over the total digestive tract in growing pigs. *Journal of Animal Science*, n. 68, p. 3687-3693, 1990.
- KIEFER, C.; FERREIRA, A. S.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; SILVA, F. C. O.; BRUSTOLINI, P. C. Exigência de metionina+cistina digestíveis para suínos machos castrados mantidos em ambiente termoneutro dos 30 aos 60 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, p. 874-854, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000300016>
- KIEFER, C.; SANCHES, J. F.; SILVA, A. P.; YOSHIDA, F. Y.; SILVA, C. M. Sódio e balanço eletrolítico em rações para leitões dos 8 aos 25 kg mantidos em ambiente de alta temperatura. *Revista Ciência Animal Brasileira*, v. 11, n. 3, p. 503-508, 2010. <http://dx.doi.org/10.5216/cab.v11i3.5156>
- LIZARDO, R. O bicarbonato de sódio na alimentação dos suínos. *Revista SUIIS Brasil*, n. 11, p. 14-23, 2006.
- MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada a frango de corte*. Jaboticabal: Ed. FUNEP/UNESP, 1994. p. 246.
- MESCHY, F. *Balance electrolítico y productividad en animales monogástricos*. France: Ed. INRA, 1998. p. 15. (Cuadernos Técnicos).
- MONGIN, P. Recent advances in dietary ânion-cátion balance: applications in poultry. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 40, n. 1, p. 285-294, 1981. <http://dx.doi.org/10.1079/PNS19810045>
- MROZ, Z.; JONGBLOED, A. W.; LENIS, N. P.; VREMAN, K. Water in pig nutrition: Physiology, allowances and environmental implications. *Nutrition Research Reviews*, v. 8, n.1, p. 137-64, 1995.
- PATIENCE, J. F.; WOLYNETZ, M. S. Influence of dietary undetermined anion on acid-base status and performance in pigs. *The Journal of Nutrition*, v. 120, p. 579-587, 1990.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. ; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. *Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: UFV, 2005. 186 p.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. *User's guide*. Cary: SAS Institute, 2002. p. 1686.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP. Tabela de valores normais de eletrólitos em diferentes espécies animais. Botucatu: UNESP, 1996.
- 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. *Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 6, p. 1990-1999, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000600024>
- WONDRA, K. J.; HANCOCK J. D.; BEHNKE, K. C.; HINES, R. H. Do dietary buffers improve growth performance or nutrient digestibility or decrease stomach ulcers in finishing pigs? *Swine Day*, p.144-148, 1993.
- WONDRA, K. J.; HANCOCK J. D.; BEHNKE, K. C.; HINES, R. H. Effects of dietary buffers on growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. *Journal of Animal Science*, v. 73, n. 2, p. 414-420, 1995.