

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO**

ANILCE DE ARAÚJO BRÊTAS

**EFEITO DO BALANÇO ELETROLÍTICO DA RAÇÃO DE SUÍNOS CRIADOS EM
CLIMA QUENTE**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES
2009**

ANILCE DE ARAÚJO BRÊTAS

**EFEITO DO BALANÇO ELETROLÍTICO DA RAÇÃO DE SUÍNOS CRIADOS EM
CLIMA QUENTE**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal

Orientador: José Brandão Fonseca

**CAMPOS DOS GOYTACAZES
2009**

ANILCE DE ARAÚJO BRÉTAS

**EFEITO DO BALANÇO ELETROLÍTICO DA RAÇÃO DE SUÍNOS CRIADOS EM
CLIMA QUENTE**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal

Aprovada em 27 de abril de 2009

Banca examinadora

Prof. Rony Antonio Ferreira (DSc. Zootecnia) – UFVJM

Prof^a. Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares (DSc. Zootecnia) – UENF

Prof. Julien Chiquieri (DSc. Produção Animal) – UENF

Prof. José Brandão Fonseca (PhD.Nutrição de Monogástricos) – UENF
Orientador

Dedico esta obra

A Deus, que iluminou meus caminhos;

À minha filha Ayana Brêtas da Silva;

Ao meu esposo Alessandro Costa da Silva;

Aos meus pais Nailson Antonio Brêtas e Andira de Araújo Brêtas;

À minha irmã Nailce de Araújo Brêtas,

por todo o sacrifício, incentivo, amor e confiança desde o início.

AGRADECIMENTO

A Universidade Estadual do Norte Fluminense pela oportunidade de realização deste curso e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Professor PhD. José Brandão Fonseca, pela amizade, pelo apoio, pelos conselhos e pela agradável convivência. Aos Professores Dr. Rony Antonio Ferreira e Dr. Humberto Pena Couto pelos conselhos e pelas sugestões no aperfeiçoamento deste trabalho e à Professora Dr^a. Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares pelos ensinamentos e lição de vida;

Ao Professor Dr. Valene da Silva Amarante Junior, à Professora Dr^a. Rita de Maria Seabra Nogueira de Candanedo Guerra e ao Professor Dr. Alessandro Costa da Silva pela atenção dispensada na execução das atividades de campo e das análises laboratoriais realizadas na Universidade Estadual do Maranhão;

Aos alunos que participaram do trabalho: Paulo Henrique Corvelo Lima, Andréia Pereira de Costa, Polyana da Silva Barbosa e Flávio Roberto Lima Caldas;

À amiga Patrícia Castelo Branco, pela grande amizade pessoal e pela convivência no período das aulas na Pós-Graduação, e ao Professor Dr. Walter Esfrain Pereira que apesar de pouco contato, demonstrou amizade nos ensinamentos, mesmo nas horas contadas;

Aos funcionários, Regina e João Reis, pelo auxílio nas análises no Laboratório de Solos e Nutrição Animal da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Aos funcionários, em especial, ao Gerente Sr. José de Souza, Sr. Lauro e ao Sr. Genivaldo da Granja Agrolusa localizada em São Luis - MA pela atenção, amizade e grande incentivo para a conclusão deste trabalho;

Um sincero obrigado a Jeovana F.C. Campos, secretária do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, pelos conselhos, dedicação, apoio em todos os momentos desta jornada;

Às pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e a Deus, por tudo.

BIOGRAFIA

Anilce de Araújo Brêtas, filha de Nailson Antonio Brêtas e Andira de Araújo Brêtas, nasceu em 8 de março de 1978, no Rio de Janeiro.

Em outubro de 2000, obteve o título de Zootecnista pela Universidade Federal de Viçosa, MG.

De 2000 a 2002, trabalhou no SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, prestando serviços no Maranhão e como Gerente Geral em Haras no interior do Estado.

De 2002 a 2004, concluiu o Curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

Em março de 2005, iniciou na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), o curso de Doutorado em Ciência Animal defendendo tese em abril de 2009.

LISTAS DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Composição das rações experimentais de suínos dos 25 aos 70 kg de peso vivo.....	31
Tabela 2 – Composição químico-mineral (cloreto, sódio, potássio) da água fornecida para suínos dos 25 aos 70 kg mantidos em condições naturais de calor recebendo rações com diferentes balanços eletrolíticos.....	34
Tabela 3 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), peso final (PF), consumo de N (CN), consumo de lisina (CL), eficiência de utilização de nitrogênio para ganho (EUNG), eficiência de utilização de lisina para ganho (EULG) de suínos dos 25 aos 70 kg alimentados com rações contendo diferentes balanços eletrolíticos.....	37
Tabela 4 – Consumo de sódio, potássio e de cloreto por suínos dos 25 aos 70 kg alimentados com rações contendo diferentes balanços eletrolíticos.....	41
Tabela 5 – Concentrações séricas de sódio, potássio e cloro em mEq/kg de suínos dos 25 aos 70 kg alimentados com rações contendo diferentes balanços eletrolíticos.....	44
Tabela 6 – Resultado de frequência respiratória (FR) em movimento por minuto (mov/min) e temperatura retal (TR) em °C de suínos dos 25 aos 70 kg alimentados com rações contendo diferentes balanços eletrolíticos.....	47
Tabela 7 – Composição das rações experimentais de suínos dos 70 aos 110 kg de peso vivo.....	54
Tabela 8 – Composição químico-mineral (cloreto, sódio, potássio) da água fornecida para suínos dos 70 aos 110 kg mantidos em condições naturais de calor recebendo rações com diferentes balanços eletrolíticos.....	57
Tabela 9 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), peso final (PF), consumo de N (CN), consumo de lisina (CL), eficiência de utilização de nitrogênio para ganho (EUNG), eficiência de utilização de lisina para ganho (EULG) de suínos dos 70 aos 110 kg alimentados com rações contendo diferentes balanços eletrolíticos.....	62
Tabela 10 – Consumo de sódio, potássio e de cloreto por suínos dos 70 aos 110 kg alimentados com rações contendo diferentes balanços eletrolíticos.....	66
Tabela 11 – Concentrações séricas de sódio, potássio e cloro em mEq/kg de suínos dos 70 aos 110 kg alimentados com rações contendo diferentes balanços eletrolíticos.....	69

Tabela 12 – Resultado de frequência respiratória (FR) em movimento por minuto (mov/min) e temperatura retal (TR) em °C de suínos dos 70 aos 110 kg alimentados com rações contendo diferentes balanços eletrolíticos.....	72
Tabela 13 – Resultado da avaliação da espessura de toucinho (mm), comprimento de carcaças (cm) e rendimento de carcaças (%) de suínos dos 70 aos 110 kg alimentados com rações contendo diferentes balanços eletrolíticos.....	74
Tabela 14 – Resultado do peso absoluto (g) de rins, coração e fígado de suínos dos 70 aos 110 kg alimentados com rações contendo diferentes balanços eletrolíticos.....	76

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO GERAL	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 O equilíbrio acidobásico nos suínos.....	16
2.2 Influência do estresse calórico sobre o desempenho e fisiologia dos suínos.....	18
2.3 Uso de eletrólitos para manutenção do equilíbrio acidobásico.....	20
2.4 Balanço eletrolítico das rações (BER).....	21
2.4.1 Ajustes nutricionais do balanço eletrolítico no calor.....	24
Capítulo 1. ESTUDO DO BALANÇO ELETROLÍTICO PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DOS 25 AOS 70 kg MANTIDOS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA.....	
Introdução.....	27
Material e Métodos.....	30
Resultados e Discussão.....	36
Capítulo 2. ESTUDO DO BALANÇO ELETROLÍTICO PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DOS 70 AOS 110 kg MANTIDOS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA.....	
Introdução.....	50
Material e Métodos.....	53
Resultados e Discussão.....	60
Conclusões Gerais.....	78
Referências bibliográficas.....	79

RESUMO

Brêtas, Anilce de Araújo, Zootecnista, D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Abril de 2009. **Efeito do balanço eletrolítico da ração de suínos criados em clima quente.** Orientador: José Brandão Fonseca. Conselheiros: Rony Antonio Ferreira e Humberto Pena Couto

Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho e os parâmetros fisiológicos de suínos em crescimento e em terminação mantidos em ambiente de alta temperatura recebendo rações com diferentes balanços eletrolíticos. Foram utilizados 200 suínos machos castrados distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, para a fase de crescimento T1 (s/supl): ração sem suplementação de eletrólitos formulada com 191 mEq/kg; T2 (supl B): ração com suplementação de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) formulada com 250 mEq/kg; T3 (supl B+C): ração com suplementação de (NaHCO_3) e cloreto de potássio (KCl) formulada com 250 mEq/kg; T4 (supl B): ração com suplementação de (NaHCO_3) formulada com 300 mEq/kg e T5 (supl B+C): ração com suplementação de (NaHCO_3) e (KCl) formulada com 300 mEq/kg, com quatro repetições e 10 animais por unidade experimental. E na fase de terminação T1 (s/supl): ração sem suplementação de eletrólitos formulada com 199 mEq/kg; T2 (supl B): ração com suplementação de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) formulada com 250 mEq/kg; T3 (supl B+C): ração com suplementação de (NaHCO_3) e cloreto de potássio (KCl) formulada com 250 mEq/kg; T4 (supl B): ração com suplementação de (NaHCO_3) formulada com 300 mEq/kg e T5 (supl B+C): ração com suplementação de (NaHCO_3) e (KCl) formulada com 300 mEq/kg, com quatro repetições e 10 animais por unidade experimental. O estudo na fase de crescimento foi iniciado com $25,3 \pm 1,3$ kg e foi encerrado quando os animais atingiram peso médio de $68,8 \pm 3,4$ kg. Na fase de terminação o experimento foi iniciado com $68,8 \pm 3,4$ kg e encerrado com $110,1 \pm 2,6$ kg. As variáveis de

desempenho avaliadas foram de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), peso final (PF), consumo de nitrogênio (CN), consumo de lisina (CL), eficiência de utilização de lisina para ganho (EULG), eficiência de utilização de nitrogênio para ganho (EUNG) e conversão alimentar (CA). Semanalmente foram avaliados os parâmetros fisiológicos de frequência respiratória (FR) e temperatura retal (RT) dos animais. Ao final do período experimental para ambas as fases foi realizada coleta de sangue de todos os animais para mensurar as concentrações sorológicas de Na, K e Cl. As condições ambientais do galpão foram medidas diariamente. Foram avaliadas as características de carcaça e o peso das vísceras dos suínos em terminação. A temperatura média para a fase de crescimento manteve-se em $29,65 \pm 1,80^{\circ}\text{C}$, com umidade relativa de $69,6 \pm 10,4\%$ e temperatura de globo negro de $31,95 \pm 1,98^{\circ}\text{C}$ e foi calculado o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) em $80,51 \pm 2,44$. O estudo dos suínos da fase de terminação a temperatura média manteve-se em $29,34 \pm 2,06^{\circ}\text{C}$, com umidade relativa de $70,4 \pm 9,2\%$ e temperatura de globo negro de $31,59 \pm 2,53^{\circ}\text{C}$. Foi calculado o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) em $80,98 \pm 2,89$. A suplementação de eletrólitos para a fase de crescimento piorou ($P < 0,05$) o CR e melhorou o CN e o consumo de cloreto quando os animais receberam 300 mEq/kg na ração. Os demais parâmetros de desempenho avaliados não foram afetados pelos tratamentos ($P > 0,05$). Não houve diferença ($P > 0,05$) nas respostas fisiológicas de FR e TR, sendo o mesmo observado para as concentrações séricas de sódio e cloreto. Os suínos que receberam as rações com maior teor de balanço eletrolítico apresentaram redução ($P < 0,05$) concentração de potássio no soro dos suínos. Para a fase de terminação a suplementação de eletrólitos melhorou o (GP), o (CL) e (EULG). Os demais parâmetros de desempenho avaliados não foram afetados pelos tratamentos ($P > 0,05$). A correção do balanço eletrolítico aumentou o consumo de Na, K e Cl. A utilização de eletrólitos reduziu ($P < 0,05$) a concentração sérica de Na e do peso absoluto do fígado. Não houve diferença ($P > 0,05$) nas respostas fisiológicas de FR, TR, espessura de toucinho, comprimento de carcaça e rendimento de carcaça. Rações contendo 250 ou 300 mEq/kg suplementadas com bicarbonato de sódio e/ou cloreto de potássio, não

influenciaram o desempenho na fase de crescimento, porém as mesmas podem ser usadas para melhor desempenho para a fase de terminação no estresse calórico.

Palavras- chave: equilíbrio ácido-base, estresse calórico, bicarbonato de sódio, cloreto de potássio

ABSTRACT

BRÊTAS, Anilce de Araújo, D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. April 2009. **Effect of electrolyte balance in diet of swine reared hot welder.** Professor Adviser: José Brandão Fonseca. Committee Members: Rony Antonio Ferreira e Humberto Pena Couto.

This study was conducted to evaluate the effect of the Dietary Electrolyte Balance (DEB) for growing and finishing swine under high temperatures ambient, receiving treatments different with five levels of electrolytes. Two hundred barrows with initial average weight of $25,3 \pm 1,3$ kg, were allotted in a complete block experimental design of five treatments for growing swine T1- diet without supplementation of electrolytes with 191 mEq/kg; T2 (supl B)- diet with supplementation of sodium bicarbonate (NaHCO_3) with correction of EB to 250 mEq/kg; T3 (supl B+C)- diet with supplementation of (NaHCO_3) and chloride potassium (KCl) with correction of EB to 250 mEq/kg; T4 (supl B)- diet with supplementation of (NaHCO_3) with correction of EB to 300 mEq/kg; T5 (supl B+C)- diet with supplementation of (NaHCO_3) and (KCl) with correction of EB to 300 mEq/kg) and four replications. And finishing swine with T1- diet without supplementation of electrolytes with 199 mEq/kg; T2 (supl B)- diet with supplementation of sodium bicarbonate (NaHCO_3) with correction of EB to 250 mEq/kg; T3 (supl B+C)- diet with supplementation of (NaHCO_3) and chloride potassium (KCl) with correction of EB to 250 mEq/kg; T4 (supl B)- diet with supplementation of (NaHCO_3) with correction of EB to 300 mEq/kg; T5 (supl B+C)- diet with supplementation of (NaHCO_3) and (KCl) with correction of EB to 300 mEq/kg) and four replications. The experimental unit was composed of ten pigs. The study began with $25,3 \pm 1,3$ kg and finished when the average weight of the animals was $68,8 \pm 3,4$ Kg. The study of the finishing swine began with $68,8 \pm 3,4$ kg and finished with $110,1 \pm 2,6$ kg. The performance parameters evaluated were feed intake (FI), daily gain (DG), final weight (FW),

nitrogen intake (NI), lysine intake (LI), efficiency of L utilization for weight gain (ELUWG), efficiency of N utilization for weight gain (ENUWG), and feed ration: gain. The physiologic parameters to respiratory frequency (RF) and rectal temperature (RT) were evaluated. Weekly at finish of the experimental for both fase period blood was collected of all animals to measure serum concentration of Na, Cl and K. The environmental conditions were measured daily. Carcass characteristics and visceral organs weight of the finishing swine were evaluated. The average temperature for growing swine was $29,65 \pm 1,80^{\circ}\text{C}$, with relative humidity of $69,6 \pm 10,4\%$ and black globe temperature of $31,95 \pm 1,98^{\circ}\text{C}$ and black globe humidity and temperature index (BGHI) calculated was $80,51 \pm 2,44$. The study of finishing swine average temperature was $29,34 \pm 2,06^{\circ}\text{C}$, with relative humidity of $70,4 \pm 9,2\%$ and black globe temperature of $31,59 \pm 2,53^{\circ}\text{C}$ and black globe humidity and temperature index (BGHI) calculated was $80,98 \pm 2,89$. The supplementation of the electrolytes decreased ($P < 0,05$) the (FI) and improved (NI) and chloride intake when the animals were fed with rations (300 mEq/kg). The others performance evaluated were not influenced by treatments ($P > 0,05$). There were no significant differences ($P > 0,05$) for RF an RT. The same was observed for serum concentration sodium and chloride. The swine that were fed rations with high concentration of electrolytes presented lower ($P < 0,05$) concentrations of potassium in the serum. The supplementation for finishing swine improved ($P < 0,05$) the (DG), (LI) and (ELUWG). The other performance parameters evaluated were not influenced by treatments ($P > 0,05$). The correction of electrolyte balance increased intake of Na, K and Cl. The utilization of electrolytes decreased ($P < 0,05$) the concentration of Na in the serum and absolute weight of liver. There was significant difference ($P > 0,05$) for RF and RT, backfat thickness and carcass yield. Diets with 250 or 300 mEq/kg supplemented with sodium bicarbonate and/or potassium chloride did not influence the performance of growing swine, but same can be used the best performance for finishing swine under heat stress.

Key- Words: electrolyte balance, heat stress, sodium bicarbonate, potassium chloride

1. Introdução Geral

Nos últimos anos têm ocorrido maior demanda para o crescimento e produtividade do setor suinícola brasileiro. Os avanços genéticos atingidos na suinocultura utilizando plantéis de alto desempenho levaram à ocorrência freqüente de animais com problemas de consumo de alimento, principalmente em condições de estresse por calor.

As novas linhagens de suínos são caracterizadas por terem grande eficiência para converter diferentes tipos de alimentos em proteína animal e, conseqüentemente, produzir maior carga de calor em seu metabolismo (BROW-BRANDL et al., 1998). Este genótipo pode determinar a taxa máxima de crescimento dos suínos, entretanto, elementos climáticos como a temperatura, afetam a expressão do potencial genético. Todavia, quando submetidos a temperaturas ambientais acima da zona de conforto térmico, os animais apresentam mecanismos comportamentais, físicos e químicos para a redução das taxas metabólicas com a intenção de reduzir sua produção de calor.

Outro mecanismo usado pelos suínos é a regulação dos líquidos do organismo que compreende a manutenção de concentrações adequadas de água e eletrólitos e a preservação de íons hidrogênio (H^+) dentro de uma faixa estreita, sendo esta proporcional ao melhor funcionamento celular.

Muitas pesquisas demonstraram que a correção do balanço eletrolítico através da adição de sais nas rações é útil não só para melhorar o desempenho dos animais, mas também como um meio de minimizar os efeitos do desbalanço de eletrólitos causado pelo estresse calórico.

Neste sentido, a suplementação de sais nas rações dos animais tem sido usada para aumentar a ingestão de íons específicos, corrigindo mudanças no equilíbrio acidobásico.

Esta pesquisa teve o objetivo de analisar o efeito do balanço eletrolítico de rações suplementadas ou não com bicarbonato de sódio e cloreto de potássio sobre o desempenho de suínos machos castrados em fase de crescimento e

terminação, além do efeito desse estudo sobre os parâmetros fisiológicos e de avaliação de carcaças de suínos criados em clima quente.

2. Revisão de Literatura

2.1. O equilíbrio acidobásico nos suínos

A manutenção da quantidade ideal de íons hidrogênio nos líquidos intracelular e extracelular depende de um delicado equilíbrio entre ácidos e as bases existentes no organismo, denominado equilíbrio acidobásico (MACARI et al., 1994). Esta manutenção tem grande importância fisiológica e bioquímica, visto que as atividades das enzimas celulares, as trocas eletrolíticas e a manutenção do estado estrutural das proteínas são profundamente influenciadas por pequenas alterações na concentração hidrogeniônica do sangue. Entretanto, o equilíbrio acidobásico não é definido somente em termos da concentração de íons hidrogênio no sangue (pH), mas deve-se incluir a pressão parcial de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$), bicarbonato (HCO_3^-) e as bases em excesso (PATIENCE, 1990).

O balanço entre ácidos e bases se caracteriza pela busca permanente do equilíbrio. Face à maioria dos regimes alimentares, o metabolismo orgânico tende a produzir um excesso de radicais ácidos, não somente em decorrência da produção de substâncias intermediárias parcialmente oxidadas (ácido pirúvico e ácido láctico), como da própria combustão completa dos substratos neutros assimilados. Assim, a quantidade de ácido produzida pode variar, dependendo das modificações da ração, nível de atividade física ou em função de outros processos fisiológicos (MACARI et al., 1994).

Os ácidos dos fluidos corporais são originários da dieta consumida e do metabolismo celular e são classificados como: voláteis, orgânicos e não-voláteis (fixos). As quantidades de ácidos orgânicos e não-voláteis produzidas nos animais

são mínimas, quando comparadas com a quantidade de ácidos voláteis (BUTCHER e MILES, 1994).

O ácido carbônico é o ácido volátil produzido em maior quantidade no organismo. No entanto, devido à sua natureza volátil, todo o dióxido de carbono é rapidamente expirado através dos pulmões assim que é formado.

Os ácidos orgânicos são derivados da incompleta oxidação de carboidratos e lipídeos. Em condições normais são produzidos em baixas concentrações, mas em certas condições, quando os lipídeos são utilizados como fonte de energia, a produção de ácido aceto-acético pode aumentar (BUTCHER e MILES, 1994).

Os ácidos fixos ou não-voláteis originam-se da oxidação de determinados componentes das proteínas, como o enxofre de aminoácidos sulfurosos. A quantidade de ácidos fixos pode aumentar quando a ingestão destes excede os requerimentos fisiológicos (MACARI et al. 1994).

Para evitar que estes ácidos ou bases em excesso interfiram na manutenção do pH sanguíneo, três mecanismos estão em atividade para manter o equilíbrio acidobásico: tampões extra e intracelulares, o ajuste respiratório da concentração sanguínea de dióxido de carbono e a excreção dos íons hidrogênio ou bicarbonato pelos rins. Os dois primeiros são responsáveis pela correção rápida das alterações de pH, enquanto que os rins são responsáveis pela homeostasia acidobásica em longo prazo e pela excreção do excesso de íons hidrogênio (CUNNINGHAM, 1992).

Os tampões são substâncias químicas que podem se combinar com ácidos e bases, com a finalidade de prevenir as mudanças bruscas do pH quando estas substâncias são adicionadas quantidades relativamente pequenas de ácido (H^+) ou bases (OH^-).

As concentrações relativas dos eletrólitos na alimentação afetam diretamente o equilíbrio acidobásico dos animais (PATIENCE 1993). A importância dos eletrólitos no equilíbrio acidobásico é que estes em solução, comportam-se como íons. Os íons são quantificados em miliequivalentes, que correspondem à milésima parte de um equivalente-grama. O equivalente de uma

substância é a menor porção da substância, capaz de reagir quimicamente e, corresponde ao peso atômico ou ao peso molecular, dividido pela sua valência.

2.2. Influência do estresse calórico sobre o desempenho e fisiologia dos suínos

No calor, a redução no consumo de ração é linear e a proporção desta redução tem mostrado resultados conflitantes na literatura, o que pode estar associado a muitos fatores, incluindo o genótipo, variação do peso vivo, ração e variação da temperatura.

Alguns fatores como temperatura ambiente, consumo nutricional e energético e o desempenho estão intimamente ligados. Esta interação é de grande importância na formulação de rações para suínos, nas diferentes estações do ano e localizações geográficas ou ainda para a combinação econômica ótima entre nutrição e temperatura ambiente (KERR et al., 2003).

Quando a temperatura ambiente efetiva está abaixo ou acima da zona de termoneutralidade, o comportamento e a utilização de alimento pelo suíno podem ser sensivelmente modificados. Caso os animais se encontrem fora da zona de termoneutralidade, os mesmos podem manter a homeotermia, dentro de sua tolerância, pela alteração na taxa metabólica, modificação na quantidade de ingestão de alimentos e dissipação de calor corporal (JENSEN, 1991).

Em razão da dificuldade em controlar a dissipação de calor, o animal modifica a sua produção de calor metabólico. Uma das respostas dos suínos ao estresse por calor consiste na redução do consumo voluntário e da atividade física (NIENABER, 1996). Altas temperaturas estão associadas à piora no desempenho de suínos, principalmente pela redução no consumo de alimento e pelo custo energético, associado aos processos de termorregulação (MANNO et al., 2006).

O menor consumo dos animais pode terminar em redução nas taxas de ganho de peso, podendo ocasionar grande impacto econômico devido ao maior tempo necessário para o suíno atingir o peso de abate (FIALHO et al., 2001).

Os metabolismos protéico, energético, mineral e a regulação acidobásica são processos inter-relacionados, pois influenciam o desempenho dos suínos (PATIENCE, 1990). As rações dos animais não possuem cargas neutras, contudo as cargas negativas devem ser balanceadas com as positivas e a soma total dos eletrólitos fornecidos na ração tem influência direta na regulação do equilíbrio eletrolítico dos suínos.

A incorporação de eletrólitos na ração exerce influência no equilíbrio acidobásico e, conseqüentemente, afeta os processos metabólicos relacionados ao crescimento, desempenho dos animais e à sobrevivência ao estresse calórico (VIETES et al., 2005).

A condição de conforto térmico do animal dentro de uma instalação, existe quando o calor produzido pelo organismo dos suínos, somado ao calor ganho do ambiente, for igual ao calor dissipado.

Nestes animais, a temperatura corporal varia em diferentes partes do corpo e em diferentes momentos, mas a temperatura do núcleo corporal é mantida independentemente da flutuação ambiental (MOUNT, 1979).

Os suínos apresentam máximo desempenho quando mantidos em ambiente confortável, representado por uma faixa estreita de temperatura, onde os processos termorregulatórios são mínimos, na qual a maior proporção da energia líquida é utilizada para a formação de tecidos (ORLANDO et al., 2001).

Contudo, quando estes animais são submetidos a ambientes de alta temperatura, ocorre uma tendência em perder a eficácia na utilização de energia líquida disponível à medida que os suínos acionam mecanismos de termorregulação para reduzir o impacto do calor ambiente sobre o seu organismo (KERR et al., 2003).

O estresse é um termo geral que implica em uma ameaça à qual o corpo precisa se ajustar. Esta adaptação envolve uma série de respostas neuroendócrinas, fisiológicas e comportamentais que funcionam para tentar

manter a homeostase (VON BORELL, 1995). Segundo FRASER (1975), um animal está em estado de estresse quando ocorrem ajustes anormais ou extremos em sua fisiologia ou comportamento para ajustar-se a aspectos adversos do seu ambiente e manejo.

Em geral, nas trocas de calor entre o animal e o ambiente em instalações onde a temperatura é inferior a 25°C predominam os processos não evaporativos. No entanto, em locais onde a temperatura ambiente se encontra acima de 30°C predominam as dissipações por processo evaporativo, principalmente através da evaporação de água pela respiração (ESMAY, 1982).

A reação dos suínos ao estresse calórico, consiste na intensificação da dissipação do calor por evaporação através do trato respiratório, constituindo assim em um esforço do animal em reduzir a produção de calor metabólico.

A susceptibilidade ao estresse calórico aumenta à medida que o binômio umidade e temperatura ambiente ultrapassa a zona de conforto térmico, dificultando a dissipação de calor, incrementando, conseqüentemente a temperatura corporal do suíno, com efeito negativo sobre o desempenho. JENSEN (1982) relatou que, sob estresse de calor, os suínos diminuiram a ingestão de alimento para uma redução da produção de calor.

Quando os animais estão em estresse calórico, ocorre o comprometimento da respiração, que promove um aumento da freqüência respiratória, podendo provocar uma alcalose respiratória. Para compensar esta alcalose os rins aumentam a excreção de bases como sódio, potássio, magnésio, cloro e bicarbonato e reduzem a excreção de hidrogênio (TAVARES e FERREIRA, 2005).

2.3. Uso de eletrólitos para manutenção do equilíbrio ácido-base

A manutenção da vida ocorre por meio de fluidos corporais e o equilíbrio acidobásico é essencial para este processo, onde a quantidade total de água ou

fluido corporal em qualquer espécie animal varia em função da espécie, idade, sexo, estado reprodutivo e nutricional.

O equilíbrio acidobásico e eletrolítico no organismo animal é um mecanismo complexo, mediado por uma série de elementos químicos, que quando em excesso ou deficiência, desencadeiam reações orgânicas no sentido de compensar as alterações ocorridas.

O eletrólito pode ser definido como uma substância química que se dissocia nos constituintes iônicos, tendo como função fisiológica principal a manutenção do equilíbrio ácido-base corporal. Os organismos dos animais também dispõem de sistemas tamponantes em nível sanguíneo, tais como o poder tampão dos hematócritos, do plasma e dos rins.

O balanço de cátions e ânions na ração tem sido usado na avicultura de corte, na suinocultura (MOGIN, 1981) e mais recentemente com outras espécies animais, como ovinos (GRANT et al., 1992) e equinos (COOPER et al., 1995).

O equilíbrio acidobásico, juntamente com a concentração dos eletrólitos estão relacionados com os mecanismos de absorção digestiva e com as trocas iônicas que ocorrem entre o sistema digestório e o sangue, sendo que a absorção de cátions se faz “contra” os íons hidrogênio e tem efeito alcalinizante em nível sanguíneo, enquanto que a absorção de ânions tem efeito inverso em função da saída de íons bicarbonato do sangue.

A mudança no metabolismo ocasiona um desvio de nutrientes disponíveis para a produção, reduzindo a taxa e a eficiência de sua utilização para o crescimento corporal, modificando a exigência nutricional dos animais (KIEFER et al., 2005).

2.4. Balanço eletrolítico das rações (BER)

O balanço eletrolítico da ração pode exercer influência no equilíbrio acidobásico e, conseqüentemente, afetar os processos metabólicos relacionados

ao crescimento, à resistência a doenças, à sobrevivência ao estresse e ao desempenho do animal (VIEITES et al., 2005).

Muitas pesquisas demonstram que a correção do balanço eletrolítico através da adição de sais nas dietas é útil não só para melhorar o desempenho dos animais, mas também pela importância fundamental em minimizar os efeitos do desequilíbrio de eletrólitos causado pelo estresse calórico (BORGES, 2001).

Dessa maneira, para que os suínos possam apresentar bom desempenho produtivo e reprodutivo é essencial a manutenção de suas funções metabólicas onde o pH do sangue e de outros fluidos orgânicos devem ser mantidos em uma faixa estreita de variação. Assim, os alimentos consumidos pelos animais interferem nesse pH e podem causar oscilação entre a alcalinidade e a acidez, sendo esta diretamente responsável pela maior ou menor influência conforme o tipo e a quantidade do alimento ingerido pelos suínos.

A aplicabilidade do balanço eletrolítico decorre através do equilíbrio iônico dos fluidos orgânicos que são responsáveis pela regulação do balanço ácido-base. Este balanço começa pela identificação das análises minerais necessárias, transformando-se os valores encontrados em miliequivalentes (mEq), que será a medida empregada para verificar os valores iônicos encontrados nas rações.

O meio ambiente e a ração influenciam o equilíbrio acidobásico. A manutenção deste equilíbrio pode ser uma medida importante para melhorar o desempenho de suínos criados sob altas temperaturas.

MELLIERE e FORBES (1966) apresentaram uma equação para descrever a inter-relação de cátions e ânions e equilíbrio acidobásico, da seguinte forma:

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

Os elementos envolvidos nesse equilíbrio são os cátions: sódio (Na^+), magnésio (Mg^+), cálcio (Ca^+) e potássio (K^+), e os ânions: cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{-2}) e ainda, em nível intracelular, o fosfato dibásico (H_2PO_4^-) e algumas proteínas.

O potássio, sódio e cloro têm maior potencial eletrolítico que o magnésio, enxofre, fósforo e cálcio, sendo que o potencial eletrolítico destes é maior do que o ferro, manganês, zinco, cobre, selênio, cobalto e iodo. Estes elementos traços têm a capacidade de funcionar como eletrólitos, mas eles estão presentes em pequenas quantidades nas rações e em baixas concentrações no tecidos, o que reduz seu impacto sobre o equilíbrio acidobásico (BORGES, 2003). Isto ocorre, devido ao potencial eletrolítico dos elementos que os classifica em termos de importância no equilíbrio eletrolítico do organismo.

Contudo, expressão mais difundida atualmente para determinar o balanço eletrolítico da ração foi desenvolvida por MOGIN (1981). Para manter o equilíbrio acidobásico, o suíno deve regular a ingestão e a excreção de ácidos. Nas situações em que o animal se encontra em equilíbrio acidobásico, ou seja, sem excesso ou deficiência de ácido ou base, conforme descrito:

$$(\text{Cátions} - \text{Ânions})_{\text{ingeridos}} = (\text{Cátions} - \text{Ânions})_{\text{excretados}}$$

De acordo com MOGIN (1980), o resultado do poder ácido da ingestão de $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$, é igual à diferença de cátions e ânions excretados [(cátions – ânions)_{excretados}], mais a produção de ácido endógeno (H^+ _{endógeno}), mais as bases em excesso (Be). A ingestão ótima de eletrólitos, em termos de equilíbrio acidobásico, pode minimizar a presença de Be, tendendo a zero. O requerimento ótimo de balanço eletrolítico é trabalhado em unidades de mEq ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$) por kg na ração.

$$(\text{Cátions} - \text{Ânions})_{\text{ingeridos}} = (\text{Cátions} - \text{Ânions})_{\text{excretados}} + \text{H}^+_{\text{endógeno}} + \text{Be}$$

ou

$$(\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-)_{\text{ingeridos}} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-)_{\text{excretados}} + \text{H}^+_{\text{endógeno}} + \text{Be}$$

O balanço eletrolítico das rações depende principalmente do conteúdo de proteína e do tipo de suplementação de sódio utilizado. Os mecanismos de bombeamento de sódio e potássio em nível celular mantêm normais os níveis

desses elementos, tanto no plasma quanto nas células, onde o sódio é retirado das células através da sua troca por potássio, com gasto de ATP (adenosina trifosfato).

Os três principais íons envolvidos nos processos metabólicos para a manutenção da homeostase orgânica são os cátions: sódio, potássio e o ânion cloreto. Estes íons foram escolhidos, por causa da sua absorção ser maior do que os demais e por estarem envolvidos diretamente na manutenção do equilíbrio ácido base.

Segundo MOGIN (1981), o sódio, potássio e cloreto são fundamentais na manutenção da pressão osmótica e do equilíbrio ácido base dos líquidos corporais. Assim, os efeitos do balanço iônico da ração sobre o desempenho dos suínos pode estar relacionado com as variações no balanço ácido base.

Em relação aos elementos não considerados na equação resumida de MOGIN (1981) pode-se citar que os cátions bivalentes não são rapidamente absorvidos como os cátions monovalentes, o magnésio é comumente oferecido nas rações, o fosfato é difícil de ser quantificado, pelo motivo de ser oriundo de várias fontes alimentares. A taxa de absorção do cálcio é controlada pelo sistema endócrino e o sulfato está presente em pequenas quantidades nos ingredientes das rações (BORGES et al., 2003).

2.4.1. Ajustes nutricionais do balanço eletrolítico no calor

Diversos estudos têm sido realizados nos últimos anos para estimar os melhores teores de balanço eletrolítico para as diferentes fases de desenvolvimento dos suínos. Para o cálculo do balanço eletrolítico nas rações (BER) a partir dos valores percentuais dos eletrólitos utilizados nas rações é empregada a seguinte fórmula:

$$BE = mEq \text{ de } Na^+ + mEq \text{ de } K^+ - mEq \text{ de } Cl^-$$

Sendo o miliequivalente (mEq) calculado por:

$$\frac{\% \text{ do eletrólito na ração } \times 10.000}{\text{peso atômico do eletrólito}}$$

Os ajustes nutricionais representam a acidogenicidade ou alcalinidade metabólica nas rações, podendo estas influenciar a resposta ao estresse térmico. BUTCHER e MILES (1994) afirmaram que as rações devem ter carga neutra, então as cargas negativas devem ser balanceadas com as cargas positivas e a soma de eletrólitos fornecidos na ração tem influência direta na regulação do equilíbrio eletrolítico do animal.

A utilização de sais na ração pode ser uma alternativa empregada pelos suinocultores para reduzir as perdas decorrentes do estresse calórico. Entre os principais sais utilizados destacam-se o cloreto de potássio (KCl) e o bicarbonato de sódio (NaHCO_3). A suplementação de KCl e NaHCO_3 na ração tem sido proposta como forma de minimizar as conseqüências das temperaturas elevadas sobre o desempenho dos animais (SMITH e TEETER, 1993).

O sódio é o principal cátion presente nos fluidos extracelulares e atua principalmente no equilíbrio ácido-base. Cerca de 43% do sódio estão nos ossos, e o restante se localiza em vários compartimentos dos fluidos corporais. O balanço de sódio é monitorado por receptores de vários tecidos que detectam as mudanças nos fluidos e na pressão sanguínea (GARDENS-WART e SCHRIER, 1982).

O potássio é o principal cátion representado por quase 90% do meio intracelular e está envolvido como co-fator de enzimas que participam da manutenção do equilíbrio ácido-base, transporte de hemoglobina, função cardíaca e síntese protéica.

É importante considerar que o potássio está presente em abundância na maioria dos ingredientes que compõe as rações destinadas aos suínos, em contrapartida o sódio está presente em pequenas quantidades.

O ânion cloreto representa 65% do total de ânions do fluido extracelular e sua função principal é a manutenção do equilíbrio químico com os cátions presentes. O excesso de sódio pode ser excretado pelos rins, desde que o cloreto normalmente o acompanhe. O cloro participa ainda do efeito tampão do sangue em intercâmbio com o bicarbonato (HCO_3^-) de acordo com SWENSON e REECE (1993).

Em leitões alimentados com uma ração de 10% de polissacarídeos não amiláceos (DERJANST-LI et al., 2002), foi verificada igualmente uma melhora na digestibilidade de nitrogênio, ao passar o balanço eletrolítico de -100 a 200 mEq/kg. No entanto, ao aumentar o teor de polissacarídeos não amiláceos de 10% para 15% na ração, foi observado exatamente o contrário. PATIENCE (1991) não detectou nenhuma alteração da digestibilidade no nitrogênio ou da lisina de 130 a 440 mEq/kg. No entanto, com 630 mEq/kg foi observada uma degradação da digestibilidade.

Os suínos em fase de terminação estão mais sujeitos aos efeitos do estresse por calor (FIALHO et al., 2001). QUINIOU et al. (2000) observaram relação da temperatura com o consumo de ração e peso vivo, onde os mesmos concluíram que os animais mais pesados são os mais sensíveis a temperaturas elevadas, isto ocorre devido à maior dificuldade desta categoria animal em dissipar calor.

Desta maneira, com este estudo teve-se o objetivo de estudar o balanço eletrolítico de rações suplementadas ou não com bicarbonato de sódio e cloreto de potássio sobre o desempenho de suínos machos castrados em fase de crescimento e terminação, além do efeito do uso destas rações sobre os parâmetros fisiológicos de suínos mantidos em condições naturais de estresse por calor.

Capítulo 1. Estudo do balanço eletrolítico para suínos machos castrados dos 25 aos 70 kg mantidos em ambiente de alta temperatura

1. Introdução

No Brasil, a melhoria genética dos plantéis de suínos provocou uma revisão nos níveis nutricionais e no manejo da alimentação, adaptando-os à nova realidade de produção e à exigência do mercado, refletindo positivamente na qualidade do produto final.

A suinocultura consiste em importante fator de desenvolvimento econômico nacional, promovendo efeitos multiplicadores de renda e emprego em todos os setores da economia e intensificando a demanda de insumos agropecuários, a expansão e a modernização dos setores de comercialização e da agroindústria.

A região Nordeste do Brasil, possui um rebanho suíno com alto potencial genético, porém com produtividade inferior em comparação às demais regiões do país, em virtude, principalmente, das características climáticas da região. Todavia, com o uso de instalações adequadas e técnicas modernas de manejo, pode-se alcançar bons índices zootécnicos, embora estes animais sejam criados fora de sua zona de conforto térmico (CARVALHO et al., 2004).

O conforto térmico é dependente de diversos fatores, alguns ligados ao animal, tais como: peso, idade, estado fisiológico, tamanho do grupo, nível de alimentação e genética, e outros ligados ao ambiente como temperatura, velocidade do ar, umidade relativa, radiação e tipo de piso.

Segundo PERDOMO (1998), a adequação do meio deve ter caráter permanente, independentemente da maior ou menor habilidade genética do suíno, uma vez que a estabilização e a melhoria do conforto térmico são fundamentais para elevar o nível de independência das edificações em relação ao clima, visando à otimização do desempenho.

É importante considerar a temperatura ambiente, como um dos principais elementos climáticos não só por causa do efeito direto sobre a intensidade das trocas térmicas, como indiretamente pela influência que exerce sobre os demais componentes do bioclima.

Em estudos realizados por LE DIVIDICH (1991), para melhor desempenho produtivo e qualidade de carcaça, a faixa de temperatura entre 20 e 25°C foi considerada ideal para suínos em crescimento.

O estresse é entendido como uma reação do animal aos estímulos ou influências adversas. Estes agentes estressores podem ser de origem física (frio ou calor), social (alteração da hierarquia dentro de um grupo de animais pelo manejo sobre a relação homem:animal) ou microbiológicas (bactérias, vírus e parasitas).

Em situação de estresse, ocorre maior síntese de secreção de esteróides e corticosteróides que afetam o estado imunitário, resultando em menor resistência às infecções, aumentando o catabolismo e interferindo na utilização de nutrientes e síntese de tecidos (VON BORELL, 1995).

O período de estresse por calor pode reduzir a ingestão de alimentos, apresentar impacto negativo no metabolismo da energia e da proteína, e modificar a distribuição de gordura corporal. O estresse por calor aumenta a exigência de energia para manutenção, quando comparado à temperatura de conforto térmico, visto que maior quantidade desta é utilizada pelos suínos para dissipar calor, principalmente pelo aumento na frequência respiratória. Isto significa, que menos energia estará disponível para o crescimento dos animais.

O estresse por calor pode provocar alterações fisiológicas nos suínos e a manutenção de sua homeostase é fundamental para garantir a expressão de seu potencial genético para crescimento e produção de carne. Dentre as alterações fisiológicas que podem influenciar sua produtividade, destaca-se o equilíbrio dos eletrólitos no fluido corporal. Portanto, deve-se dar a devida atenção à manipulação do balanço eletrolítico das rações no sentido de reverter e/ou prevenir distúrbios metabólicos relacionados à manutenção da homeostase dos animais (MOGIN, 1980).

Nos suínos, o equilíbrio acidobásico pode influenciar o crescimento, o apetite, o desenvolvimento ósseo, a resposta ao estresse térmico e o metabolismo de certos nutrientes, como aminoácidos, minerais e vitaminas (PATIENCE, 1990).

Os principais elementos envolvidos nesse equilíbrio são os cátions sódio (Na^+), potássio (K^+) e magnésio (Mg^{2+}) e os ânions cloro (Cl), carbonato (HCO_3^-) e ainda, em nível intracelular, o fosfato dibásico (H_2PO_4) e algumas proteínas. O Na e Cl contribuem principalmente para a pressão osmótica do plasma, enquanto que o Mg, proteínas e fosfatos contribuem para a pressão osmótica do fluido intracelular (GONZÁLEZ e SILVA, 1999).

Como forma de prevenção para o desequilíbrio acidobásico a suplementação de rações através do uso de compostos como bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e cloreto de potássio (KCl) tem sido utilizada em regiões de clima quente. Todavia, o uso destes sais em formulações práticas necessita de estudos de forma a fornecer subsídio técnico ao produtor de suínos quando da adoção desta tecnologia. Desta maneira, com este estudo teve-se o objetivo de avaliar o desempenho e parâmetros fisiológicos de suínos em crescimento mantidos em condições naturais de calor recebendo rações com diferentes balanços eletrolíticos.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido em uma suinocultura comercial localizada no município de São Luís – MA ($2^{\circ}35'S$; $44^{\circ}12'W$) durante o período de calor (outubro a fevereiro) no ano de 2007 e 2008, época de maiores temperaturas na região. O experimento foi conduzido em condições de criação comercial e as formulações são aquelas adotadas em programa nutricional da granja comercial.

Durante o período experimental foram utilizados 200 suínos mestiços (Híbridos) machos castrados, em fase de crescimento, com peso médio inicial de $25,3 \pm 1,3$ kg. Os animais foram alojados em galpão de alvenaria, coberto com telha de fibrocimento em duas águas, sem forro, com piso de cimento parcialmente ripado, dividido em baias iguais de 3,25m x 2,60m cada baia, provido de bebedouro tipo chupeta e comedouro fixo semi-automático, de concreto com cinco divisões.

Os animais foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo utilizado cinco tratamentos com diferentes teores de balanço eletrolítico (mEq/kg) da ração suplementada ou não com bicarbonato de sódio e/ou cloreto de potássio e quatro repetições, 10 animais por unidade experimental. Os animais permaneceram em experimento recebendo ração e água à vontade até atingirem o peso médio final de $68,8 \pm 3,4$ kg.

As rações experimentais foram formuladas à base de milho, sorgo e farelo de soja, estão de acordo com as exigências nutricionais de suínos machos castrados de alto potencial genético com desempenho médio na fase em crescimento, preconizados por ROSTAGNO et al. (2005).

As formulações das rações são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Composição das rações experimentais

Ingredientes	Tratamentos				
	1	2	3	4	5
Milho	39,110	38,460	37,955	38,030	36,785
Sorgo	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
Farelo de soja	23,800	23,800	23,800	23,800	23,800
Óleo de soja	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600
Suplemento mineral: vitamínico ²	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Sal comum	0,340	0,320	0,325	0,330	0,335
L-lisina HCl	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Bicarbonato de sódio	-	0,670	0,670	1,090	1,330
Cloreto de potássio	-	-	0,500	-	1,000
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição Nutricional					
Proteína Bruta (%) ¹	18,95	18,80	18,60	18,70	18,30
EB (kcal/kg) ¹	3.470	3.468	3.466	3.467	3.464
BE (mEq/kg) ³	191	250	250	300	300
Lisina total (%) ¹	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99
Cloreto (%) ⁴	0,220	0,240	0,230	0,250	0,240
Sódio (%) ⁴	0,270	0,390	0,380	0,500	0,490
Potássio (%) ⁴	0,530	0,580	0,590	0,600	0,610
Cálcio (%) ⁴	0,840	0,839	0,838	0,839	0,840
Fósforo total (%) ⁴	0,560	0,559	0,558	0,559	0,557

1 Composição calculada segundo ROSTAGNO et al. (2005).

2 Conteúdo em kg: Colina:4g, sódio 54g, niacina 554mg, zinco 2750mg, vitamina E 280mg, flúor (Max) 595mg, biotina 1,5mg, solubilidade do fósforo (P) em ácido cítrico a 2% (min) 90%, vitamina K3 56mg, promotor de crescimento 2000mg, cobre 3412mg, vitamina B12 700mcg, fósforo 62g, vitamina D3 56000ui/kg, ácido pantotênico 289mg, vitamina A 140000ui/kg, riboflavina 112mg, cobalto 4,6mg, selênio 9mg, tiamina 28mg, antioxidante 9mg, qsp 1000g.

3 BE – Balanço eletrolítico da ração calculado conforme PATIENCE (1990), $BE = (Na/23 + K/39 - Cl/35,5) \times 1000$

4 Análises realizadas no Laboratório de Solos – Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

Os tratamentos foram os seguintes:

T1: ração sem suplementação de eletrólitos formulada com 191 mEq/kg (T1 s/supl);

T2: ração com suplementação de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) formulada com 250 mEq/kg (T2 supl B);

T3: ração com suplementação de NaHCO_3 e cloreto de potássio (KCl) formulada com 250 mEq/kg (T3 supl B+C);

T4: ração com suplementação de NaHCO_3 formulada com 300 mEq/kg (T4 supl B);

T5: ração com suplementação de NaHCO_3 e KCl formulada com 300 mEq/kg (T5 supl B+C)

Para a correção do balanço eletrolítico, as rações dos tratamentos T2 e T4 continham apenas bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e as rações dos tratamentos T3 e T5 continham bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e cloreto de potássio (KCl), que foram adicionados em substituição ao milho da ração, sendo os demais ingredientes mantidos em sua concentração. Os valores de balanço eletrolítico (BE) das rações experimentais foram calculados, considerando o peso molecular de cada elemento químico, de acordo com a recomendação de PATIENCE (1990), por meio da fórmula:

$$\text{BE} = (\text{Na}/23 + \text{K}/39 - \text{Cl}/35,5)$$

As condições ambientais do galpão foram monitoradas três vezes ao dia em horários predeterminados (sete, 12 e 17 horas), com auxílio de termômetro de bulbo seco e bulbo úmido, termômetro de máxima e mínima e termômetro de globo negro, mantidos em uma baia vazia no centro do galpão à meia altura do corpo dos animais.

As leituras dos equipamentos foram utilizadas para o cálculo do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), segundo metodologia proposta por BUFFINGTON et al. (1981), considerada por vários autores como o mais adequado para avaliar o conforto térmico ambiental, pois combina os efeitos da

radiação, velocidade do ar, temperatura do bulbo seco e bulbo úmido e as condições em que os animais estão expostos à radiação solar direta ou indiretamente, caracterizando o ambiente térmico no qual os animais foram mantidos.

Para o cálculo do ITGU foi utilizada a seguinte equação:

$$\text{ITGU} = T_{gn} + 0,36 T_{po} - 330,08$$

Onde:

ITGU = índice de temperatura de globo e umidade;

T_{gn} = temperatura de globo negro (°K);

T_{po} = temperatura do ponto de orvalho (°K).

As variáveis de desempenho avaliadas foram: consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), consumo de nitrogênio (CN), consumo de lisina (CL), eficiência de utilização de lisina para ganho de peso (EULG) e eficiência de utilização de nitrogênio para ganho de peso (EUNG).

Durante todo o período experimental foram realizadas as pesagens diárias das sobras e do resíduo de ração. As pesagens dos animais foram realizadas no início e no final do experimento, para a avaliação do ganho de peso. Para cálculo do CN, foi considerado consumo de PB dividido pelo coeficiente 6,25. A eficiência de lisina e de nitrogênio, ambos para ganho, foi avaliada através do consumo médio de lisina necessário para os animais converterem em ganho de peso.

Para a obtenção dos parâmetros fisiológicos, semanalmente, pela manhã (9:00 horas) foi obtida a temperatura retal (TR) dos animais, por meio de um termômetro clínico que era introduzido no reto de cada animal durante um minuto, juntamente era feita a frequência respiratória (FR) obtida pela contagem dos movimentos dos flancos de cada animal durante 15 segundos e este resultado foi multiplicado por quatro para a obtenção da frequência respiratória por minutos.

Ao final do período experimental foi realizada a coleta de sangue em todos os animais através de punção venosa do *sinus orbital* utilizando-se agulha esterilizada e seca, para a determinação das concentrações séricas de cloreto, sódio e potássio. Os animais recebiam ração por 30 minutos, após esse período a

mesma era vedada nos comedouros, esse procedimento foi realizado seguindo a metodologia de DERSJANT-LI et al. (2001), segundo os autores para garantir que a maior parte dos nutrientes fossem absorvidos em nível de intestino delgado. As amostras de sangue foram coletadas em seringa plástica (COMB I- SAMPLER®, Vented Syringe Kits- AVL), devidamente identificadas e centrifugadas a 3.200 rpm por cinco minutos para a obtenção do soro sangüíneo, posteriormente estocadas a -20°C.

Para obtenção das concentrações séricas foram utilizados “kits” comerciais para sódio e potássio (Laborclin®) e para cloreto (Labest®) de acordo com a metodologia sugerida pelo laboratório fabricante. As mensurações dos níveis séricos de sódio e potássio foram realizadas pelo método do eletrodo seletivo em analisador automático de eletrólitos marca AVL, modelo OMNI-4. A leitura do cloreto foi feita por fotometria de chama, técnica em que se baseia na concentração do íon resultante da alteração de cor pela chama.

As coletas para TR e FR foram realizadas duas horas após o fornecimento da ração, pela manhã (09:00 horas). Amostras de água fornecidas aos animais durante todo o período experimental foram coletadas para a análise de sua composição mineral, em cloreto, sódio e potássio, sendo apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Composição químico-mineral (cloreto, sódio, potássio) da água fornecida para suínos em crescimento mantidos em condições naturais de calor recebendo rações com diferentes balanços eletrolíticos¹

Mineral	Resultado (mg/L)	Padrão (mg/L)
Cloreto	5,6	5,8
Sódio	2,6	2,9
Potássio	0,7	0,8

¹Análise realizada no Laboratório de Solos da UEMA.

A composição da PB das rações experimentais na Tabela 1 foi calculada segundo ROSTAGNO et al. (2005) e as análises de PB foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por SILVA e QUEIROZ (2002). As análises minerais de P, Ca, Cl, Na e K foram realizadas de acordo com as técnicas

propostas pela A.O.A.C (1990), no Setor de Solos do Laboratório de Solos (LS) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

Para a análise das variáveis de desempenho, o seguinte modelo estatístico foi utilizado:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = efeito do tratamento i na repetição j .

μ = média geral das variáveis;

t_i = efeito do tratamento i ;

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação ij .

As somas de quadrado dos tratamentos foram decompostas em contrastes ortogonais para a análise dos efeitos de balanço eletrolítico sobre as variáveis de desempenho e dos parâmetros fisiológicos, em 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram efetuadas utilizando-se a versão 7.0 do Sistema de Análises Estatísticas (SAS, 2005).

3. Resultado e Discussão

Durante todo o período experimental a temperatura média manteve-se em $29,65 \pm 1,8^{\circ}\text{C}$, com uma umidade relativa do ar de $69,6 \pm 10,4\%$ e temperatura do globo negro de $31,95 \pm 1,98^{\circ}\text{C}$. O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) foi calculado em $80,51 \pm 2,44$. O monitoramento desses elementos climáticos possibilita a descrição da realidade ambiental nas edificações.

A utilização de índices bioclimatológicos na suinocultura permite a precisão de uma avaliação da situação ambiental, e também uma comparação de animais mantidos em diferentes regiões (FERREIRA, 2005).

A temperatura média observada de $31,95^{\circ}\text{C}$ pode ser caracterizada como estresse por calor para suínos em fase de crescimento (25 aos 70 kg). Estudos realizados por NÄAS (1995) especificaram que a temperatura crítica superior para suínos nesta categoria é de 27°C . ORLANDO et al. (2007) descreveram como faixa ideal de temperatura para conforto térmico para esta categoria animal sendo de 16 a 24°C . A umidade relativa média do ar verificada está de acordo com os parâmetros recomendados para a criação de suínos (60 a 80%), conforme apresentado em SILVA (1999).

De acordo com FERREIRA (2005), os valores de ITGU próximos de 80 caracterizam estresse por calor para suínos em fase de crescimento. O valor de ITGU calculado (80,51) demonstrou que os animais se encontravam em condições de estresse por calor. Diversos estudos conduzidos com suínos mantidos em condições de calor apresentaram valores semelhantes de ITGU (TAVARES, 1999, 2000 e 2005; KIEFER et al., 2005; ORLANDO et al., 2007 e FERREIRA et al., 2007), sendo respectivamente, como 81,1, 79,7 e 82,8; 82,2; 82,9 e 83 caracterizando estresse por calor para suínos.

Os resultados de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso final (PF), consumo de nitrogênio (CN), consumo de lisina (CL), eficiência de utilização de lisina para ganho (EULG) e eficiência de utilização do nitrogênio para ganho (EUNG) são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso final (PF), consumo de nitrogênio (CN), consumo de lisina (CL), eficiência de utilização de nitrogênio (EUNG) e eficiência de utilização de lisina (EULis) de suínos em crescimento, mantidos em condições naturais de calor recebendo rações com diferentes balanços eletrolíticos.

Tratamentos	Variáveis							
	CR (g/dia)	GP (g/dia)	CA	PF (kg)	CN (g/dia)	CL (g/dia)	EUNG (gGP/g)	EULis (gGP/g Lis)
1(s/supl)	2.558	1.176	2,18	73,55	77,54	25,32	14,94	45,76
2(supl B) 250 mEq/kg)	2.517	1.159	2,17	73,00	75,70	24,66	15,54	47,69
3(supl B+C) 250 mEq/kg)	2.546	1.164	2,19	72,70	75,76	25,31	15,32	46,06
4(supl B) 300 mEq/kg)	2.540	1.228	2,06	75,63	75,99	25,14	16,29	48,76
5(supl B+C) 300 mEq/kg)	2.507	1.135	2,20	72,53	70,46	23,82	16,25	47,29
CV (%)	3,85	3,76	4,76	4,79	3,64	4,16	3,35	4,96
QM _{resíduo}	0,395	0,131	0,194	0,370	0,555	0,157	0,025	0,035
Contrastes	Significância							
T1vs T2+T3+T4+T5	*	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS
T2+T3 vs T4+T5	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS
T2 vs T3	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
T4 vs T5	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

* significativo 5% pelo teste T.

Pelos resultados obtidos pode-se notar que a suplementação de eletrólitos piorou ($P < 0,05$) o consumo de ração (CR) dos animais. Observou-se que os

suínos que receberam a suplementação de eletrólitos nas rações apresentaram redução média de 1,17% no consumo quando comparado com os suínos que não receberam ração com o balanço eletrolítico corrigido.

A ingestão de sódio pode provocar sede, aumento no consumo de água e expansão do volume extracelular e conseqüentemente reduzir o consumo de ração, mas somente acima de um limiar de sensibilidade. Isto pode ter ocorrido em função do nível de sódio estar acima do requerimento (0,18%), de acordo com ROSTAGNO et al. (2005), porém abaixo do nível para toxidez (3,2%) para espécie suína. De acordo com pesquisas realizadas por DIBARTOLA (2007), a concentração sérica de sódio indica a quantidade de sódio em relação ao volume de água no fluido extracelular e não fornece informação direta a respeito do conteúdo total de sódio corporal.

Os animais, em todos os tratamentos avaliados, não apresentaram concentração sérica de sódio superior a 145 mEq/L, a quantidade referência que poderia causar hipernatremia, que ocorre quando a ingestão de água é inadequada ou quando quantidade excessiva de sódio foi ingerida pelos animais. Assim como, também não apresentaram uma concentração sérica inferior a 136 mEq/L, o que poderia causar uma hiponatremia, que se instala quando o animal é incapaz de excretar adequadamente o sódio ingerido.

O aumento da ingestão de sódio pode ter induzido à expansão do volume extracelular e um aumento compensatório da taxa de fluxo glomerular. Dessa maneira, segundo DIBARTOLA (2007), pode ocorrer uma redução na reabsorção de sódio e água nos túbulos proximais.

Não foram encontradas evidências biológicas para explicar o maior consumo de ração pelos suínos que receberam rações sem a suplementação de eletrólitos, porém, é oportuno salientar que não foram observadas diferenças ($P>0,05$) no ganho de peso, conversão alimentar e peso final dos animais, demonstrando que a suplementação não contribuiu efetivamente para melhora de desempenho dos suínos.

A suplementação de eletrólitos não afetou ($P>0,05$) o ganho de peso dos animais. O ganho de peso dos animais não se deu como uma conseqüência do

consumo de ração. Este resultado foi semelhante ao obtido por BUDDE e CRENSCHAW (2003), que relataram que mudanças no balanço eletrolítico (BE) na ração de -35 a 212 mEq/kg não afetaram o ganho de peso de suínos em crescimento.

O balanço eletrolítico obtido pela suplementação de sódio ou potássio nas rações (tratamentos 2, 3, 4 e 5) pode ter deprimido o apetite dos suínos. Provavelmente, em função de que as concentrações de potássio (0,58 a 0,61%) e sódio (0,39 a 0,50%) ultrapassaram a tolerância dos animais. TABELAS BRASILEIRAS (2005) prescreveram, respectivamente, 0,51% de potássio e 0,18% de sódio para suínos de alto potencial genético e desempenho médio na fase de crescimento.

As suplementações de sais nas rações têm sido recomendadas para aumentar a ingestão de íons específicos, corrigindo mudanças no equilíbrio acidobásico (BORGES^a, 2003).

LIZARDO (2006) em revisão sobre uso de bicarbonato de sódio na alimentação de suínos, concluiu que a mudança na ingestão voluntária de ração poderia ser uma resposta às variações do balanço eletrolítico, o que caracterizaria a existência de um mecanismo que permitiria limitar os efeitos de uma ração muito ácida ou muito básica. Esta mesma possibilidade foi estudada por YEN et al. (1981) em um experimento no qual a incorporação de 4% de cloreto de cálcio na ração provocava uma forte redução no consumo e na velocidade de ganho de peso, enquanto que a adição de 2% de bicarbonato de sódio permitiu restaurar estes parâmetros em níveis normais.

A modificação do consumo em resposta às variações do balanço eletrolítico pode tratar-se de um mecanismo de regulação, feito pelos animais, que permitiria aos mesmos reduzir os efeitos de uma ração acidogênica ou alcalinogênica, garantindo dessa forma o melhor funcionamento do sistema digestório (MESCHY, 1998).

Os resultados observados para a conversão alimentar (CA) não foram diferentes ($P > 0,05$) entre os tratamentos avaliados. Este resultado foi de encontro aos publicados por HAYDON et al. (1990), onde foi observado melhora nos

resultados de conversão alimentar ao serem utilizadas rações com maiores concentrações de eletrólitos. Segundo os autores, este fato pode estar relacionado ao melhor aproveitamento dos nutrientes da ração no intestino delgado.

Em uma pesquisa com suínos entre 15 e 30 kg de peso vivo foi observado um aumento de consumo de ração e melhora na conversão alimentar quando o balanço eletrolítico passou de -175 até 250 mEq/kg. A partir desse valor, segundo PATIENCE (1990) houve uma redução no consumo de ração.

PATIENCE e CHAPLIN (1997) não encontraram diferenças significativas para conversão alimentar quando os suínos em crescimento foram alimentados com três tipos de rações: controle (BE= 163 mEq/kg), ração acidogênica (BE= -20 mEq/kg) e ração acidogênica compensada (BE= 104 mEq/kg). Os resultados observados para peso final não foram diferentes ($P>0,05$) entre os tratamentos avaliados. Altos níveis de sódio ocasionam aumento significativo no consumo de água e, conseqüentemente diminuição do consumo de ração e elevação na excreção de sódio pela urina. Segundo PATIENCE (1990), os valores do balanço eletrolítico podem influenciar o apetite, a resposta ao estresse térmico e o metabolismo de certos nutrientes como aminoácidos, vitaminas e minerais.

Os resultados observados para o consumo de nitrogênio (CN) da Tabela 3 foram influenciados ($P<0,05$) pela correção de balanço eletrolítico e pelos teores de sais utilizados. O maior consumo de nitrogênio foi observado pelos animais que receberam tratamento sem a suplementação de eletrólitos, fato este que decorreu em função do maior consumo de ração observado. A variação observada no consumo de nitrogênio dentre os demais tratamentos acompanhou a flutuação numérica observada no teor de proteína bruta das rações.

LIZARDO (2006) em revisão de literatura sobre a utilização de bicarbonato de sódio para suínos relatou que aparentemente, houve efeito benéfico do aumento do balanço eletrolítico sobre a ingestão de ração para leitões que atingem um platô por volta de 350 mEq/kg.

Apesar da influência sobre o consumo de nitrogênio (CN), verificou-se que a correção do balanço eletrolítico, neste experimento não influenciou ($P>0,05$) os

resultados de consumo de lisina (CL), eficiência de utilização de lisina para ganho (EULG) e eficiência de utilização de nitrogênio para ganho (EUNG).

Os resultados dos consumos diários de sódio, de potássio e de cloro apresentados por suínos em fase de crescimento, alimentados com rações contendo diferentes balanços eletrolíticos estão demonstrados na Tabela 4.

Tabela 4: Consumos de sódio, de potássio e de cloreto por suínos em fase de crescimento, alimentados com rações contendo diferentes balanços eletrolíticos

Tratamentos	Consumo diário			Proporção		
	Sódio	Potássio	Cloreto	Na	K	Cl
1 (s/suplementação)	9,91	13,56	5,63	1,76	2,40	1,00
2 (B) 250 mEq/kg	9,81	14,60	5,91	1,65	2,47	1,00
3 (B + C) 250 mEq/kg	9,77	15,17	6,04	1,62	2,51	1,00
4 (B) 300 mEq/kg	11,79	14,68	5,77	2,04	2,54	1,00
5 (B+ C) 300 mEq/kg	12,69	15,24	6,35	2,00	2,40	1,00
CV(%)	4,02	4,38	5,11	-	-	-
QM _{resíduo}	0,064	0,217	0,396	-	-	-
Contrastes	Significância					
T1vs T2+T3+T4+T5	NS	NS	NS	-	-	-
T2+T3 vs T4+T5	NS	NS	*	-	-	-
T2 vs T3	NS	NS	NS	-	-	-
T4 vs T5	NS	NS	NS	-	-	-

* significativo 5% pelo teste T.

A suplementação de eletrólitos não afetou ($P>0,05$) os consumos de sódio e potássio, porém afetou ($P<0,05$) o consumo de cloreto. Notou-se que os animais que receberam rações com 300 mEq/kg apresentaram consumo de cloreto 1,5% a mais que aqueles que receberam rações com 250 mEq/kg.

Apesar de não ter apresentado variação significativa ($P>0,05$) no consumo de sódio, notou-se que os animais que receberam rações com 300mEq/kg apresentaram consumo de sódio 25% a mais que aqueles que receberam rações

com 250 mEq/kg. Pode ser verificado na Tabela 4 que a relação de sódio foi maior nestes animais. Este fato pode ter influenciado positivamente a EUNG e a EULis que foram, em valores absolutos, superiores respectivamente 5,4 e 2,4% para os animais que receberam rações com 300mEq/kg em relação aos que receberam 250 mEq/kg.

Quando há excesso de sódio na ração, ocorre aumento da osmolalidade que estimula a liberação do hormônio antidiurético (ADH), proporcionando ao animal a sensação de sede. A água ingerida dilui o líquido extracelular, promove inibição de secreção da aldosterona e um aumento na taxa de filtração glomerular, assim o excesso de sódio e água serão excretados pelos rins (SWENSON e REECE, 1993).

A absorção intestinal de sódio pode ocorrer por transporte ativo, quando este é carregado associado à glicose ou aminoácidos ou por transporte passivo, quando ocorre troca de íons hidrogênio (H^+) intracelular por sódio. Neste processo acontece a troca com o cloreto, sendo este conhecido como transporte acoplado de NaCl (CUNNINGHAM, 1992).

O sódio é o principal cátion presente nos fluidos extracelulares, atuando essencialmente no equilíbrio acidobásico, na pressão osmótica corporal, na atividade elétrica das células nervosas e do músculo cardíaco (ÉVORA et al., 1999).

Os resultados observados para o consumo de potássio na ração não foram diferentes ($P>0,05$) entre os tratamentos avaliados. As flutuações numéricas no consumo de potássio se deram em razão daquelas decorrentes da formulação das rações.

É importante ressaltar que o equilíbrio de potássio somente é atingido quando ocorre igualdade entre a quantidade ingerida através do consumo de ração com a quantidade excretada, sendo que esta regulação é função principalmente dos rins. Quando aldosterona aumenta, a urina elimina maior quantidade de potássio e o nível de potássio no sangue diminui. Outro mecanismo regulador baseia-se na permuta com o sódio nos túbulos renais. A retenção de

sódio é acompanhada pela eliminação de potássio (SWENSON e REECE, 1993; ÉVORA et al. 1999).

O teor de sódio na dieta, a concentração de sódio plasmática e a carga de sódio filtrado podem influenciar as taxas de excreção do potássio. Neste caso, o excesso de potássio na dieta provoca aumento da eliminação deste e uma diminuição na eliminação de hidrogênio (H^+). Como os íons sódio e potássio aumentaram sua concentração em relação à concentração do cloreto, o pH dos fluidos corporais pode aumentar e esta é uma resposta à alcalose metabólica (SWENSON e REECE, 1993).

Os resultados observados para consumo de cloreto na ração foram diferentes ($P < 0,05$) entre os tratamentos que apresentaram a correção do balanço eletrolítico.

De acordo com SALVADOR et al. (1999), o aumento do cloreto plasmático favorece a retenção de H^+ e diminuição da reabsorção de íon bicarbonato (HCO_3^-) pelos rins, sendo esta uma resposta à alcalose metabólica.

As funções do Cl^- estão relacionadas à regulação da pressão osmótica extracelular e à manutenção do equilíbrio ácido-base no organismo animal (ANDRIGUETO et al., 2002; BERTECHINI, 2006).

Os tratamentos 4 e 5 utilizando o balanço eletrolítico de 300 mEq/kg apresentaram maior relação Na:Cl aproximadamente 2,04:1 e 2,00:1, respectivamente. O bicarbonato de sódio é uma fonte de eletrólitos que apresenta a vantagem de contribuir com sódio sem incorporar o cloro. No entanto, as necessidades de cloro são inferiores às de sódio e o uso de cloreto de potássio deve ser limitado até a satisfação das necessidades de cloro, assim que este se complementa com as necessidades de sódio.

Conforme observado pela proporção Na:Cl ocorrido no tratamento 5, esta foi a relação que mais se aproximou do valor 1,96:1, sendo este o valor recomendado pelo NUTRIENT... (1998), visto que atende às necessidades de eletrólitos para esta categoria animal.

Os resultados da concentração de sódio, potássio e cloreto no soro de suínos estão demonstrados na Tabela 5.

Tabela 5: Concentrações séricas de sódio, potássio e cloro em mEq/L dos suínos em fase de crescimento alimentados com rações contendo diferentes balanços eletrolíticos

Tratamentos	Concentração sérica			Proporção		
	Sódio	Potássio	Cloreto	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻
1 (s/suplementação)	139,25	4,93	101,00	1,38	0,049	1,00
2 (B) 250 mEq/kg	137,50	5,08	100,50	1,37	0,051	1,00
3 (B+C) 250 mEq/kg	138,50	5,35	102,00	1,36	0,052	1,00
4 (B) 300 mEq/kg	140,25	4,95	100,25	1,40	0,049	1,00
5 (B+C) 300 mEq/kg	140,25	4,58	100,50	1,40	0,046	1,00
CV(%)	2,69	3,95	3,58	-	-	-
QM _{resíduo}	0,143	0,530	0,330	-	-	-
Contrastes	Significância					
T1vs T2+T3+T4+T5	NS	NS	NS	-	-	-
T2+T3 vs T4+T5	NS	NS	NS	-	-	-
T2 vs T3	NS	NS	NS	-	-	-
T4 vs T5	NS	*	NS	-	-	-

* significativo 5% pelo teste T.

Os resultados observados para concentração sérica de sódio não foram diferentes ($P>0,05$) entre os tratamentos analisados.

A maior concentração sérica de sódio, não significativa, nos tratamentos 4 e 5, provavelmente foram responsáveis pela ação do hormônio aldosterona que tem como função a reabsorção de sódio no organismo. As alterações na reabsorção de sódio em resposta às oscilações de sódio na dieta são mediadas pelo hormônio aldosterona, sintetizado na zona glomerulosa do córtex adrenal.

Os teores séricos de sódio encontrados no sangue dos animais estão dentro dos limites considerados normais por KOLB (1972), OSWEILLER e HURD (1974). De acordo com JARDIM et al. (1987), os valores mensurados para suínos machos castrados pesando entre 50 e 90 kg foram de $152,1 \pm 18,3$ mEq/L.

Os resultados observados para concentração sérica de potássio foram diferentes ($P < 0,05$) entre os tratamentos 4 e 5 analisados. O alto consumo de potássio ocorrido no tratamento 5 pode ter contribuído para um aumento da excreção urinária deste elemento, em decorrência de sua maior secreção no ducto coletor. Como consequência ocorreu diminuição no nível sérico de potássio para este tratamento, onde se aproximou do limite mínimo (4,4 mEq/L) citado por OSWEILLER e HURD (1974) para a espécie suína.

Esta redução do nível sérico de potássio ocorreu em consequência da maior quantidade e atividade da bomba Na^+ , K^+ -ATPase e amplificação das membranas basolaterais das células principais, que resultaram do aumento da concentração de aldosterona. Portanto, mais potássio foi bombeado para as células tubulares, ocasionando maior excreção urinária de potássio, em decorrência do aumento na concentração de aldosterona, que acarretou maior excreção de potássio na urina (DIBARTOLA, 2007).

KOLB (1972) mencionou em seu estudo que o valor sérico médio de potássio de suínos foi de 5,1 mEq/L. Entretanto, JARDIM et al. (1987) observaram em sua pesquisa com suínos machos castrados com peso vivo entre 50-90 kg um valor médio de $5,9 \pm 1,3$ mEq/L de potássio.

Provavelmente, a ingestão de potássio no tratamento 5 atingiu o limiar de excreção, devido ao fato dos animais tentarem manter constante o equilíbrio eletrolítico. SAVARIS (2008) observou em seu estudo do balanço eletrolítico em suínos em crescimento, que a maior ingestão de potássio foi observada nos animais que consumiram a ração com balanço eletrolítico de 260 mEq/kg, onde foi atingido o nível crítico desta excreção, portanto este fato foi o motivo dos animais tentarem manter constante seu balanço eletrolítico sanguíneo.

Os resultados foram contrários aos observados por PATIENCE e CHAPLIN (1997), que não obtiveram diferenças entre os níveis de potássio no soro dos animais em diferentes tratamentos analisados.

Os resultados observados para concentração sérica de cloreto não foram diferentes ($P > 0,05$) entre os tratamentos analisados.

Todavia, pode ser observado que o menor valor sérico de cloreto foi observado no tratamento 4. O cloro participa na gênese, manutenção e correção da alcalose metabólica, logo a diminuição da concentração de cloreto pode provocar alcalose metabólica. A acidose respiratória pode ser iniciada em decorrência de um processo de alcalose metabólica no animal, funcionando como um mecanismo de garantia da homeostase.

O cloreto é importante não apenas para manter a osmolalidade, mas também participa ativamente do equilíbrio acidobásico. Os rins regulam este equilíbrio pela troca de íons cloreto, que são reabsorvidos com o sódio. De acordo com DIBARTOLA (2007), esta maior proporção observada poderia favorecer a passagem de nutrientes e a retirada de resíduos celulares, além de absorção de vitaminas hidrossolúveis como a riboflavina.

As concentrações do soro para espécie suína encontrados durante o período experimental, estão dentro das referenciais para cloreto (94-106 mEq/L) de acordo com UNESP (1996).

DERSJANT-LI et al. (2002) observaram que o aumento do balanço eletrolítico nas rações ocasionou uma redução nos níveis de cloreto no plasma e no soro sangüíneo.

Os resultados referentes às respostas fisiológicas de frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR) apresentados pelos animais estão na Tabela 6.

Tabela 6: Resultado de frequência respiratória (FR) em movimento por minuto (mov/min) e temperatura retal (TR) em (°C) de suínos em crescimento dos 25 aos 68,8 kg alimentados com rações contendo diferentes balanços eletrolíticos

Tratamentos	FR (mov/min)	TR (°C)
1 (s/suplementação)	71,24 ± 1,26	39,61 ± 0,02
2 (B) 250 mEq/kg	67,92 ± 1,05	39,59 ± 0,01
3 (B+C) 250 mEq/kg	65,91 ± 0,95	39,59 ± 0,03
4 (B) 300 mEq/kg	61,79 ± 0,83	39,51 ± 0,07
5 (B+C) 300 mEq/kg	67,91 ± 1,08	39,62 ± 0,03
CV(%)	5,12	1,26
QM _{resíduo}	0,182	0,151
Contrastes	Significância	
T1vs T2+T3+T4+T5	NS	NS
T2+T3 vs T4+T5	NS	NS
T2 vs T3	NS	NS
T4 vs T5	NS	NS

Os resultados observados para frequência respiratória (FR) não foram diferentes ($P > 0,05$) entre os tratamentos analisados.

Em valores absolutos, a maior frequência respiratória, não-significativa, observada nos suínos que receberam o tratamento 1 pode ter ocorrido em razão da excessiva eliminação de dióxido de carbono (CO_2) provocada pela hiperventilação pulmonar.

O dióxido de carbono é o produto final da oxidação completa de carboidratos, lipídeos e proteínas. Assim, o metabolismo animal gera, de forma contínua, grandes quantidades de CO_2 nas células, tornando a pCO_2 tecidual mais elevada do que a pCO_2 sanguínea. Dessa maneira, uma vez que existe diferença de pressão, o CO_2 difunde-se a partir das células para o sangue e o plasma.

Os pulmões são responsáveis por uma maior taxa de excreção diária de ácido carbônico (H_2CO_3) e CO_2 em comparação com os rins. Por essa razão, a

ventilação alveolar e a excreção de CO_2 têm grande influência no equilíbrio acidobásico.

O menor número de movimentos respiratórios nos tratamentos 3 e 4, não-significativos, permitiu que os animais dissipassem calor excedente sem aumentar o calor produzido pela movimentação muscular em excesso.

O incremento da tensão de CO_2 do sangue e a depleção de íons bicarbonato causam um aumento na profundidade respiratória. Nesse caso, os suínos conseguem aumentar o volume de ar inspirado e expirado através do aumento da profundidade respiratória, ou seja, o ar inspirado penetra com mais profundidade nos pulmões, permitindo que o volume de ar seja trocado por números menores de movimento respiratório (DIBARTOLA, 2007).

No plasma, uma parte do CO_2 interage com substâncias tamponantes no interior dos eritrócitos, outra fração considerável reage com a hemoglobina para formar compostos carbamino- CO_2 e o restante do CO_2 é hidratado para formar o ácido carbônico (H_2CO_3) que é o mais importante ácido formado no catabolismo dos nutrientes (MACARI et al., 1999).

Conforme BORGES et al.^b (2003), animais submetidos a contínuo estresse por calor, têm aumento da frequência respiratória, resultando em perdas excessivas de CO_2 , que conduz a diminuição da pressão de CO_2 (pCO_2), levando a queda na concentração de ácido carbônico (H_2PO_3) e hidrogênio (H^+). Isto caracteriza a ocorrência de alcalose respiratória em razão da excessiva eliminação de CO_2 .

Os resultados observados para temperatura retal (TR) não foram diferentes ($P>0,05$) entre os tratamentos analisados.

Qualquer elevação maior na temperatura ambiente, acima daquela considerada como conforto térmico, pode causar aumento da temperatura corporal destes animais. Os resultados encontrados pelos tratamentos indicam que este mecanismo de controle homeotérmico foi eficiente nestes animais.

A temperatura retal encontrada neste estudo foi semelhante à observada por TAVARES et al. (2000), onde a temperatura retal foi de $39,6^\circ\text{C}$ e esses

resultados foram inferiores aos resultados encontrados por ORLANDO et al. (2001) e TAVARES et al. (1999), ambos de 39,4°C.

FERREIRA (2005) citou que a FR de suínos poderá passar de 44 mov/min aos 21°C, para 82 mov/min aos 32°C. MANNO et al. (2006), em estudos com suínos em crescimento submetidos ao estresse por calor e alimentação à vontade verificaram o valor da FR 69 mov/min aos 32°C.

Capítulo II. Estudo do balanço eletrolítico para suínos machos castrados dos 70 aos 110 kg mantidos em ambiente de alta temperatura

1. Introdução

A região Nordeste do Brasil, possui um rebanho suíno com alto potencial genético, porém com produtividade inferior em comparação às demais regiões do país, em virtude, principalmente, das características climáticas da região. Todavia, com o uso de instalações adequadas e técnicas modernas de manejo, pode-se alcançar bons índices zootécnicos, embora estes animais sejam criados fora de sua zona de conforto térmico (CARVALHO et al., 2004).

De modo geral, suínos em fase de terminação, estão mais sujeitos aos efeitos do estresse térmico devido a elevadas temperaturas que ocorrem na maioria das regiões do país durante os meses de verão. QUINIOU et al. (2000) observaram que existe uma relação direta entre a temperatura, consumo de ração e peso vivo. Os suínos mais pesados são mais afetados pelas altas temperaturas, isto ocorre devido à maior dificuldade destes animais em realizarem termólise.

JENSEN (1991) observou que os suínos na fase de terminação quando se encontravam em temperaturas ambientais acima da temperatura crítica superior, reduziram significativamente o consumo voluntário de ração, com subsequente menor ganho de peso.

De acordo com as pesquisas que foram realizadas por FIALHO et al., (2001), o menor consumo dos animais em fase de terminação resultou em grande impacto econômico para a criação, pois demandou em maior tempo necessário para que os animais atingissem o peso de abate.

Outro aspecto importante relacionado com o menor consumo de ração está associado à diminuição do peso do trato gastrintestinal e das vísceras. Através desta adaptação fisiológica ocorre uma redução da produção de calor,

uma vez que esta diminuição pode ser responsável por uma parcela significativa do calor produzido pelo animal (MACARI et al., 1994).

O balanço eletrolítico se define como a diferença entre os principais cátions e ânions da ração e representa a acidogenicidade ou alcalinidade metabólica da mesma, podendo influenciar o apetite e a resposta ao estresse térmico (PATIENCE, 1990).

Os eletrólitos da ração consumida pelos animais exercem influência no equilíbrio acidobásico e, conseqüentemente, afetam processos metabólicos relacionados à resistência a doenças, à sobrevivência ao estresse e aos parâmetros de desempenho (PATIENCE, 1990).

O balanço cátion ânion altera o equilíbrio acidobásico, e rações aniônicas, ricas em cloretos tendem a causar acidemia, enquanto que rações enriquecidas com sódio e potássio tendem a causar alcalemia (JOHNSON e KARUNAJEEWA, 1985; HALLEY et al., 1987).

A manutenção do equilíbrio acidobásico do meio interno tem grande importância fisiológica e bioquímica, visto que as atividades das enzimas celulares, trocas eletrolíticas e manutenção do estado estrutural das proteínas do organismo são profundamente influenciadas por pequenas alterações no pH sanguíneo.

A importância dos eletrólitos no equilíbrio acidobásico é que estes, quando em solução, comportam-se como íons. Os íons são quantificados em miliequivalentes, que correspondem à milésima parte de um equivalente-grama.

MOGIN (1981) estudou os fundamentos do balanço eletrolítico para suínos e concluiu que o equilíbrio entre os íons pode ser descrito por um cálculo envolvendo os principais deles, cuja fórmula representativa é o resultado da soma dos cátions sódio (Na^+) e (K^+), subtraindo-se o ânion (Cl^-), denominado balanço eletrolítico. Esses são os principais íons considerados nas equações usadas para estimar o balanço eletrolítico das rações, em razão da sua importância eletrolítica e também em função de que a absorção destes é superior à dos demais íons.

O período de estresse por calor tem um impacto no metabolismo de energia e da proteína, e conseqüentemente na distribuição de gordura corporal de

suínos em peso de abate. Se os suínos na fase de terminação são criados sob estresse de calor, estes tendem a depositar a maior parte da gordura visceral e menor parte nos depósitos subcutâneos (PUPA et al., 2001).

Como consequência do estresse calórico os suínos promovem a perda por evaporação de água por meio do trato respiratório. De acordo com FIALHO (1994), estes animais aumentam a frequência respiratória, porém a eficiência deste processo evaporativo é dependente da umidade relativa do ar e temperatura ambiente. Segundo FERREIRA (2005), a umidade relativa do ambiente deve estar na faixa de 40 a 70% para a maioria das espécies domésticas, assim a massa de ar terá maior capacidade de reter água e o processo poderá ser mais eficaz.

O aumento da frequência respiratória pode resultar em perdas excessivas de dióxido de carbono (CO_2), diminuição da pressão parcial de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$), redução na concentração de ácido carbônico (H_2CO_3) e hidrogênio (H^+). Dessa maneira, uma diminuição na concentração de CO_2 elevará o pH, e a taxa de ventilação alveolar, ou seja, das trocas entre o ar atmosférico e o ar alveolar, é que irá determinar a concentração de dióxido de carbono no organismo. Estas trocas são reguladas por mecanismos complexos e delicados, capazes de manter a concentração de dióxido de carbono constante.

Como forma de prevenção para o desequilíbrio acidobásico a suplementação de rações através do uso de compostos como bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e cloreto de potássio (KCl) tem sido utilizada em regiões de clima quente. Desta maneira, com este estudo teve-se o objetivo de avaliar o desempenho e parâmetros fisiológicos e de avaliação das carcaças de suínos em terminação mantidos em condições naturais de calor recebendo rações com diferentes balanços eletrolíticos.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido em uma suinocultura comercial localizada no município de São Luís – MA ($2^{\circ}35'S$; $44^{\circ}12'W$) durante o período de verão (outubro a fevereiro) no ano de 2007 e 2008, época de maiores temperaturas na região. O experimento foi conduzido em condições de criação comercial e as formulações são aquelas adotadas em programa nutricional da granja comercial.

Foram utilizados 200 suínos mestiços (Híbridos) machos castrados, em fase de terminação, com peso médio inicial de $68,8 \pm 3,4$ kg. Os animais foram alojados em galpão de alvenaria, coberto com telha de fibrocimento em duas águas, sem forro, com piso de cimento parcialmente ripado, dividido em baias iguais medindo $3,25m \times 2,60m$ cada, provido por dois bebedouros tipo chupeta e comedouro fixo semi-automático, de concreto com cinco divisões.

Os animais foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo utilizados cinco tratamentos com diferentes níveis de mEq/kg de ração suplementada ou não com bicarbonato de sódio e/ou cloreto de potássio e quatro repetições, onde a unidade experimental foi composta por 10 animais na baia. Os animais permaneceram em experimento recebendo ração e água à vontade até atingirem o peso médio final de $110,1 \pm 2,6$ kg.

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas seguindo as recomendações de ROSTAGNO et al. (2005), preparadas à base de sorgo e farelo de soja, sendo que suas fórmulas serviram para satisfazer as exigências nutricionais de suínos machos castrados de alto potencial genético com desempenho médio na fase de terminação.

As rações são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Composição das rações experimentais

Ingredientes	Tratamentos				
	1	2	3	4	5
Sorgo	72,680	71,900	71,415	71,484	70,479
Farelo de soja	19,600	19,600	19,600	19,600	19,600
Óleo de soja	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400
Suplemento mineral: vitamínico ²	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Sal comum	0,220	0,240	0,225	0,230	0,235
L- lisina HCl	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Bicarbonato de sódio	-	0,760	0,760	1,186	1,186
Cloreto de potássio	-	-	0,500	-	1,000
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição Nutricional					
Proteína Bruta (%) ¹	17,70	17,69	17,61	17,64	17,63
EM (kcal/kg) ¹	3.450	3.440	3.415	3.420	3.410
BE (mEq/kg) ³	199	250	250	300	300
Lisina total (%) ¹	0,890	0,880	0,870	0,880	0,870
Cloro (%) ⁴	0,190	0,260	0,250	0,270	0,280
Sódio (%) ⁴	0,270	0,400	0,390	0,510	0,500
Potássio (%) ⁴	0,530	0,590	0,600	0,610	0,630
Cálcio (%) ⁴	0,700	0,702	0,701	0,703	0,701
Fósforo total (%) ⁴	0,530	0,529	0,528	0,527	0,528

1 Composição calculada segundo ROSTAGNO et al. (2005).

2 Conteúdo em kg: selênio 8mg, flúor 485mg, vitamina B₁₂ 520mcg, ácido fólico 8,8mg, vitamina A 93.000ui/kg, vitamina D₃ 24.000ui/kg, manganês 836mg, fósforo 49g, cálcio 190g, ácido pantotênico 173mg, promotor de crescimento 1.485mg, vitamina K₃ 53mg, iodo 29,5mg, cobalto 3,6mg, vitamina E 106mg, niacina 426mg, riboflavina 71mg, antioxidante 9mg, tiamina 13,3mg, sódio 58,5g, cobre 2.126mg, solubilidade de fósforo (P) em ác. Cítrico a 2% (mín) 90%, zinco 2.049mg, ferro 1.820mg, piridoxina 13,3mg, biotina 0,42mg, qsp1000g.

3 BE – Balanço Eletrolítico da ração calculado conforme PATIENCE (1990), BE = (Na/23 + K/39 – Cl/35,5)x 1000

4 Análises realizadas no Laboratório de Solos – Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

Os tratamentos foram compostos por cinco rações experimentais, onde:

T1: ração sem suplementação de eletrólitos formulada com 199 mEq/kg (T1 s/supl);

T2: ração com suplementação de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) formulada com 250 mEq/kg (T2 supl B);

T3: ração com suplementação de NaHCO_3 e cloreto de potássio (KCl) formulada com 250 mEq/kg (T3 supl B+C);

T4: ração com suplementação de NaHCO_3 formulada com 300 mEq/kg (T4 supl B);

T5: ração com suplementação de NaHCO_3 e KCl formulada com 300 mEq/kg (T5 supl B+C).

Para a correção do balanço eletrolítico, as rações dos tratamentos T2 e T4 continham apenas bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e as rações dos tratamentos T3 e T5 continham bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e cloreto de potássio (KCl), que foram adicionados em substituição ao sorgo da ração, sendo os demais ingredientes mantidos em sua concentração. Os valores de balanço eletrolítico (BE) das rações experimentais foram calculados, considerando o peso molecular de cada elemento químico, de acordo com a recomendação de PATIENCE (1990), por meio da fórmula:

$$\text{BE} = (\text{Na}/23 + \text{K}/39 - \text{Cl}/35,5)$$

As condições ambientais do galpão foram monitoradas três vezes ao dia em horários predeterminados (sete, 12 e 17 horas), com auxílio de termômetro de bulbo seco e bulbo úmido, termômetro de máxima e mínima e termômetro de globo negro, mantidos em uma baia vazia no centro do galpão à meia altura do corpo dos animais.

As leituras dos equipamentos foram utilizadas para o cálculo do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), proposto por BUFFINGTON et al. (1981). O ITGU é considerado por vários autores como o mais adequado para avaliar o conforto térmico ambiental, pois combina os efeitos da radiação, velocidade do ar,

temperatura do bulbo seco e bulbo úmido e as condições em que os animais estão expostos à radiação solar direta ou indiretamente, caracterizando o ambiente térmico no qual os animais foram mantidos.

Para o cálculo do ITGU foi utilizada a seguinte equação:

$$\text{ITGU} = T_{gn} + 0,36 T_{po} - 330,08$$

Onde:

ITGU = índice de temperatura de globo e umidade;

T_{gn} = temperatura de globo negro (°K);

T_{po} = temperatura do ponto de orvalho (°K).

As variáveis de desempenho avaliadas foram: consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), consumo de nitrogênio (CN), consumo de lisina (CL), eficiência de utilização de lisina para ganho de peso (EULG) e eficiência de utilização de nitrogênio para ganho de peso (EUNG).

Durante todo o período experimental foram realizadas as pesagens diárias das sobras e do resíduo de ração. As pesagens dos animais foram realizadas no início e no final do experimento, para a avaliação do ganho de peso. Para cálculo do CN, foi considerado consumo de PB dividido pelo coeficiente 6,25. A eficiência de lisina e de nitrogênio, ambos para ganho, foi avaliada através do consumo médio de lisina necessário para os animais converterem em ganho de peso.

Para a obtenção dos parâmetros fisiológicos, semanalmente, pela manhã (9:00 horas) foi obtida a temperatura retal (TR) de todos os animais, por meio de um termômetro clínico que era introduzido no reto de cada animal durante um minuto, juntamente era feita a frequência respiratória (FR) obtida pela contagem dos movimentos dos flancos de cada animal durante 15 segundos e este resultado foi multiplicado por quatro para a obtenção da frequência respiratória em minutos.

Ao final do período experimental foi realizada a coleta de sangue de todos os animais através de punção venosa do *sinus orbital* utilizando-se agulha esterilizada e seca, para a determinação das concentrações séricas de cloreto, sódio e potássio. As coletas foram realizadas duas horas após o fornecimento da ração, pela manhã (09:00 horas). Os animais recebiam ração por 30 minutos,

após esse período a mesma era vedada nos comedouros, esse procedimento foi realizado seguindo a metodologia de DERJANST-LI et al. (2001), segundo os autores para garantir que a maior parte dos nutrientes fossem absorvidos em nível de intestino delgado.

As amostras de sangue foram coletadas em seringa plástica (COMB I-SAMPLER®, Vented Syringe Kits- AVL) e devidamente identificadas e centrifugadas a 3.200 rpm por cinco minutos para a obtenção do soro sanguíneo, posteriormente estocadas a -20°C.

Amostras de água fornecida aos animais durante todo o período experimental foram coletadas para a análise de sua composição mineral, em cloreto, sódio e potássio, sendo apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8: Composição química mineral do cloreto, sódio, potássio da água fornecida para suínos em terminação mantidos em condições naturais de calor recebendo rações com diferentes balanços eletrolíticos¹

Mineral	Resultado (mg/L)	Padrão (mg/L)
Cloreto	5,6	5,8
Sódio	2,6	2,9
Potássio	0,7	0,8

¹Análise realizada no Laboratório de Solos da UEMA.

A proteína bruta das rações experimentais na Tabela 1 foi calculada segundo ROSTAGNO et al. (2005) e as análises de PB foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por SILVA e QUEIROZ (2002). As análises minerais de P, Ca, Cl, Na e K foram realizadas de acordo com as técnicas propostas pela A.O.A.C (1990), no Setor de Solos do Laboratório de Solos (LS) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

Para obtenção das concentrações séricas foram utilizados “kits” comerciais para sódio e potássio (Laborclin®) e para cloreto (Labest®) de acordo com a metodologia sugerida pelo laboratório fabricante. As mensurações dos níveis séricos de sódio e potássio foram realizadas pelo método do eletrodo seletivo em analisador automático de eletrólitos marca AVL, modelo OMNI-4. A

leitura do cloreto foi feita por fotometria de chama, técnica que se baseia na concentração do íon resultante da alteração de cor pela chama.

Através de utilização de equipamento de ultra-som digital *in vivo* modelo MTU 100, no final da fase de terminação, foram obtidos dados referentes à espessura de toucinho na posição P₂ a 6,5 cm da lateral esquerda da linha dorsal em todos os suínos.

Quando os animais apresentaram aproximadamente 110 kg de peso vivo, foram submetidos ao processo de abate, iniciado com jejum alimentar (12 horas) e líquido (12 horas) de acordo com SOUZA FILHO et al. (2000). Este processo teve os seguintes procedimentos: pesagem após o jejum, atordoamento, sangria, higienização, evisceração, toaleta, divisão e pesagem de carcaça, identificação e resfriamento em câmara fria com temperatura de 2 a 4°C por 24 horas, como preconizado pela Associação Brasileira de Criadores de Suínos (ABCS, 1973). Por convenção a cauda permaneceu na meia-carcaça esquerda.

As carcaças sem sangue, incluindo cabeça e sem pés, foram pesadas para a avaliação dos seguintes parâmetros: rendimento de carcaça, expresso como peso da carcaça quente (PCQ) em relação ao peso de abate após o jejum, e o comprimento de carcaça de acordo com o Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (MBCC), preconizado pela ABCS (1973).

Para o cálculo do rendimento de carcaça (RC) foi utilizada a seguinte equação, sugerida por FOWLER et al. (1976):

$$RC = PCQ/PF \times 100,$$

Onde PF = peso final.

Para a retirada dos órgãos como o fígado, rins e coração estes foram devidamente identificados e posteriormente dependurados à sombra para o escorrimento do sangue, por aproximadamente 20 minutos e em seguida foram pesados.

Para a análise das variáveis de desempenho, o seguinte modelo estatístico foi utilizado:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = efeito do tratamento i na repetição j .

μ = média geral das variáveis;

t_i = efeito do tratamento i ;

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação ij .

As somas de quadrado dos tratamentos foram decompostas em contrastes ortogonais para a análise dos efeitos de balanço eletrolítico sobre as variáveis de desempenho e dos parâmetros fisiológicos, em 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram efetuadas utilizando-se a versão 7.0 do Sistema de Análises Estatísticas (SAS, 2005).

4. Resultado e Discussão

Durante todo o período experimental a temperatura média manteve-se em $29,34 \pm 2,06^{\circ}\text{C}$, com umidade relativa do ar de $70,4 \pm 9,2\%$ e temperatura do globo negro de $31,59 \pm 2,53^{\circ}\text{C}$. O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) foi de $80,98 \pm 2,89$. O monitoramento desses elementos climáticos possibilita a descrição da realidade ambiental nas edificações.

A umidade relativa do ar, ao atingir valores elevados pode se tornar um fator limitante para os suínos na fase de terminação, principalmente quando a temperatura se aproxima dos 30°C . De acordo com SILVA (1999), os animais acima dos 30 kg de peso vivo, a umidade relativa ótima fica entre 50 e 70% para caracterizar a zona de conforto térmico.

A utilização de índices bioclimatológicos na suinocultura permite a precisão de uma avaliação da situação ambiental, e também uma comparação de animais mantidos em diferentes regiões (FERREIRA, 2005).

Em pesquisa realizada por WHITTEMORE (1980) foi observado uma faixa estreita de conforto térmico para suínos na fase de terminação com valores entre 16 a 27°C para suínos acima dos 50 Kg de peso vivo. De acordo com POINTER (1978) e BAËTA (1997), a temperatura de conforto térmico para esta categoria animal é de 25°C .

A temperatura média observada $29,34^{\circ}\text{C}$ foi superior à temperatura máxima da zona de conforto térmico para os animais na fase de terminação, dessa forma há evidência que os suínos estavam em condições de moderado estresse por calor.

Mudanças na composição da carcaça parecem ser mais prováveis como resultado da diferença na ingestão de nutrientes. Isto pode ser resultado de fatores que influenciam a ingestão de ração durante um longo período de tempo, como temperatura elevada durante o verão, como sugeriu AFFENTRANGER et al. (1996).

O valor do ITGU obtido neste estudo demonstrou que os animais durante todo o período experimental estavam submetidos ao estresse por calor. Segundo FERREIRA (2005), os valores de ITGU próximos de 80 podem caracterizar o efeito do estresse calórico para suínos em fase de terminação. Outros valores de ITGU foram observados por TAVARES (2000 e 2005), KIEFER et al. (2005), FERREIRA et al. (2007) e ORLANDO et al. (2007), sendo respectivamente 81,1 e 79,7; 82,8; 82,2 e 82,9 caracterizando estresse por calor para suínos em fase de terminação.

Dados analisados por LAGANÁ et al. (1998) descreveram que o clima foi um fator limitante para a obtenção de máxima produtividade. HANNAS (1999) relatou em sua revisão que a fase de terminação de suínos apresentou agravamento da sensibilidade ao calor devido ao aumento da temperatura para esta categoria animal.

Os resultados de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso final (PF), consumo de nitrogênio (CN), consumo de lisina (CL), eficiência de utilização de lisina para ganho (EULG) e eficiência de utilização do nitrogênio para ganho (EUNG) são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso final (PF), consumo de nitrogênio (CN), consumo de lisina (CL), eficiência de utilização de nitrogênio (EUNG) e eficiência de utilização de lisina (EULis) de suínos em terminação, mantidos em condições naturais de calor recebendo rações com diferentes balanços eletrolíticos

Tratamentos	Variáveis							
	CR (g/dia)	GP (g/dia)	CA	PF (kg)	CN (g/dia)	CL (g/dia)	EUNG (gGP/g)	EULis (gGP/gLis)
1 (s/supl)	2.528	766	3,30	110,50	71,58	21,49	10,60	33,73
2 (supl B) 250 mEq/kg	2.536	811	3,13	111,19	71,60	22,31	11,33	36,36
3 (supl B+C) 250 mEq/kg	2.440	776	3,14	109,82	69,75	22,23	10,84	35,12
4 (supl B) 300 mEq/kg	2.557	821	3,11	112,69	71,18	22,30	10,69	34,14
5 (supl B+C) 300 mEq/kg	2.415	770	3,14	109,03	70,13	22,01	11,43	37,04
CV (%)	4,97	5,54	3,31	4,98	4,95	3,20	4,17	4,72
QM _{resíduo}	0,187	0,355	0,298	0,187	0,290	0,197	0,426	0,153
Contrastes	Significância							
T1vs T2+T3+T4+T5	NS	*	NS	NS	NS	*	NS	*
T2+T3 vs T4+T5	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
T2 vs T3	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
T4 vs T5	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

* significativo 5% pelo teste T.

Os resultados observados sobre o consumo de ração (CR) não foram diferentes ($P>0,05$) entre os tratamentos avaliados.

Pelos resultados obtidos pode-se notar que a suplementação de eletrólitos melhorou ($P<0,05$) o ganho de peso (GP) dos animais. Observou-se que os

suínos que receberam a suplementação de eletrólitos nas rações apresentaram um aumento médio de 3,59% no ganho de peso quando comparado com os suínos que receberam ração sem correção do balanço eletrolítico.

A mudança não-significativa, na ingestão voluntária de ração em resposta às variações do balanço eletrolítico poderia explicar, parcialmente, os resultados sobre o ganho de peso. Provavelmente, esses tratamentos apresentaram uma melhora na manutenção da concentração de íons hidrogênio no espaço extracelular, demonstrando que os eletrólitos suplementados foram responsáveis pela adequada manutenção da água corporal e do balanço iônico, mesmo no período de estresse calórico.

Portanto, existe uma tendência contínua a modificações da concentração hidrogeniônica dos líquidos extracelulares, mas por meio de diversos sistemas, a concentração de íons hidrogênio (H^+) é uma das variáveis corporais mais reguladas, e assim o meio interno permanece uma constante (MACARI et al., 1994).

MOURA (1999) constatou que a umidade do ar pode influenciar o ganho de peso dos animais quando a temperatura está acima daquela recomendada para esta categoria animal.

SILVA (1999) relatou que elevadas temperaturas ambientais parecem ter efeito depressivo mais pronunciado em suínos modernos com alto potencial genético, uma vez que o ganho diário de peso é prejudicado. Por outro lado, em um estudo conduzido por MOREIRA et al. (2003), utilizando suínos com médio potencial genético, o menor ganho diário de peso proporcionado pela elevada temperatura foi compensado pela melhora na conversão alimentar.

Não foram observados diferenças ($P>0,05$) na conversão alimentar e peso final dos animais, demonstrando que a suplementação contribuiu efetivamente para melhora de desempenho dos suínos.

O balanço eletrolítico obtido pela suplementação de sódio, potássio e cloreto nas rações (tratamentos 3 e 5) pode ter deprimido o apetite dos suínos. Provavelmente, em função de que as concentrações de potássio (0,60 e 0,63%) e sódio (0,39 e 0,50%) ultrapassaram a tolerância dos animais. ROSTAGNO et al.

(2005) prescreveram, respectivamente, 0,52% de potássio e 0,17% de sódio para suínos de alto potencial genético e desempenho médio na fase de terminação.

Os resultados observados para a conversão alimentar (CA) não foram diferentes ($P>0,05$) entre os tratamentos avaliados. Este resultado foi de encontro aos relatos de HAYDON et al (1990), onde foi observada melhora na conversão alimentar ao serem utilizadas rações com maiores concentrações de eletrólitos. Segundo os autores, este fato pode estar relacionado ao melhor aproveitamento dos nutrientes da ração no intestino delgado.

HANNAS (1999), em sua revisão, relatou que os suínos em estresse por calor não apresentaram piora na conversão alimentar, entretanto, os prejuízos econômicos podem ser decorridos em função do maior número de dias para que os animais atinjam o peso de abate.

Os resultados observados para a consumo de nitrogênio (CN) e eficiência de utilização de nitrogênio para ganho (EUNG) não foram diferentes ($P>0,05$) quando se utilizou a correção de balanço eletrolítico e quando modificou o nível de balanço eletrolítico. Contudo, os tratamentos 3 e 5 apresentaram diminuição no CN, valores não-significativos, quando as rações apresentaram suplementação com cloreto de potássio (KCl).

Provavelmente, o KCl pode ter ocasionado a inclusão de compostos ácidos, dessa maneira proporcionando uma diminuição sobre o valor do balanço eletrolítico no organismo. A quantidade consumida desses íons nas rações produz uma estreita relação com os mecanismos compensatórios que envolvem a mobilização desses íons fundamentais para o equilíbrio acidobásico.

A variação observada no consumo de nitrogênio entre os demais tratamentos acompanhou a flutuação numérica observada no teor de proteína bruta das rações.

Houve influência dos tratamentos ($P<0,05$) sobre o consumo de lisina (CL) e eficiência de utilização de lisina para ganho (EULG). Pelos resultados obtidos pode-se notar que a suplementação de eletrólitos melhorou ($P<0,05$) o consumo de lisina (CL) e a EULG dos animais. Observou-se que os suínos que receberam a suplementação de eletrólitos nas rações apresentaram um aumento médio de

3,24% no consumo quando comparado com os suínos que não receberam rações com o balanço eletrolítico corrigido.

Observou-se que os suínos que receberam a suplementação de eletrólitos nas rações apresentaram um aumento médio de 5,44% na eficiência quando comparado com os suínos que não receberam rações com o balanço eletrolítico corrigido.

O aumento da ingestão de sódio pode ter induzido à expansão do volume extracelular, proporcionado pelo mecanismo da sede, e um aumento compensatório da taxa de fluxo glomerular. Dessa maneira, segundo DIBARTOLA (2007), pode ocorrer uma redução na reabsorção de sódio e água nos túbulos proximais. Isso pode ser explicado pelo princípio fisiológico que ocorre devido à excreção de sódio ser acompanhada pela excreção de água do organismo, dessa forma pode ter ocasionado melhora no consumo e eficiência de lisina nos tratamentos com o balanço eletrolítico corrigido.

O valor obtido para o consumo diário de lisina 30,13 g/dia em rações com 0,90% de lisina, trabalhando com suínos machos castrados com 95 aos 122 kg obtido por AROUCA et al. (2007) foi superior ao obtido neste trabalho (21,49 g/dia) onde os suínos receberam rações com 0,89% de lisina. A ingestão de lisina total exigida pelo suíno depende do apetite ou do potencial de ingestão de alimento, da taxa de deposição de carne magra e da eficiência desta deposição, o que poderia explicar as diferenças observadas de acordo com HAHN et al. (1995).

O consumo de lisina diário é responsável pela deposição de tecido muscular na carcaça e o desempenho pode estar associado diretamente ao nível de lisina nas rações (OLIVEIRA et al., 2002).

Os resultados de consumo diário de sódio, do consumo de potássio e consumo de cloro estão demonstrados na Tabela 10.

Tabela 10: Consumos de sódio, de potássio e de cloreto por suínos em fase de terminação, alimentados com rações contendo diferentes balanços eletrolíticos

Tratamentos	Consumo diário			Proporção		
	Sódio	Potássio	Cloreto	Na	K	Cl
1 (s/suplementação)	7,29	14,32	5,13	1,42	2,79	1,00
2 (B) 250 mEq/kg	11,15	16,45	7,25	1,54	2,69	1,00
3 (B+C) 250 mEq/kg	10,73	16,89	7,04	1,52	2,40	1,00
4 (B) 300 mEq/kg	13,55	16,21	7,18	1,89	2,26	1,00
5 (B+C) 300 mEq/kg	13,70	17,26	7,67	1,79	2,50	1,00
CV(%)	4,97	4,93	4,92	-	-	-
QM _{resíduo}	0,956	0,683	0,901	-	-	-
Contrastes	Significância					
T1vs T2+T3+T4+T5	*	*	*	-	-	-
T2+T3 vs T4+T5	*	NS	NS	-	-	-
T2 vs T3	NS	NS	NS	-	-	-
T4 vs T5	NS	NS	NS	-	-	-

* significativo 5% pelo teste T.

A correção do balanço eletrolítico da ração para 250 ou 300 mEq/kg proporcionou maiores consumos ($P < 0,05$) dos três elementos estudados. Uma vez que o consumo voluntário de ração não foi influenciado entre os tratamentos, os consumos de sódio, de potássio e de cloreto variaram de acordo com a concentração destes eletrólitos nas formulações.

Quando há excesso de sódio na ração, ocorre aumento da osmolalidade que estimula a liberação do hormônio antidiurético (ADH), proporcionando ao animal a sensação de sede. A água ingerida dilui o líquido extracelular, promove inibição de secreção da aldosterona e um aumento na taxa de filtração glomerular, assim o excesso de sódio e água serão excretados pelos rins (SWENSON e REECE, 1993).

O sódio é o principal cátion presente nos fluidos extracelulares, atuando essencialmente no equilíbrio acidobásico, na pressão osmótica corporal, na

atividade elétrica das células nervosas e do músculo cardíaco (ÉVORA et al., 1999).

Dentre os animais que receberam ração suplementada com eletrólitos, aqueles que receberam rações com 300 mEq/kg apresentaram maior consumo de potássio ($P < 0,05$) em relação aos que consumiram rações com 250 mEq/kg. A maior concentração deste íon na formulação, associado à não variação do consumo voluntário de ração, contribuiu para tal comportamento.

O potássio é o principal cátion do fluido extracelular e está envolvido em muitos processos metabólicos, incluindo condução nervosa, excitação, contração muscular, síntese de proteínas teciduais, manutenção da homeostasia intracelular, reações enzimáticas, balanço osmótico e equilíbrio acidobásico. Conseqüentemente, mudanças na homeostase de potássio podem afetar as funções celulares (NOSE et al., 1988).

É importante ressaltar que o equilíbrio de potássio somente é atingido quando ocorre igualdade entre a quantidade ingerida através do consumo de ração com a quantidade excretada, sendo que esta regulação é função principalmente dos rins. Quando aldosterona aumenta, a urina elimina maior quantidade de potássio e o nível de potássio no sangue diminui. Outro mecanismo regulador baseia-se na permuta com o sódio nos túbulos renais. A retenção de sódio é acompanhada pela eliminação de potássio (SWENSON e REECE, 1993; ÉVORA et al. 1999).

O teor de ingestão de sódio na dieta, a concentração de sódio plasmática e a carga de sódio filtrado podem influenciar as taxas de excreção do potássio. Neste caso, o excesso de potássio na dieta provoca um aumento da eliminação deste e uma diminuição na eliminação de hidrogênio (H^+). Como os íons sódio e potássio aumentaram sua concentração em relação à concentração do cloreto, o pH dos fluidos corporais pode aumentar e esta é uma resposta à alcalose metabólica (SWENSON e REECE, 1993).

A taxa de excreção de K^+ pela urina é variável, estando ligada à concentração plasmática de Na^+ e ao estado de hidratação dos animais, sendo que as perdas podem ser causadas pelo aumento no consumo de água, já que o

gradiente osmótico favorece o movimento de água do fluído intracelular para urina, podendo carrear o K^+ . O aumento de K^+ resulta em maior perda urinária, sendo que os suínos têm pouca capacidade de conservar o K^+ corporal (SALVADOR et al., 1999).

O maior consumo de sódio apresentado pelos animais que receberam rações com eletrólitos pode ter influenciado o resultado observado para consumo de cloreto pelos suínos. Quando ocorre no organismo excesso de sódio, o excesso de cloreto acompanha a excreção de sódio que será eliminado pela urina através da ação dos rins. Este mecanismo do organismo tem como objetivo a manutenção do equilíbrio das quantidades de cátions-ânions (DEL CLARO, 2003; POUND et al. 2005). As necessidades de cloro para animais em terminação poderiam atingir 2,5 g/dia dependendo das condições ambientais, conforme NUTRIENT (1998).

O aumento no consumo de Cl^- deprime a excreção de H^+ e a reabsorção de HCO_3^- pelos rins. Isto pode contribuir com uma acidificação do sangue e esta parece ser uma resposta apropriada para a alcalose (SALVADOR et al., 1999).

As funções do cloreto estão relacionadas à regulação da pressão osmótica extracelular e à manutenção do equilíbrio ácido-base no organismo animal (ANDRIGUETO et al., 2002; BERTECHINI, 2006).

Os tratamentos 4 e 5 utilizando o balanço eletrolítico de 300 mEq/kg apresentaram maior relação Na:Cl que os demais tratamentos. O bicarbonato de sódio tem sido usado na tentativa de minimizar as perdas pelo estresse calórico, particularmente durante o verão, além de contribuir com sódio sem incorporar o cloro.

No entanto, as necessidades de cloro são inferiores às de sódio e o uso de cloreto de potássio deve ser limitado até a satisfação das necessidades de cloro, assim que este se complementa com as necessidades de sódio.

Conforme observado pela proporção Na:Cl no tratamento 2, esta foi a relação que mais se aproximou do valor 1,58:1, recomendado pelo NUTRIENT (1998), para esta categoria animal.

Os resultados das concentrações de sódio, potássio e cloreto no soro de suínos estão demonstrados na Tabela 11.

Tabela 11: Concentrações séricas de sódio, potássio e cloro em mEq/L dos suínos em fase de terminação alimentados com rações contendo diferentes balanços eletrolíticos

Tratamentos	Concentração sérica			Proporção		
	Sódio	Potássio	Cloreto	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻
1 (s/suplementação)	142,25	5,65	101,00	1,40	0,056	1,00
2 (supl B) 250 mEq/kg	138,50	5,70	100,00	1,39	0,057	1,00
3 (supl B+C) 250 mEq/kg	140,25	5,43	101,25	1,39	0,054	1,00
4 (supl B) 300 mEq/kg	139,25	4,68	100,00	1,39	0,047	1,00
5 (supl B+C) 300 mEq/kg	140,75	6,00	100,25	1,40	0,060	1,00
CV(%)	1,47	4,75	2,89	-	-	-
QM _{resíduo}	0,341	0,410	0,091	-	-	-
Contrastes	Significância					
T1vs T2+T3+T4+T5	*	NS	NS	-	-	-
T2+T3 vs T4+T5	NS	NS	NS	-	-	-
T2 vs T3	NS	NS	NS	-	-	-
T4 vs T5	NS	*	NS	-	-	-

* significativo 5% pelo teste T.

A utilização de eletrólitos nas rações proporcionou redução ($P < 0,05$) da concentração sérica de sódio nos animais. Este fato ocorreu provavelmente, pela ação do hormônio aldosterona que tem como uma de suas funções a reabsorção de sódio no organismo. As alterações na reabsorção de sódio em resposta às oscilações de sódio na dieta são mediadas pelo hormônio aldosterona, sintetizado na zona glomerulosa do córtex adrenal.

Como o sódio é o principal cátion do fluido extracelular, os rins atuam no sentido de reabsorver ao máximo esse íon, substituindo-o por outros cátions. Neste sentido, como os ácidos fixos do sangue estão na forma de sais de sódio,

por exemplo, (Na_2HPO_4) um dos mecanismos para poupar sódio é trocá-lo por íons H^+ . Assim, os rins promovem o intercâmbio de sódio por hidrogênio, resultando por um lado, em uma acidificação da urina (Na_2HPO_4) e, por outro lado, na recuperação de sódio, que é devolvido à circulação. A vantagem desse mecanismo, para a preservação da homeostase do organismo, é a conservação de sódio e a eliminação de ácido (MACARI et al., 1994).

O sódio é responsável pela maior parte da capacidade catiônica do plasma sanguíneo. A concentração de sódio é mantida relativamente constante no sangue pela regulação do consumo e excreção do elemento (BLOCK, 1994). Em virtude de maior disponibilidade de sódio circulante no organismo, a aldosterona aumentou a quantidade e a atividade de canais de sódio abertos nas membranas luminiais das células principais dos ductos coletores (DIBARTOLA, 2007).

Os teores séricos de sódio encontrados no sangue dos animais estão dentro dos limites (135-150 mEq/L) considerados normais por KOLB (1972) e por OSWEILER e HURD (1974). De acordo com JARDIM et al. (1987), os valores mensurados para suínos machos castrados pesando entre 50 e 90 kg foram de $152,1 \pm 18,3$ mEq/L.

Os resultados observados para concentração sérica de potássio foram diferentes ($P < 0,05$) entre os tratamentos 4 e 5 analisados. O maior consumo absoluto ocorreu por causa das flutuações numéricas decorridas da formulação das rações.

Esses valores foram semelhantes aos encontrados por JARDIM et al. (1987), que observaram em sua pesquisa com suínos machos castrados com peso vivo entre 50-90 kg o valor médio de $5,9 \pm 1,3$ mEq/L de potássio. Contudo, o limite sérico de potássio citado por OSWEILER e HURD (1974) para a espécie suína foi de 4,4, mEq/L e KOLB (1972) mencionou em seu estudo que o valor sérico médio de potássio de suínos na fase de terminação foi de 5,1 mEq/L.

Os resultados foram contrários aos observados por PATIENCE e CHAPLIN (1997), que não obtiveram diferenças entre os níveis de potássio no soro dos animais em diferentes tratamentos analisados.

Segundo DEROUCHÉY et al. (2003), existe uma relação negativa entre pH do sangue e as concentrações de potássio, sendo que esta reflete o movimento do potássio e dos íons H^+ dentro e fora das células em resposta às mudanças nos valores de pH do sangue.

O nível sérico de K^+ diminui durante o estresse calórico. A diminuição dos níveis plasmáticos de K^+ é atribuída a um aumento na excreção deste íon durante o estresse crônico e em aumento de K^+ intracelular comumente encontrado durante o estresse agudo (BORGES^a et al., 2003).

O estresse calórico tende a elevar os níveis de aldosterona circulante, resultando em retenção de Na^+ aumentando a excreção de K^+ , com excessiva perda de K^+ (Mc DOWELL, 1992).

Os resultados observados para concentração sérica de cloreto não foram diferentes ($P>0,05$) entre os tratamentos analisados.

O cloro participa na gênese, manutenção e correção da alcalose metabólica, pois o aumento da concentração de cloreto no sangue pode provocar alcalose metabólica. A acidose respiratória pode ser iniciada em decorrência de um processo de alcalose metabólica no animal, funcionando como um mecanismo de garantia da homeostase.

A redução da concentração plasmática de cloreto do tratamento 4, valor não-significativo, foi proporcionada através do tratamento que apresentou o nível de sódio mais elevado (0,51% de Na). Este resultado está de acordo com MENTEN et al. (1993), que observaram os efeitos da suplementação independentemente de sódio e cloro quando pesquisaram a não suplementação de Cl^- na dieta.

De acordo com SALVADOR et al. (1999), o aumento do cloreto plasmático favorece a retenção de H^+ e diminuição da reabsorção de íon bicarbonato (HCO_3^-) pelos rins, sendo esta uma resposta à alcalose metabólica.

O cloreto é importante não apenas para manter a osmolalidade, mas também participa ativamente do equilíbrio acidobásico (DERJANST-LI et al., 2001). Os rins regulam este equilíbrio pela troca de íons cloreto, que são reabsorvidos com o sódio. De acordo com DIBARTOLA (2007), esta maior

proporção observada poderia favorecer a passagem de nutrientes e a retirada de resíduos celulares, além de absorção de vitaminas hidrossolúveis como a riboflavina.

Os valores do soro para espécie suína encontrados durante o período experimental, estão dentro das referenciais para cloreto (94-106 mEq/L) de acordo com UNESP (1996). De acordo com DERSJANT-LI et al. (2002), o aumento do balanço eletrolítico nas rações ocasionou uma redução nos níveis de cloreto no plasma e no soro sanguíneo.

A concentração de potássio e de sódio do plasma diminui à medida que a temperatura ambiente aumenta, enquanto que a de cloreto apresenta comportamento inverso, elevando-se no sangue (BELAY e TEETER, 1993).

Os resultados referentes às respostas fisiológicas de frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR) apresentados pelos animais estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12: Resultado de frequência respiratória (FR) em movimento por minuto (mov/min) e temperatura retal (TR) em (°C) de suínos em terminação dos 68,8 aos 110,1 kg alimentados com rações contendo diferentes balanços eletrolíticos.

Tratamentos	FR (mov/min)	TR (°C)
1 (s/suplementação)	71,57 ± 0,73	39,49 ± 0,02
2 (supl B) 250 mEq/kg	70,64 ± 0,27	39,57 ± 0,07
3 (supl B+C) 250 mEq/kg	69,64 ± 0,20	39,59 ± 0,05
4 (supl B) 300 mEq/kg	70,00 ± 0,80	39,54 ± 0,17
5 (supl B+C) 300 mEq/kg	69,99 ± 0,38	39,35 ± 0,10
CV(%)	4,22	2,96
QM _{resíduo}	0,322	0,561
Contrastes	Significância	
T1vs T2+T3+T4+T5	NS	NS
T2+T3 vs T4+T5	NS	NS
T2 vs T3	NS	NS
T4 vs T5	NS	NS

Os resultados observados para frequência respiratória (FR) e da temperatura retal (TR) não foram diferentes ($P>0,05$) entre os tratamentos analisados.

FERREIRA (2005) citou que a FR de suínos poderá passar de 44 mov/min aos 21°C, para 82 mov/min aos 32°C. Os resultados encontrados neste estudo, tanto de FR quanto de TR são característicos de suínos em condições de estresse por calor. Os valores de TR observados são semelhantes àqueles obtidos por TAVARES et al. (2000) (39,6°C) e por ORLANDO et al. (2001) e TAVARES et al. (1999), (39,4°C), sendo que ambos estudaram suínos em estresse por calor.

O dióxido de carbono é o produto final da oxidação completa de carboidratos, lipídeos e proteínas. Assim, o metabolismo animal gera, de forma contínua, grandes quantidades de CO₂ nas células, tornando a pCO₂ tecidual mais elevada do que a pCO₂ sangüínea. Dessa maneira, uma vez que existe diferença de pressão, o CO₂ difunde-se a partir das células para o sangue e o plasma.

Os pulmões são responsáveis por uma maior taxa de excreção diária de ácido carbônico (H₂CO₃) e CO₂ em comparação com os rins. Por essa razão, a ventilação alveolar e a excreção de CO₂ têm grande influência no equilíbrio acidobásico. O incremento da tensão de CO₂ do sangue e a depleção de íons bicarbonato causam um aumento na profundidade respiratória. Nesse caso, os suínos conseguem aumentar o volume de ar inspirado e expirado através do aumento da profundidade respiratória, ou seja, o ar inspirado penetra com mais profundidade nos pulmões, permitindo que o volume de ar seja trocado por números menores de movimento respiratório (DIBARTOLA, 2007).

No plasma, uma parte do CO₂ interage com substâncias tamponantes no interior dos eritrócitos, outra fração considerável reage com a hemoglobina para formar compostos carbamino-CO₂ e o restante do CO₂ é hidratado para formar o ácido carbônico (H₂CO₃), que é o mais importante ácido formado no catabolismo dos nutrientes (MACARI et al., 1999).

Conforme BORGES^b et al. (2003), animais submetidos a continuado estresse por calor, terão aumento da frequência respiratória, resultando em perdas excessivas de CO₂, que conduz à diminuição da pressão de CO₂ (pCO₂), levando

a queda na concentração de ácido carbônico (H_2PO_3) e hidrogênio (H^+). Isto caracteriza a ocorrência de alcalose respiratória em razão da excessiva eliminação de CO_2 .

Como a temperatura retal dos animais não variou com os tratamentos, pode-se inferir que a ação da frequência respiratória nos animais sob estresse por calor foi um ajuste fisiológico eficiente para a manutenção da termorregulação.

Os resultados referentes à avaliação da carcaça são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13: Resultado de avaliação da espessura de toucinho (mm), comprimento de carcaças (cm) e rendimento de carcaça (%) de suínos na fase de terminação alimentados com rações contendo diferentes balanços eletrolíticos

Tratamentos	Variáveis		
	Espessura de Toucinho (mm)	Comprimento de carcaça (cm)	Rendimento de carcaça (%)
1 (s/ suplementação)	11,19	92,14	72,14
2 (supl B) 250 mEq/kg	11,26	92,93	73,02
3 (supl B+C) 250 mEq/kg	10,78	91,96	71,96
4 (supl B) 300 mEq/kg	11,00	90,29	70,29
5 (supl B+C) 300 mEq/kg	10,94	92,59	72,59
CV(%)	4,37	3,32	2,49
QM _{resíduo}	0,193	0,237	0,257
Contrastes			
T1vs T2+T3+T4+T5	NS	NS	NS
T2+T3 vs T4+T5	NS	NS	NS
T2 vs T3	NS	NS	NS
T4 vs T5	NS	NS	NS

A utilização de eletrólitos nas rações dos suínos não afetou ($P>0,05$) as características de carcaças avaliadas nos animais.

Provavelmente, a genética dos animais utilizados no experimento poderia explicar, em parte, as semelhanças nos resultados para espessura de toucinho no ponto P₂.

Os valores para a espessura de toucinho no ponto P₂ obtidos neste estudo apresentaram o valor médio de 11,03 mm, sendo este resultado semelhante ao encontrado por ABREU et al (2007) em suínos machos castrados de alto potencial genético, com valor médio de 11,94 mm e inferior ao encontrado por CROMWELL et al. (1993) e WEATHERUP et al. (1998) em suínos machos castrados aos 102 e 92 kg, respectivamente.

Segundo KEMPSTER et al. (1981), o ponto P₂ é a principal medida de gordura utilizada no processo de avaliação de carcaça na Comunidade Européia.

A avaliação de carcaças de suínos pela ultra-sonografia em tempo real tem sido adotada na maioria dos trabalhos de avaliação e classificação de carcaças com ultra-som, graças à sua acurácia, variando 85 a 97% de correlação com as medidas tomadas diretamente nas carcaças, dependendo da característica avaliada, e também das técnicas de abate utilizadas (SCHINCKEL et al., 1994).

O rendimento de carcaça não variou entre os tratamentos provavelmente devido ao fato de que não houve variação no consumo de ração entre os tratamentos.

Este resultado foi diferente ao observado por (DOURMAD e LEBRET, 2000), que avaliaram a incorporação de bicarbonato de sódio e o conseqüente aumento do balanço eletrolítico das rações, e observaram uma melhora significativa da qualidade de carcaça conforme aumentava a proporção do bicarbonato.

De acordo com DE LANGE et al. (2003), o peso das vísceras aumenta com o aumento do consumo de ração, e por outro lado, quanto maior é o peso das vísceras menor será o rendimento de carcaça (BOGGS e MERKEL, 1993).

O rendimento médio de carcaça (72%) foi semelhante ao relatado por BERTOL et al. (2001) com valor 72, 53% utilizando machos castrados consumindo ração à vontade e estes resultados foram inferiores aos limites médios reportados

pela literatura 81, 31%, de acordo com FREITAS et al. (2004), que analisaram carcaças de suínos utilizando medidas convencionais.

Os resultados referentes aos pesos absolutos (g) de rins, coração e fígado apresentados pelos animais estão na Tabela 14.

Tabela 14 – Pesos absolutos (g) de rins, coração e fígado de suínos na fase de terminação alimentados com rações contendo diferentes balanços eletrolíticos

Tratamentos	Variáveis		
	Peso dos Rins (g)	Peso do Coração (g)	Peso do Fígado (g)
1 (s/ suplementação)	353	358	1.594
2 (supl B) 250 mEq/kg	325	345	1.401
3 (supl B+C) 250 mEq/kg	345	333	1.436
4 (supl B) 300 mEq/kg	333	329	1.453
5 (supl B+C) 300 mEq/kg	340	343	1.497
CV(%)	4,71	4,53	4,22
QM _{resíduo}	0,300	0,216	0,498
Contrastes	Significâncias		
T1 vs T2+T3+T4+T5	NS	NS	*
T2 +T3 vs T4 +T5	NS	NS	NS
T2 vs T3	NS	NS	NS
T4 vs T5	NS	NS	NS

* significativo 5% pelo teste T.

Os resultados observados para os pesos absolutos (g) dos rins e coração não foram diferentes ($P>0,05$) entre os tratamentos analisados.

A redução nos pesos de órgãos dos animais mantidos em ambiente quente, provavelmente, deve-se à tentativa de reduzir a produção de calor pelos órgãos metabolicamente ativos (ZHAO et al., 1995).

Os rins têm capacidade para excretar íons hidrogênio (H^+) na acidose através dos tampões, como bicarbonato. O efeito final da excreção de íons H^+ nos

túbulos é aumentar a quantidade de bicarbonato no líquido extracelular. Com a retenção progressiva de HCO_3^- , a proporção $[\text{HCO}_3^-]/[\text{CO}_2]$ é normalizada, o pH do sangue retorna ao valor normal (MACARI et al., 1994).

Durante o período de estresse por calor, o coração pode aumentar o volume de sangue por minuto, este fato ocorre para atender à maior perda de calor evaporativa pelo sistema respiratório (MACARI et al., 1994).

O sistema circulatório dos suínos é um sistema fechado, ou seja, o sistema arteriovenoso/coração possui um volume de sangue que é fixo. Isto implica que, caso haja necessidade de maior demanda no tecido periférico, o trabalho do coração tem que aumentar, a fim de que o sangue passe um maior número de vezes no pulmão para oxigenação, pois não existe a possibilidade de aumento agudo do volume de sangue para atender à maior necessidade tecidual de oxigênio (MACARI et al., 1994).

Os resultados observados para o peso do fígado foram diferentes ($P < 0,05$) entre os tratamentos analisados.

No tratamento 1 onde não ocorreu a suplementação de eletrólitos, o maior peso do fígado pode estar relacionado à quantidade de proteína bruta formulada na ração. Conforme BIKKER (1994), o peso do fígado aumenta com o incremento do consumo de proteína e isso ocorre porque o fígado é um dos principais sítios de degradação de aminoácidos e metabolismo de nitrogênio.

5. Conclusões Gerais

Rações contendo 250 ou 300 mEq/kg, suplementadas com bicarbonato de sódio e/ou cloreto de potássio, não influenciaram o desempenho de suínos em fase de crescimento (25-70kg).

Os animais em fase de crescimento foram eficientes em realizar a homeostase sanguínea em relação às concentrações de sódio e cloreto, mas não para potássio em nível de 300 mEq/kg.

Rações contendo 250 ou 300 mEq/kg, suplementadas com bicarbonato de sódio e/ou cloreto de potássio, influenciaram o desempenho de suínos em fase de terminação (70-100 kg).

6. Referências Bibliográficas

- ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; OLIVEIRA, A.L.S.; SANTOS, F.A. (2007) Níveis de lisina digestível em rações utilizando-se o conceito de proteína ideal para suínos machos castrados de alto potencial genético para a deposição de carne magra na carcaça dos 60 aos 95 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36. n.1, p.54-61.
- AFFENTRANGER, P.; GERWING, C.; SEEWER, G.J.F. (1996) Growth and carcass characteristics as well as meat and fat quality of three types of pigs under different feeding regimens. **Livestock Production Science**, v.45, n. 2-3, p. 187-196.
- ANDRIGUETO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. (2002) **Nutrição Animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal – os alimentos**. São Paulo: Nobel. 395p.
- AROUCA, C.L.C.; FONTES, D.O.; BAIÃO, N.C.; SILVA, M.A. (2007) Níveis de lisina para suínos machos castrados selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça dos 95 aos 122 kg. **Ciências Agrotécnica**, Lavras, v.31, n.2, p. 531-539.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS – ABCS. (1973) **Método brasileiro de classificação de carcaça**. Estrela. 17p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. (1990) Official methods of analysis. 15 ed. Arlington.1230p.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. (1997) **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa, MG: Editora UFV. 246p.
- BELAY, T.; TEETER, RG. (1993) **Mineral balance of heat distressed broiler**. Oklahoma: Oklahoma Agricultural Experiment Station. P.189-194.
- BERTECHINI, A.G. (2006) **Nutrição de monogástricos**. Lavras – MG. Editora: UFLA, 301p.

- BERTOL, T.M.; LUDKE, J.V., FRAIHA, M. (2000) Determinação das exigências de lisina digestível para suínos machos castrados e fêmeas dos 80 aos 120 kg de peso vivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. CD-ROM.
- BERTOL, T.M.; LUDKE, J.V.; BELLAVER, C. (2001) Efeito do peso de suíno em terminação ao início da restrição alimentar sobre o desempenho e a qualidade da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p. 417-424.
- BIKKER, P. (1994) Partitioning of dietary nitrogen between body components and waste in young growing pigs. **Netherlands Journal of Agriculture Science**, v.42, p.37-45.
- BLOCK, E. (1994) Manipulation of dietary cation-anion difference of nutritionally related production diseases, productivity and metabolic responses of dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.77, n.5, p.1437-1450.
- BOGGS, D.L.; MERKEL, R.A. (1993) **Live animal carcass evaluation and selection natural**. 4th edition. 221p.
- BORGES, M.S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. (2003)^a Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frango de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p. 975-981.
- BORGES, M.S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. (2003) Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frango de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p. 975-981.
- BORGES, S.A. (2001) **Balço eletrolítico e sua interrelação com o equilíbrio ácido-base em frangos de corte submetidos a estresse calórico**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista. 97p.
- BORGES, S.A.; FISCHER DA SILVA, A.V.; ARIKI, J.; HOODE, D.M.; CUMMINGS, K.R. (2003)^b Dietary electrolyte balance for broiler chickens exposed to thermoneutral or heat-stress environments. **Poultry Science**, 82, p.428-435.

- BUDDE, R.A.; CRENSCHAW, F.D. (2003) 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**, n.81, p.197-208.
- BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. (1981) Black golbe-humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v.24, p.711-714.
- BUTCHER, G.D.; MILES, J.R., R.D. (1994) Origin of acids in animals. **Poultry digestibility**, v.53, n.1.
- CARVALHO, L.E.; OLIVIERA, S.M.; TURCO, S.H.N. (2004) Utilização da nebulização e ventilação forçada sobre o desempenho e a temperatura da pele de suínos na fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.486-491.
- COOPER, S.R.; KLINE, K.H.; FOREMAN, J.H. (1995) Effects of dietary cation-anion balance on blood pH, acid-base parameters, serum and urine mineral levels, and parathyroidhormone (PTH) in weanling horses. **Journal Equine Veterinary Science**, v.10, p. 417-420.
- CROMWELL, G.L.; CLINE, T.R.; CRENSHAW, J.D. (1993) The dietary protein and or lysine requirements of barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, v.71, n.6, p.1510-1519.
- CUNNINGHAM, J.G. (1992) Tratado de fisiologia veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara, 454p.
- DE LANGE, C.F.M.; MOREL, P.C.H.; BIRKET, S.H. (2003) Modeling chemical and physical body composition of the growing pig. **Journal of Animal Science**, v.81, p. 159-165.
- DEL CLARO, G.R. **Influência do balanço cátion- aniônico da dieta no desempenho de ovinos.** (2003). Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga.

DERJANST-LI, Y.; VERSTEGEN, M.N.A.; JANSMAN, A.; et al. (2002) Changes in oxygen content and acid-base balance in arterial and portal blood in response to the dietary electrolyte balance in pigs during a 9-h period after a meal. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1233-1239.

DERJANST-LI, Y.; SCHULZE, H.; SCHRAMA, J.W.; et al. (2001) Feed intake, growth, digestibility of dry matter and nitrogen in young pigs as affected by dietary cation-anion difference and supplementation of xylanase. **Journal Animal Science**, n.85, p.101-109.

DEROUCHEY, J.M.; HANCOCK, J.D.; HINES, R.H., et al. (2003) Effects of dietary balance on the chemistry of blood and urine in lactating sows litter performance. **Journal of Animal Science**, v.81, p.3067-3074.

DIBARTOLA, S.P. (2007) **Anormalidades de fluidos, eletrólitos e equilíbrio ácido-básico na clínica de pequenos animais**. Ed. Rocca, 3. ed, 664p.

DOURMAD, J.Y.; LEBRET, B. (2000) Influence de l'incorporation de bicarbonate de sodium dans l'aliment sur les performances du porc à l'engraissement. **Journées de la Recherche Porcine en France**, v.32, 163-168.

ESMAY, M.L. (1982) **Pinciples of animal environment**. West Port, C.T: ABI, 325p.

ÉVORA, P.R.B.; REIS, C.L.; FERREZ, M.A.; CONTE, D.A. (1999) Distúrbios do equilíbrio hidroeletrólítico e do equilíbrio ácido-básico. **Medicina**, Ribeirão Preto, v.32, p.451-469.

FERREIRA, R.A. (2005) **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Ed. Aprenda Fácil, 374p.

FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; SARAIVA, E.P.; et al. (2007) Redução da proteína bruta e suplementação de aminoácidos para suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.36. n.4. p.818-824.

- FIALHO, E.T.; OST, P.R.; OLIVEIRA, V. (2001) Interações ambientais e nutrição-estratégias nutricionais para ambientes quentes e seus efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos. Disponíveis em: www.conferencia.unenet.br/pork/seg/pal/anais01p2fialho/pt.pdf. Acessado em: 10/06/08.
- FIALHO, E.T. (1994) Influência da temperatura ambiental sobre a utilização da proteína e energia em suínos em crescimento e terminação. In: Simpósio Latino Americano de Nutrição de Suínos. São Paulo. **Anais...** São Paulo CBNA p.63-83.
- FOWLER, V.R.; BICHARD, M.; PEASE, A. (1976) Objectives in pig breeding. **Animal Production**, v.23, p.365-387.
- FRASER, D. (1975) Effect of straw on the behaviour of sows in tether stalls. **Animal Production**, v.1, n.1.p.59-68.
- FREITAS, R.T.F.; TARCÍSIO, M.G.; OLIVEIRA, A.I.G; FERREIRA, D.F. (2004) Avaliação de carcaças de suínos da raça Large White utilizando medidas convencionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33. n.6, p.2037-2043, (supl.2).
- GARDENS-WART, M.H., SCHRIER, R.W. (1982) In: **Sodium: its biological significance**, Inc., Boca Raton. Ed. Papper, S., p. 19-71.
- GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, M S.C. (1999) **Introdução à Bioquímica Clínica Veterinária**. Disponível em: [HTTP://www.ufrgs.br/favet/bioquimica/graduação/livro-texto.pdf](http://www.ufrgs.br/favet/bioquimica/graduação/livro-texto.pdf). Acessado em 18 de agosto de 2008.
- GRANT, I.M.; BINGHAM, A.M.; CAPLE, I.W. (1992) Acid-base balance and susceptibility of ewes to hypocalcaemia. **Proceeding...** Australian Society of Animal Production, v.19, p.412-415.
- HAHN, J.D.; BIEHL, R.R.; BAKER, D.H. (1995) Ideal digestible lysine level for early and late-finishing swine. **Journal of Animal Science**, Champaing, v.73, n.3, p. 773-784.

- HALLEY, J.T.; NELSON, T.S.; KIRBY, L.K. (1987) Effect of altering dietary mineral balance on growth, leg abnormalities, and blood base excess in broiler chicks. **Poultry Science**, v.66, p. 1684-1692.
- HANNAS, M.I. (1999) Aspectos fisiológicos e a produção de suínos em clima quente. In: SILVA, I.J.O. (Ed). **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luis de Queiroz", p.1-33.
- HAYDON, K.D.; WEST, J.W.; McCARTER, M.N. (1990) Effect of dietary electrolyte balance on performance and blood parameters of ambient temperatures growing- finishing swine feed in high. **Journal Animal Science**, v.68, p. 2400-2406.
- JARDIM, E.C.; FISCHTNER, S.S.; ZAPATA, H.S.S. (1987) Teores séricos de cálcio, fósforo, sódio e potássio em suínos no Estado de Goiás. **Anais... Escola de Agronomia e Veterinária**, v.17, p.107-111.
- JENSEN, A.H. (1991) Environment and management factors that influence swine nutrition. In: MILLER, E.R.; ULLREY, D.E.; LEWIS, A.J. **Swine Nutrition [S:I]**: Butterworth-Heineman, p.387-399.
- JENSEN, A.H. (1982) Dietary nutrient allowances for swine. **Feedstuffs**, v.58, n.30, p. 33-38.
- JOHNSON, R.J.; KARUNAJEEWA, H. (1985) The effects of dietary minerals and electrolytes in the growth and physiology of the young chick. **Journal Nutrition**, v.115, p.1680-1690.
- KEMPSTER, A.J.; CHADWICK, J.P.; JONES, D.W. et al. (1981) An evaluation of the hennessy and chon fat depth indicator, and the ulster probe, for use in pig carcass classification and grading. **Animal Production**, v.45, n.1. p.97-102.
- KERR, B.J.; YEN, J.T.; NIENABER, J.A. et al. (2003) Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environment temperature on performance, body composition, organic weights and total heat production of growing pig. **Journal Animal Science**, v.81, p. 1998-2007.

KIEFER, C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; BRUSTOLINI, P.C. (2005) Exigência de metionina mais cistina digestíveis para suínos machos castrados mantidos em ambiente de alta temperatura dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p. 104-111.

KIEFER, C.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L. et al. (2005) Exigência de metionina+cisteína digestíveis para suínos machos castrados mantidos em ambientes termoneutro dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.874-854.

KOLB, E. (1972) **Fisiologia Veterinária**. Zaragoza, Editorial Acríbia, 990p.

LAGANÁ, C.; NÄAS, I.A.; TOLON, Y.B. (1998) Laminá de agua em corrales de gestación para suínos. **Agro-ciencia**, v.14, n.1, p.79-83.

LE DIVIDICH, J.L. (1991) Effect of environmental temperature on the performance of intensively reared growing pig. **Selezione Veterinaria**, v.32. p.191-207 (Suppl.1).

LIZARDO, R. (2006) O bicarbonato de sódio na alimentação dos suínos. **Revista SUIIS BRASIL**. Abril, n.11, p.14-23.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALEZ, E. (1994) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 246p.

MANNO, M.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, W.P.; SARAIVA, E.P. (2006) Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.471-477.

Mc DOWELL, L.R. (1992) **Mineral in animal and human nutrition**. Department of Animal Science. University of Florida. Gainesville. Florida. In: Animal Feeding and Nutrition.

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

- MENTEN, J.F.M. (1993) Efeitos da suplementação independente de sódio e cloro na dieta de suínos na fase inicial. **Science Agricultural**, n.50, v.1, p. 1-5.
- MESCHY, F. (1998) Balance electrolítico y productividad em animales monogástricos. In: XIV Curso de especialización – AVANCES EM NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL. Disponível em: www.uco.es/servicios/mirs/fedna/capitulos/98_CAPV.pdf. Acesso em 18 de setembro de 2008.
- MOGIN, P. (1981) Recent advances in dietary cation-anion balance: applications. In: POULTRY PROCEEDINGS NUTRITION SOCIETY, 1981, Cambridge. **Proceedings...** Cambridge:n.i, v.40, p.285-294.
- MOGIN, P. (1980) **Electrolytes in nutrition.** 3rd International. Minerals Conference. Orlando, Florida, Jan.16, p.1-16.
- MOREIRA, I.; PAIANO, D.; OLIVEIRA, G.C.; GONÇALVES, G.S. (2003) Desempenho e características de carcaça de suínos (33-84 kg) criados em baias de piso compacto ou com lâmina d' água. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p. 132-139.
- MOUNT, L.E. (1979) Adaptation to thermal environment man his productive animals. Baltimore, Maryland, University. Park Press. 333p.
- MOURA, D.J.I. (1999) Ventilação na suinocultura. In: SILVA, I.J.O. (Ed). **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos.** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luis de Queiroz", p.112-179.
- NÄAS, I.A. (1995) Estudo da arte da bioclimatologia e necessidade de pesquisas futuras no Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, v.31, 1995. Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBZ, p. 133-135.
- NIENABER, J.G. (1996) Changes needed in nutrient input data relating to leg problems in poultry. **Feedstuffs**, v.56, p.43-45.

NOSE, H.; MACK, G.W.; SHI, X.; NADEL, E.R. (1988) Role of osmolality and plasma volume during dehydration in humans. **Journal Applied Physiology**, v.65, p.325-331.

NUTRIENT... (1998) **The nutrient requirements of swine**. 10 ed. National Academy Press, Washington, 190p.

OLIVEIRA, A.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. (2002) Lisina para machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra dos 110 aos 125 kg. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002 . CD-ROM.

ORLANDO, U.A.D.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; LOPES, D.C.; et al. (2001) Níveis de proteína bruta para leitões dos 30 aos 60 kg mantidas em ambiente de alta temperatura (31°C). **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.30, p. 1536-1543.

ORLANDO, U.A.D.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; SILVA, F.C.O.; et al. (2007) Níveis de proteína bruta e suplementação de aminoácidos em rações para leitões dos 30 aos 60 kg mantidas em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1573-1578 (supl).

OSWEILLER, G.D.; HURD, J.W. (1974) Determination of sodium content in serum and cerebrospinal fluid and adjunct to diagnosis of water deprivation in swine. **Journal Biological Chemistry**, v.15, p. 1657-1670.

PATIENCE, J.F. (1990) A review of the role acid-base balance in amino acid nutrition. **Journal Animal Science**, v.68, p.398-408.

PATIENCE, J.F. (1993) The physiological basis of electrolytes in animal nutrition. In: **Recent development in pig nutrition 2**, 375p.

PATIENCE, J.F.; CHAPLIN, R.K. (1997) The relationship among dietary undetermined anion, acid-base balance and nutrient metabolism in swine. **Journal Animal Science**, v.75, p. 2445-2452.

- PERDOMO, C.C. (1998) Consideração sobre o condicionamento ambiental na produção de suínos. In: BIAGI, J.D.; CYRINO, J.E.P.; MENTEN, J.F.M.; MIYADA, V.S.(Eds). SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO ANIMAL E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, Campinas, **Anais...** CAMPINAS: CBNA, 1998, p.147-154.
- POINTER, C.G. (1978) The pigs requirements. **Agricultural Engineering**, v.27, n.3.
- POUND, W.G.; SCHOKNECHT, P.A.; POND, K.R.; CHURCH, P.C. (2005) **Basic animal nutrition and feeding**, 5° ed.
- PUPA, J.R.M.; ORLANDO, V.A.D.; DONSELE, J.L. (2001) Requerimentos nutricionais de suínos nas condições brasileiras. In: I Workshop Latino Americano Ajinomoto Biolatina. Foz do Iguaçu, Paraná, p.143-153.
- QUINIOU, N.J.; NOBLET, J.; VAN MILGEN, J. (2000) Modeling heat production and energy balance in group-housed growing pigs exposed to low or high environmental temperatures. **British Journal of Nutrition**, v.84, p.97-106.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. (2005) **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa- MG, 186p.
- SALVADOR, D.; ARIKI, I.; BORGES, S.A. (1999) Suplementação de bicarbonato de sódio na ração e na água de bebida de frangos de corte submetidos ao estresse calórico. **ARS Veterinária**, v.15, p.144-148.
- SAS INSTITUTE. (2005) **Statistical analysis system: realize 7.0** (software). Cary. 620p.
- SAVARIS, V.D.L. (2008) Estudos do balanço eletrolítico e da proteína bruta da ração para suínos em crescimento em condições de alta temperatura. (Dissertação de Mestrado). Campos dos Goytacazes, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense. 59p.
- SCHINCKEL, A.P.; FORREST, J.C.; WAGNER, J.R. (1994) Evaluation of B-Mode (real time) and A- Mode ultrasound. **Swine Day**, v.1, n.1, p.63-67.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. (2002) Análise de alimentos – Métodos químicos e biológicos, 3ª ed. Viçosa – MG. Ed: UFV. 375p.

SILVA, I.J.O. (1999) Qualidade do ambiente e instalações na produção industrial de suínos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 1999. São Paulo: **Anais...** Piracicaba. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, p.108-121.

SMITH, M.O.; TEETER, R.G. (1993) Carbon dioxide, ammonium chloride, potassium chloride, and performance of heat distressed broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.2, p.61-66.

SOUZA FILHO, G.A.; LIMA, J.A.F.; FIALHO, E.T. (2000) Efeito de planos de nutrição e de genótipos sobre as características físicas de carcaça de suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, p.1060-1067.

SWENSON, M.J.; REECE, W.O. (1993) **Dukes – Fisiologia dos animais domésticos**. Ed. Guanabara & Koogan, 11. ed., 856p.

TABELAS BRASILEIRAS PARA AVES E SUÍNOS. (2005) **Composição de alimentos e exigências nutricionais**, 2ª Edição: DZO- UFV, Viçosa-MG, 186p.

TAVARES, S.L da S.; FERREIRA, R.A. (2005) **Respostas Fisiológicas ao Ambiente Térmico na suinocultura**. In: Textos Didáticos. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 32p.

TAVARES, S.L. da S.; OLIVEIRA, R.F.M; DONZELE, J.L.; FERREIRA, A.S. (1999) Influência da temperatura ambiente sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos de leitoas dos 30 aos 60 kg. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.791-798.

TAVARES, S.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; FERREIRA, A.S. (2000) Influência da temperatura sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos de suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.199-205.

UNESP. (1996) **Tabela de valores normais de eletrólitos em diferentes espécies animais.** Laboratório de Patologia Clínica Veterinária (FMVZ), Botucatu.

VIETES, F.M.; MORAES, G.H.K.; ALBINO, F.T.; et al. (2005) 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 Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, 1990-1999p.

VON BORELL, E. (1995) Neuroendocrine integration of stress and significance of stress for the performance of farm animals. **Applied Animal Behaviour Science**, v.44. p.219-227.

WEATHERUP, R.N.; BEATTIE, V.E.; MOSS, B.W. et al. (1998) The effect of increasing slaughter weight on the production performance and meat quality of finishing pigs. **Animal Science**, v.67, p.591-600.

WHITTEMORE, C. (1980) **Guia moderno de suinocultura.** Lisboa: Editorial Presença Ltda, 195p.

YEN, J.T.; POND, W.G.; PRIOR, R.L. (1981) Calcium chloride as a regulator of need intake and weight gain in pigs. **Journal Animal Science**, v.52, 778-782p.

ZHAO, X.; JORGENSEN, H.; EGGUM, B. (1995) The influence of dietary fibre on body composition, visceral organ weight, digestibility and energy balance in rats housed in different thermal environments. **British Journal Nutrition**, 73, v.5, p.687-699.