



NAIR ELIZABETH BARRETO RODRIGUES

**USO DE RAÇÕES MODIFICADAS PARA
SUÍNOS EM TERMINAÇÃO MANTIDOS EM
AMBIENTE DE CONFORTO OU DE CALOR**

**LAVRAS - MG
2011**

NAIR ELIZABETH BARRETO RODRIGUES

**USO DE RAÇÕES MODIFICADAS PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO
MANTIDOS EM AMBIENTE DE CONFORTO OU DE CALOR**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador
Dr. Elias Tadeu Fialho

**LAVRAS - MG
2011**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFPA**

Rodrigues, Nair Elizabeth Barreto.

Uso de rações modificadas para suínos em terminação mantidos em ambiente de conforto ou de calor / Nair Elizabeth Barreto Rodrigues. – Lavras : UFPA, 2011.

118 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Elias Tadeu Fialho.

Bibliografia.

1. Carcaça. 2. Desempenho. 3. Nutrição. 4. Parâmetros fisiológicos. 5. Temperatura. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.408557

NAIR ELIZABETH BARRETO RODRIGUES

**USO DE RAÇÕES MODIFICADAS PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO
MANTIDOS EM AMBIENTE DE CONFORTO OU DE CALOR**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 20 de maio de 2011

Prof. Márcio Gilberto Zangeronimo	UFLA
Prof. Raimundo Vicente de Sousa	UFLA
Prof. Vinícius de Souza Cantarelli	UFLA
Prof. Rony Antonio Ferreira	UFVJM

Prof. Elias Tadeu Fialho
Orientador

**LAVRAS - MG
2011**

AGRADECIMENTO

A Deus, por estar sempre ao meu lado me sustentando a cada dia.

Aos meus pais Gerson e Myrthes, pelo incentivo, apoio e orações por mais uma conquista.

As minhas irmãs Gisele e Giovana, pelo carinho, atenção e torcida pelo meu sucesso.

*Ao meu esposo Moacir, pelo amor, paciência e dedicação em prol do alcance
dos meus objetivos*

*Aos meus filhos, Felipe Gabriel, Bernardo e Diogo, por serem minha fonte de
inspiração e razão do meu viver.*

DEDICO

*Agrada-te do Senhor, e ele satisfará os desejos do teu coração.
Entrega o teu caminho ao Senhor, confia nele, e o mais ele fará.*

Salmos 37: 4-5

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e bênçãos recebidas durante essa caminhada.

À Universidade Federal de Lavras e ao colegiado do Curso de Pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos através do programa PICDtec.

Ao Instituto Federal do Espírito Santo campus Santa Teresa, que permitiu minha liberação das atividades profissionais para a realização deste curso.

Ao professor Elias Tadeu Fialho, pela orientação, ensinamentos e confiança durante a execução deste trabalho.

Ao meu coorientador Márcio Gilberto Zangeronimo, pela dedicação, amizade, apoio e valiosa colaboração durante todas as etapas deste trabalho.

Aos professores Vinicius de Souza Cantarelli, Paulo Borges Rodrigues e Juarez Lopes Donzele pelo incentivo e valiosas sugestões para o enriquecimento deste trabalho.

Aos membros da Banca Examinadora, Professor Rony Antonio Ferreira e Professor Raimundo Vicente de Sousa, pelas críticas e sugestões na finalização desta etapa.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura, Helio Rodrigues e Binho, pelo apoio, conversas e colaboração nas diversas etapas de condução dos experimentos e bons momentos de convívio.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, Carlos e Borginho, pela paciência e apoio no que foi necessário.

Ao Núcleo de Estudos de Suinocultura (NESUI), em especial aos colegas Rafael Betarelli, Leonardo, César e Gabriel, pela ajuda indispensável durante o experimento.

À amiga Elisangela Gomide, pela compreensão, preciosa amizade e pelas longas e agradáveis conversas.

Aos colegas de pós-graduação Raquel e Asdrúbal pelo incentivo e agradável convívio.

Às amigas Elice e Kitty, pelos momentos de descontração e pelos maravilhosos passeios em família.

A minha cachorrinha Cristal, fiel e inseparável companheira de todos os momentos.

Aos meus pais Gerson e Myrthes, pelo amor, orações, incentivo, que me fizeram ser a pessoa que sou hoje.

As minhas irmãs Gisele e Giovana, pelo amor, carinho e por sempre acreditarem em mim.

Ao meu amado esposo Moacir, que sempre esteve ao meu lado nos momentos de alegrias e tristezas, sempre me incentivando ao término deste trabalho.

Aos meus filhos Felipe Gabriel, Bernardo e Diogo, pelas brincadeiras, momentos felizes e por serem meus eternos inspiradores.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

NAIR ELIZABETH BARRETO RODRIGUES, filha de Gerson de Paiva Barreto e Myrthes Motta Barreto, nasceu em 16 de fevereiro de 1965, em Vila Velha-ES.

Em março de 1983, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-RJ, graduando-se em janeiro de 1987.

Em novembro de 1995, por meio de concurso público de provas e títulos, ingressou no serviço público federal na Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa- atualmente Instituto Federal do Espírito Santo- campus Santa Teresa, como professora de Zootecnia, área de Suinocultura e Bioclimatologia Animal.

Em outubro de 1998, iniciou o mestrado na Universidade Federal de Viçosa, na área de concentração de Nutrição de Monogástricos, concluindo-o em outubro de 2000.

Em março de 2007, ingressou no Curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras (UFLA), submetendo-se à defesa de tese no dia 20 de maio de 2011, em Lavras - MG.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de dietas formuladas com redução do teor de proteína bruta (PB), suplementadas com aminoácidos sintéticos, e inclusão de óleo de soja (OS) em dietas isocalóricas, no ambiente de estresse calórico (31°C) e conforto térmico (19°C), sobre o desempenho, características de carcaça, parâmetros fisiológicos de suínos em terminação. Foram utilizados 120 suínos machos castrados de linhagem comercial, com peso inicial médio de 68,0± 1,9 kg, em um período experimental de 30 dias. Foi utilizado um delineamento em blocos casualizados (peso inicial), em esquema fatorial 2x3x2 (dois níveis de PB 16,2% e 13,7%; três níveis de OS 1,5%, 3,0% e 4,5% e duas temperaturas ambientais 19°C e 31°C), totalizando doze tratamentos e cinco repetições, com a parcela experimental representada por dois animais. Os animais foram pesados no início e ao final do experimento e o consumo avaliado, para determinar o desempenho. Ao final do período experimental, após jejum de 12 horas, metade dos animais (um de cada unidade experimental) foi abatida e a carcaça esquerda resfriada para avaliação. Os animais mantidos no ambiente termoneutro apresentaram maior consumo ($P<0,05$) em relação àqueles mantidos a 31°C. A redução de proteína da dieta melhorou o consumo para os dois ambientes. No ambiente termoneutro os animais do tratamento com 13,7% PB e 1,5% OS tiveram ($P=0,06$) melhor ganho de peso diário (GPD), correspondendo ao melhor consumo de ração (CR). Para a conversão alimentar (CA) houve efeito linear dos níveis de óleo ($P<0,05$). Observou-se que os animais mantidos no ambiente de estresse térmico apresentaram ($P<0,05$) melhor CA quando alimentados com 16,2 PB e 1,5% OS comparados àqueles do termoneutro. Não houve influência da temperatura e nem da dieta ($P>0,05$) sobre rendimento de carcaça, área de olho de lombo, rendimento de carne na carcaça e relação carne/gordura, com exceção da espessura do toucinho e perda por resfriamento. Animais alimentados com dietas contendo, menor nível de proteína e maior nível de óleo tiveram maior espessura de toucinho ($P<0,05$). As carcaças dos animais mantidos em ambiente termoneutro tiveram maiores perdas por resfriamento ($P<0,05$). Não houve efeito dos níveis de óleo nem da proteína ($P>0,05$) sobre a temperatura retal, temperatura da nuca, paleta e pernil e frequência respiratória. Apenas os animais submetidos ao estresse calórico (31°C), apresentaram maiores valores destes parâmetros em relação aos animais do conforto (19°C). O peso relativo do pulmão, não foi influenciado pela dieta e nem pela temperatura ($P>0,05$), porém este último influenciou ($P<0,05$) o peso do coração e dos rins. Os níveis crescentes de óleo reduziram ($P<0,05$) o peso relativo do fígado apenas no ambiente termoneutro. Conclui-se que o aumento do nível de óleo em rações isoenergéticas para suínos em terminação, mantidos em ambientes de termoneutralidade (19°C) e estresse por calor (31°C) melhora o desempenho dos animais. A redução de proteína em 2,5 pontos percentuais nas

rações de suínos machos castrados dos 70 aos 100 kg, alojados no ambiente de conforto e calor, não influencia negativamente o desempenho, parâmetros fisiológicos e as características quantitativas da carcaça, desde que as dietas sejam devidamente suplementadas com aminoácidos essenciais.

Palavras-chave: Carcaça. Desempenho. Nutrição. Parâmetros fisiológicos. Temperatura.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of diets formulated with reduction crude protein (CP) supplemented with synthetic amino acids and the inclusion of soybean oil (SO) in isocaloric diets, in the environment of heat stress (31 ° C) and thermal comfort (19 ° C) on the performance, carcass characteristics and physiological parameters of finishing pigs. A total of one hundred and twenty barrows were used from commercial line, with average weight of 68.0 ± 1.9 kg in a trial period of thirty days. It was used a randomized block design (initial weight) in 2x3x2 factorial design (two levels of CP 16.2% and 13.7%; and three levels of SO 1.5%, 3.0% and 4.5% and two ambient temperature 19 ° C and 31 ° C), totaling twelve treatments and five repetitions with the experimental portion represented by two animals. The animals were weighed at the beginning and end of the experiment and consumption evaluated to determine performance. At the end of the experimental period, after fasting for 12 hours, half the animals (one of each experimental unit) were slaughtered and the carcass left chilled for evaluation. The animals maintained at thermoneutral environment had higher feed intake ($P < 0.05$) compared to those maintained at 31 ° C. The reduction of dietary protein improve feed intake in both environments. In the thermoneutral environment the animals treated with 13.7% CP and 1.5% SO had ($P = 0.06$) improved daily weight gain (DWG, corresponding to the best feed intake (FI). For the feed:gain ratio (F/G) was linear effect of the oil levels ($P < 0.05$). It was observed that animals maintained in the heat stress showed ($P < 0.05$) better F/G when fed with 16.2% CP and 1.5 SO compared to those of thermoneutral. There was no influence of temperature and neither diet ($P > 0.05$) on carcass yield, loin eye area, carcass meat yield and ratio meat/fat, except for the backfat thickness and loss by chilling. Animals fed diets with lower protein and higher oil level, had greater backfat thickness ($P < 0.05$). The carcasses of animals maintained in a thermoneutral environment had higher loss by chilling ($P < 0.05$). No significant levels of oils neither of protein ($P > 0.05$) on rectal temperature, temperature of the neck, shoulder clod and ham hock and respiratory frequency. Only animals maintained to heat stress (31 ° C) showed higher values of these parameters in relation to animal comfort (19 ° C). The relative weight of the lung was not influenced neither by diet nor by temperature ($P > 0.05$) although the latter influenced ($P < 0.05$) weight of heart and kidney. Increasing levels of oil reduced ($P < 0.05$) the relative liver weight only in a thermoneutral environment. It was concluded that increasing the oil level in isoenergetics diets for finishing pigs, maintained in thermoneutral environments (19 ° C) and heat stress (31 ° C) improves the performance of animals. The reduction of protein in 2.5 percentage points in the diets of barrows from 70 to 100 kg, maintained in the environment of comfort and heat stress, does not influence performance, parameters physiological and quantitative

characteristics of the carcass, since the diets are properly supplemented with essential amino acids.

Keywords: Carcass. Performance. Nutrition. Physiological parameters. Temperature.

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1	14
1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	Ambiente térmico e índices bioclimáticos	17
2.2	Estresse térmico ou calórico	21
2.3	Termorregulação em suínos	23
2.4	Temperatura ambiente e Desempenho produtivo	26
2.4.1	Consumo	26
2.4.2	Ganho de peso e Conversão Alimentar	27
2.4.3	Características de Carcaça	28
2.5	Parâmetros Fisiológicos	30
2.5.1	Frequência Respiratória (FR)	31
2.5.2	Temperatura Retal (TR)	33
2.5.3	Temperatura da pele e peso dos órgãos	35
2.6	Manejo Nutricional no Calor	36
	REFERÊNCIAS	38
	CAPÍTULO 2 USO DE DIETAS MODIFICADAS PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO MANTIDOS EM AMBIENTE DE CONFORTO E CALOR: DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA	45
1	INTRODUÇÃO	49
2	MATERIAL E MÉTODOS	50
2.1	Local e período experimental	50
2.2	Animais e instalações	50
2.3	Procedimento e Delineamento experimental	55
2.4	Dietas experimentais	57

2.5	Análise estatística	59
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
3.1	Índices Bioclimáticos	60
3.2	Desempenho.....	61
3.3	Características de Carcaça.....	71
4	CONCLUSÃO	77
	REFERÊNCIAS	78
	CAPÍTULO 3 DIETAS MODIFICADAS para SUÍNOS	
	MACHOS CASTRADOS EM TERMINAÇÃO MANTIDOS	
	EM AMBIENTE DE CONFORTO E CALOR:	
	PARÂMETROS FISIOLÓGICOS	84
1	INTRODUÇÃO	87
2	MATERIAL E MÉTODOS	89
2.1	Local e período experimental.....	89
2.2	Animais e instalações	89
2.3	Procedimento e Delineamento experimental	90
2.4	Dietas experimentais	91
2.5	Análise estatística	93
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	94
3.1	Temperatura retal e pele, frequência respiratória, e peso de	
	órgãos	94
4	CONCLUSÃO	102
	REFERÊNCIAS	103
	ANEXO	107

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da suinocultura no Brasil ocorreu de forma bastante intensa nas últimas décadas em virtude dos avanços nos conhecimentos em genética, nutrição, sanidade, reprodução e manejo. Atualmente, os avanços obtidos nestas áreas têm sido limitados, principalmente, pelos fatores ambientais e pelo ambiente térmico, aos quais os animais são submetidos.

Nos países de clima tropical, um dos desafios de produção são os fatores ambientais de alta temperatura e alta umidade dentro das instalações, os quais são limitantes para o bem-estar e uma alta produtividade. Ainda há o agravante de que as raças selecionadas para maior produção de carne magra, geralmente, são provenientes de países de clima temperado, o que não permite a estas expressar o máximo de seu potencial genético. As linhagens de alta produção possuem sensibilidade ainda maior aos extremos de temperatura, portanto, sensíveis a climas tropicais e subtropicais como os encontrados no Brasil.

Dentro da amplitude de variação da temperatura do ambiente existe uma faixa em que a temperatura corporal se mantém constante com o mínimo de esforço dos mecanismos termorreguladores, onde, para os animais não existe sensação de frio ou de calor, chamada de “Zona de Conforto Térmico ou Zona de Termoneutralidade”.

A manutenção da homeotermia é obtida por uma série de ajustes fisiológicos, morfológicos e comportamentais, que objetivam equilibrar o calor produzido e perdido para o ambiente. Quando a temperatura do meio ambiente eleva acima do limite superior da Zona de Conforto, o sistema termorregulador é ativado para manter o equilíbrio térmico entre o animal e o meio, o que representa um esforço extra e, conseqüentemente, uma alteração na produtividade.

Suíno submetido a altas temperaturas ambientais reduz o consumo alimentar com intuito de diminuir o incremento calórico (IC). O incremento calórico (IC) é constituído basicamente do calor de fermentação e da energia gasta no processo de fermentação, assim como o calor resultante do metabolismo dos nutrientes.

Dentre as estratégias para melhorar a produtividade de suínos mantidos em ambientes de altas temperaturas, estão o uso de dietas modificadas nutricionalmente, que apresentam como vantagem a redução do incremento calórico.

Dessa forma, objetivou-se avaliar os efeitos de dietas formuladas com redução de teores de proteína, suplementadas com aminoácidos sintéticos, em combinação com a inclusão de óleos, sobre o desempenho, características de carcaça e parâmetros fisiológicos de suínos machos castrados em terminação mantidos em ambientes de estresse calórico e conforto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ambiente térmico e índices bioclimáticos

No conceito de Naas (1997), o ambiente animal é composto por fatores físicos (temperatura, luz, tipo de piso e ventilação), sociais (presença ou ausência de outros animais, hierarquia e dominância, tamanho e composição do grupo) e manejo (dieta, sistemas de desmame, tipos de arraçamento), entre outros.

Os elementos climáticos mais importantes, relacionados ao clima, com ação direta sobre os animais domésticos são: temperatura, radiação solar, umidade, pressão atmosférica, vento e chuva, e com ação indireta incluem a vegetação, instalações, solo e doenças. Estes efeitos não podem ser rigorosamente individualizados, constituindo o complexo climático que funciona como um todo (BAETA; SOUZA, 1997).

No Brasil, o principal fator de adaptação dos animais para produção tem sido os altos valores de temperatura do ambiente, associados aos de umidade relativa, que ocorrem em algumas regiões, o que reduz a produtividade de algumas espécies, quando comparados aos níveis de produção em climas subtropicais e temperados (YANAGI JÚNIOR, 2006).

A preocupação com o ambiente proporcionado aos suínos e sua capacidade termorregulatória apresenta uma importância cada vez maior, principalmente em regiões quentes. Segundo Brown-Brandl et al. (2001), as novas linhagens de suínos estão mais susceptíveis ao estresse calórico em virtude do calor adicional produzido para a maior deposição de tecido magro apresentada pelas novas linhagens. Isso aumenta a dificuldade para a manutenção da homeotermia em ambientes quentes.

A temperatura do ar é um dos principais elementos climáticos condicionante para o conforto térmico e funcionamento geral dos processos fisiológicos, por envolver a superfície corporal dos animais, afetando diretamente a velocidade das reações que ocorrem no organismo e influenciando a produção animal (YANAGI JÚNIOR, 2006).

Sem o ambiente adequado, o animal é incapaz de demonstrar seu máximo potencial genético produtivo e reprodutivo, de manter sua higidez (estado de perfeita saúde) e de nutrir-se de forma adequada, quanto ao consumo e eficiência no aproveitamento dos nutrientes, devido ao desvio de energia para a manutenção da homeotermia. A manutenção do conforto do animal é, portanto, fundamental para se garantir maior desempenho de suínos (SARUBBI, 2005) evitando que os animais diminuam a eficiência de utilização da energia disponível (KERR et al., 2003).

A melhor maneira de expressar o ambiente térmico é através da temperatura ambiente efetiva que considera vários elementos climáticos e realmente expressa a temperatura que incide sobre os animais (HANNAS, 1999a).

A faixa de temperatura ambiente efetiva, na qual acontece o mínimo desperdício de energia é chamada de zona termoneutra ou zona de conforto térmico. A zona termoneutra é limitada inferiormente pela temperatura crítica inferior (TCI), região onde o animal necessita aumentar a taxa de produção de calor para manter a homeotermia, e superiormente pela temperatura crítica superior (TCS), onde o animal deve dissipar calor para manter a temperatura corporal constante (SOUSA, 2004). Cada espécie animal assim como cada fase de criação dos suínos, possui uma faixa de temperatura de conforto, onde o esforço termorregulatório do animal é mínimo e o desempenho em qualquer atividade é otimizado (Figura 1).

A zona de conforto térmico compreende a faixa de temperatura ambiente efetiva, na qual o calor produzido durante os processos de manutenção e produção é igual ao calor dissipado para o ambiente térmico, sem aumento da produção de calor metabólico.

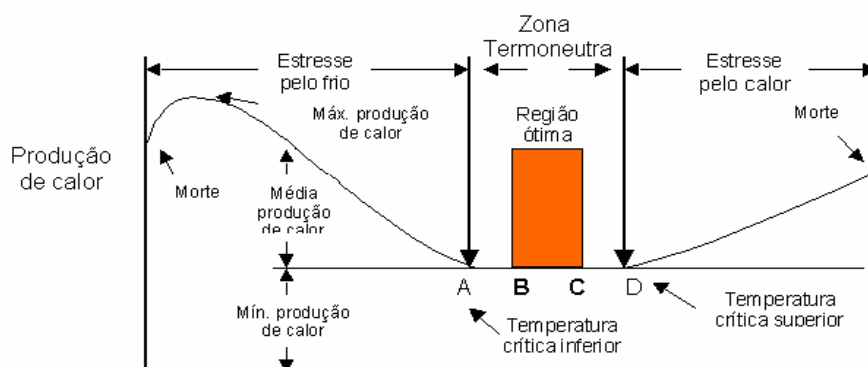


Figura 1 Zona de Termoneutralidade dos suínos

A temperatura efetiva, compreendida entre os pontos A e D, representa a zona de conforto térmico ou zona termoneutra (para suínos em terminação varia entre 12 a 22°C). A temperatura abaixo do ponto A, representa a temperatura crítica inferior, onde a produção de calor atinge seu valor máximo e começa a declinar, quando serão utilizadas as reservas do animal, no qual o animal morre por hipotermia. O ponto D, representando a temperatura crítica superior, os animais irão colocar em funcionamento seus mecanismos fisiológicos para minimizar sua produção de calor e dissipar o calor corpóreo extra (FERREIRA, 2005).

Turco et al. (1998) estudando os efeitos da temperatura desde 25 até 43°C com 50% de umidade relativa, sobre o desempenho de suínos em várias faixas de peso, desde 45 até 160 kg, verificaram que, quanto mais pesado o animal, maior sua sensibilidade ao calor, sendo assim, suínos em terminação exigem temperaturas efetivas mais baixas para seu conforto.

As temperaturas ótimas para suínos na fase de terminação podem ser consideradas de uma forma geral entre 12 a 21°C (PERDOMO, 1995) e a umidade relativa por volta de 70%. De acordo com Silva (1999a) a zona crítica superior e inferior está situada acima de 27°C e abaixo de 5°C respectivamente, e a umidade relativa do ar ideal deve se encontrar entre 50 a 70% para suínos na fase de terminação.

A máxima taxa de crescimento para suíno com peso de 90 kg, segundo Nienaber et al. (1987) é alcançada à temperatura de 20°C.

Na maioria das espécies domésticas está comprovado que a temperatura corporal começa a subir como resposta à ação da temperatura do meio, quando esta sobe de 28 para 32°C (ESMAY, 1996). Esta hipertermia se acentua quando a elevação da temperatura acima deste valor está associada à umidade elevada, radiação solar intensa e produção metabólica elevada. À medida que a hipertermia se acentua, a atividade respiratória e a sudorese aumentam o que provoca, finalmente, um desajuste na termorregulação.

Para caracterizar as condições térmicas do ambiente, alguns índices têm sido utilizados com objetivo de predizer, por meio de um único valor, as condições térmicas de um determinado ambiente. Um dos índices de conforto térmico mais utilizados é o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), proposto por Buffington et al. (1981), a partir do índice de temperatura e umidade (ITU). Este índice considera, em um único valor, os efeitos da temperatura do ar, da umidade relativa, da radiação incidente e da velocidade do vento, e tem sido usado para avaliar as condições de conforto ou desconforto animal, podendo ser calculado por meio da seguinte equação:

$$ITGU = T_{gn} + 0,36 T_{po} + 41,5$$

em que:

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

T_{po} = temperatura de orvalho (°C)

De acordo com Ferreira (2005), um dos melhores instrumentos utilizados para se quantificar a radiação trocada pelo animal é o termômetro de globo negro. A temperatura indicada pelo termômetro no globo fornece uma estimativa dos efeitos combinados das trocas de calor por radiação e convecção, associados à temperatura do ambiente, fornecendo valores mais próximos da sensação térmica do animal. Da mesma forma Buffington et al. (1981) concluíram que, em regiões tropicais, o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) é o melhor indicador de conforto térmico, quando comparado ao ITU (índice de temperatura e umidade) que leva em consideração as temperaturas dos termômetros de bulbos seco e úmido. Segundo estes autores, a diferença da temperatura de globo negro e de bulbo seco reflete o efeito da radiação solar sobre o animal.

2.2 Estresse térmico ou calórico

Estresse calórico é o desequilíbrio que ocorre no organismo do animal em resposta às condições ambientais adversas, tais como alta temperatura ambiente, alta umidade relativa do ar e alta radiação solar (MOBERG, 2000). Estas condições, aliadas à alta produção de calor metabólico, resultam em um estoque de calor corporal excedente. O estresse calórico ocorre, então, quando térmica que o animal recebe do ambiente, adicionada a carga calórica produzida pelo metabolismo, são maiores que a capacidade do animal em eliminar para o ambiente o estoque de calor excedente.

O estresse climático é aquele causado pelos elementos climáticos (temperatura, umidade, radiação solar) e pode afetar o crescimento, a produção e

a reprodução dos animais. Em regiões de clima quente predomina o estresse pelo calor (BAETA; SOUZA, 1997).

O calor excessivo, ou qualquer outro agente estressor que afete o comportamento, a fisiologia e o sistema imunológico provocam redução no desempenho animal, como também a saúde e bem-estar. Porém, a exposição por pouco tempo pode ter pequeno efeito e a vulnerabilidade ao agente estressor está associada a não adaptação do animal. Fatores individuais, idade, nutrição e saúde também influenciam o nível de resistência a agressão ambiental (HAHN, 1999).

O estresse frequentemente é acompanhado de numerosas alterações estruturais e funcionais do organismo, como parte de um mecanismo de defesa. Representa uma modificação progressiva dos mecanismos fisiológicos, para permitir que o indivíduo responda ao agente estressor com alteração mínima da homeostasia (SILVA, 2000).

Portanto, o estresse serve para proteger o estado homeostático do indivíduo. Por outro lado, também pode aumentar a susceptibilidade a doenças, denominadas de "doenças de adaptação" por induzir alterações patológicas, as quais resultam, principalmente, de erros na "síndrome geral de adaptação". O estresse foi classificado por Selye (1973 citado por MACHADO; HOTZEL, 2000), em três estágios: (1) reação de alarme ou mobilização das defesas, (2) estágio de resistência, associada com energia adaptativa e redução dramática nos processos de reação de alarme e (3) estágio de exaustão. No primeiro estágio a adaptação ainda não ocorreu. No segundo, a adaptação é ótima e no terceiro, a mesma foi perdida.

Estudo desenvolvido em câmaras climáticas revelou que as matrizes respondem, imediatamente, ao estresse calórico aumentando as temperaturas corporais da pele e das glândulas mamárias e respirando com maior frequência

para tentar facilitar o resfriamento pelas vias respiratórias e a perda de calor evaporativo (RENAUDEAU et al., 2001).

Por outro lado, quando a exposição foi feita por um período de tempo mais longo, os animais demonstraram um ajuste fisiológico sugestivo de um processo de aclimação (SPENCER et al., 2003).

2.3 Termorregulação em suínos

A preocupação com o ambiente proporcionado aos suínos e sua capacidade termorregulatória vem assumindo importância cada vez maior, principalmente em regiões com altas temperaturas.

Os suínos são animais homeotermos, sua temperatura corporal varia entre 38,6 a 39,3°C. Todos os animais homeotermos possuem uma central termorreguladora no sistema nervoso central, cujo órgão responsável é o hipotálamo. O hipotálamo recebe estímulos de termorreceptores na pele e em tecidos mais profundos, incluindo medula espinhal, órgãos abdominais e grandes veias, ativando, a partir daí, os melhores meios de manter a temperatura corporal constante (CURTIS, 1983).

Porém, os suínos em terminação, em especial, são suscetíveis a elevadas temperaturas devido a sua limitada capacidade de eliminação de calor corporal por evaporação, visto que apresentam uma espessa camada de tecido adiposo subcutâneo, limitada capacidade de perda de calor por sudorese (KUNAVONGKRIT et al., 2005) e pelo reduzido número de glândulas sudoríparas (ABREU et al., 2002). De acordo com algumas pesquisas, o canal excretor do suor está bloqueado por queratina. Como consequência, esses animais têm menor tolerância ao calor em relação a outros animais, o que dificulta sua adaptação aos trópicos (ANDERSSON; JONASSON, 2006).

A elevação da temperatura ambiente altera todo o complexo endócrino responsável pela iniciação e manutenção da homeostase, promovendo desequilíbrio hormonal, como consequência da ativação excessiva do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal e/ou pela produção alterada de outros hormônios fora deste eixo regulatório, quando a hipófise está prioritariamente sensível para o desencadeamento da síndrome de adaptação (MÖSTL; PALME, 2002).

No hipotálamo posterior estão os receptores que respondem ao frio e no anterior estão os que respondem ao calor. Quando são ativados, estimulam a hipófise, que passa a liberar no sangue o hormônio adrenocorticotrófico (ACTH). Este, por sua vez, estimula as glândulas adrenais, que passam a liberar a adrenalina e a noradrenalina. Estas substâncias são responsáveis pelas alterações físicas e metabólicas indispensáveis para manter a temperatura corporal constante (GUYTON; HALL, 2006).

Roppa (2003) relatou que o suíno percebe as mudanças térmicas através de seus receptores, localizados na pele e no cérebro. Os da pele, menos eficientes, só percebem variações acima de 1°C, enquanto que os cerebrais, muito mais sensíveis, percebem variações de milésimos de grau Celsius. Estes receptores estão localizados no Hipotálamo, na base do cérebro.

Os suínos trocam calor com o ambiente à medida que a temperatura do meio se eleva até a zona de termoneutralidade, que é a faixa de temperatura de máximo conforto térmico para o animal. Quando a temperatura do ambiente ultrapassa o limite superior da zona de conforto, os suínos reagem através da dissipação de calor utilizando os mecanismos sensíveis como condução, convecção, radiação e mecanismos latentes de evaporação. Os mecanismos de condução, convecção e radiação dependem da existência de gradiente de temperatura entre o animal e o ambiente (ROBINSON, 2004).

Segundo Ashrae (2001), suínos com peso vivo de 100 kg mantidos à temperatura ambiente de 30°C, a dissipação de calor sensível é de 60W/suíno e de calor latente é 125W/suíno.

Dentro da faixa de conforto térmico para os animais, 75% das perdas de calor se fazem por mecanismo sensível. À medida que a temperatura se eleva, a dissipação de calor latente (evaporação) que ocorre na pele e nas vias respiratórias assume a maior participação na dissipação de calor do animal para o ambiente (FERREIRA, 2005). Em altas temperaturas os suínos perdem de 60 a 70% do calor corporal por resfriamento evaporativo, devido sua dificuldade de sudação (SOUSA, 2002).

Na convecção, que é a troca de calor através de um fluido (líquido ou gás), o aquecimento do ar inspirado no interior do sistema respiratório, rouba calor do organismo. Esta perda de calor ocorre em maior proporção com a temperatura ambiente baixa. A mesma é aumentada com a aceleração do ritmo respiratório.

Na radiação, a dissipação de calor ocorre pela emissão de raios caloríficos através do meio, sem que este se aqueça. O animal irradia calor até objetos mais frios e recebe radiação de objetos mais quentes. Animais de cor clara refletem mais calor que animais de cor escura.

A condução é definida pela transferência de calor do centro do organismo até a superfície corporal externa, através do contato de partículas dos tecidos. Como também a ingestão de água fria, ou rações, também ingeridos frios, no interior do sistema digestório rouba calor do organismo.

Na evaporação, ocorre a eliminação da água através da pele (glândulas sudoríparas) e também através do ar expirado. A evaporação é nos climas quentes o principal processo de eliminação do excesso de calor corporal e a mesma é prejudicada pela umidade do ar elevada e favorecida pelos ventos.

Assim, a condução, a radiação e a convecção têm eficiência reduzida, e o mecanismo de evaporação, principalmente pelas vias respiratórias (suínos e aves) passa a assumir papel mais importante na dissipação de calor corporal. Como consequência, esses animais são mais suscetíveis à hipertermia quando expostos ao estresse pelo calor (ANDERSSON; JONASSON, 2006).

2.4 Temperatura ambiente e Desempenho produtivo

2.4.1 Consumo

Como o consumo de alimento está associado à produção de calor, a manifestação do apetite é um mecanismo termorregulador. Duas áreas estão envolvidas na regulação do consumo. A primeira, localizada na região dos núcleos ventromediais é o centro da saciedade e a segunda, no hipotálamo lateral, que é o centro da fome.

O ambiente térmico influencia o consumo de ração, a taxa de eficiência e o ganho de peso dos animais, provocando assim, modificação na composição de sua carcaça. A redução do consumo de ração pelo animal é uma forma de reduzir o calor gerado nos processos de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes, também conhecido como incremento calórico.

Manno et al. (2006), estudando os efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg, verificaram que o consumo de ração pelos animais sob estresse por calor foi 12% inferior ao daqueles em conforto térmico recebendo ração à vontade. Da mesma forma Lopez et al. (1991) avaliando o efeito da alta temperatura (22,5°C a 35°C) sobre o desempenho de suínos em terminação, encontraram redução no ganho de peso diário e consumo de ração de 16,3 e 10,9% respectivamente, em relação a suínos mantidos em ambiente termoneutro (20°C).

Le Dividich et al. (1998 citado por ABREU et al., 2002), em revisão de literatura, registraram uma redução do consumo que varia de 40 a 80 g / °C quando aumentou a temperatura ambiente de 28 até 35°C para suínos de 50 a 93 kg. A proporção de redução no consumo voluntário varia entre os autores, podendo estar associada a fatores, como genótipo, peso vivo, dieta, faixa de temperatura estudada, etc.

Uma diminuição no consumo de alimentos pode influenciar o desempenho, mesmo que os animais não apresentem piora na conversão alimentar (FERREIRA, 2005).

2.4.2 Ganho de peso e Conversão Alimentar

Os efeitos negativos do estresse calórico sobre o consumo voluntário se refletem em alterações da condição corporal do suíno, sendo comum observar maior perda de peso corporal comparados àqueles animais mantidos em ambientes com temperaturas termoneutras. Na zona de termoneutralidade, os suínos obtêm os maiores índices de ganho, uma vez que a temperatura ambiental tem pouca influência na produção de calor metabólico.

Tavares, Donizele e Oliveira (2000) ao estudarem a influência da temperatura ambiente no desempenho de suínos machos dos 30 aos 60 kg submetidos a altas temperaturas (32°C), verificaram redução no consumo diário de ração, no ganho de peso diário e piora na taxa de conversão alimentar, sem afetar, entretanto, as características de carcaça. Da mesma forma Lopez et al. (1991) avaliando o desempenho de suínos em terminação, verificaram que animais mantidos no calor ganharam 17,5% de peso a menos, em relação àqueles submetidos a temperaturas mais amenas.

Temperatura ambiente entre 15 e 21°C produzem as máximas taxas de ganho de peso. A conversão alimentar de suínos piora a partir de temperaturas

maiores que 15°C (ASHRAE, 2001). Kipper et al. (2009) realizaram uma meta-análise para avaliar a associação da temperatura ambiental no calor com o desempenho de suínos. Ao estudarem dados coletados de 42 artigos publicados entre 1964 e 2008, verificaram que a partir dos 25 °C, para cada aumento de 1°C na temperatura ambiental, há redução de 36 g no ganho de peso dos animais.

Entretanto, conforme dados de Le Bellego, Milgen e Noblet (2002), a inclusão de gordura à dieta com baixo teor de PB suplementada com aminoácidos sintéticos melhorou a CA dos suínos. Do mesmo modo, Spencer et al. (2005) observaram uma melhora na CA com a inclusão de óleo na dieta de suínos em terminação mantido em ambiente quente, possivelmente, potencializado pelo aumento do consumo e melhora da palatabilidade das rações.

2.4.3 Características de Carcaça

Estudos para prever a quantidade de carne nas carcaças têm sido conduzidos por vários pesquisadores, a partir dos quais se têm gerado equações de regressão em função do genótipo. Bereskin (1984) propôs equações diferenciadas, para machos e fêmeas mostrando castrados, assim que estas equações também variam em função do sexo.

Avaliando sistemas de classificação de carcaça, Pomar et al. (2001), propuseram que os modelos que usam espessura de toucinho em combinação com profundidade do músculo sejam usados para prever o rendimento ou a porcentagem de carne na carcaça.

Suínos vivendo em ambientes de calor apresentam uma aparência de maior comprimento do corpo do que animais mantidos em ambientes frios. Segundo Noblet et al. (2001) isto representa mecanismos de adaptação que facilitam a dissipação de calor através do aumento da área de superfície corporal

e reduzida insolação térmica. De forma semelhante, Witte et al. (2000) observaram aumentos no comprimento da carcaça de suínos em terminação, criados em condições de calor comparados a suínos mantidos em condições termoneutras.

Kiefer et al. (2010) constataram que suínos em terminação submetidos ao ambiente de estresse por calor apresentaram carcaças mais leves, de maior rendimento e com menor percentual de carne comparados aos animais no conforto. Isto tem sido justificado pela redução do tamanho e peso das vísceras (KIEFER et al., 2009), provavelmente, como forma alternativa do organismo de reduzir a produção de calor pelos tecidos que são metabolicamente ativos.

O efeito da temperatura ambiental sobre as características de carcaça é influenciado pelo regime alimentar. De fato Le Bellego, Milgen e Noblet (2002) verificaram que a redução do nível de PB da dieta com a suplementação de aminoácidos aumentou a deposição de gordura na carcaça de suínos em terminação mantidos em ambiente de alta temperatura. Isso ocorreu, porque a redução do excesso de aminoácidos aumenta o conteúdo de energia líquida, em razão do menor incremento calórico e gasto energético para catabolismo e esta energia poupada é depositada na forma de gordura.

Entretanto, Orlando et al. (2007) não constataram variações nas características de carcaça para suínos em terminação mantidos em ambiente de alta temperatura, quando se reduziu o teor de PB da dieta em 5,2 pontos percentuais com suplementação de aminoácidos essenciais.

Fatores nutricionais como a variação dos níveis de proteína e a inclusão de óleos e/ou gorduras, são adotados com a finalidade de diminuir os efeitos do calor ambiente, devido ao seu menor incremento calórico (IC). Porém nem sempre alcançam os melhores resultados de características de carcaça. De fato Spencer et al. (2005), constataram que suínos mantidos no ambiente de calor que receberam dietas com inclusão de óleo de soja a 8%, apresentaram maior ET em

relação aos animais alimentados com dietas contendo 1% de óleo de soja, independente da redução do nível de PB.

2.5 Parâmetros Fisiológicos

As respostas fisiológicas adaptativas ao calor incluem vasodilatação periférica, aumento da taxa de produção de suor (taxa de sudorese), aumento da frequência respiratória, aumento da temperatura da pele, da temperatura corporal e dos batimentos cardíacos, redução no consumo de alimento, e consequentemente redução no metabolismo basal e energético.

Segundo Oliveira e Donzele (1999) e Tavares, Donzele e Oliveira (2000) essa última resposta tem como consequência a redução da produção de calor metabólico. As demais respostas facilitam a ação dos mecanismos físicos na dissipação de calor para o meio ambiente, através da radiação, condução, convecção e evaporação.

Dentre todos estes, os suínos não contam com a taxa de sudorese e a vasodilatação periférica, associado ao aumento da circulação de sangue na superfície corporal. Por isso, não são eficientes em dissipar calor, já que existe uma camada de gordura subcutânea considerável que dificulta este processo.

Além das adaptações fisiológicas citadas anteriormente, outro componente que também é utilizado para indicação do estado de estresse dos animais é o peso dos órgãos. A redução do peso dos órgãos causada pela temperatura elevada constitui, provavelmente, um ajuste fisiológico dos animais na tentativa de reduzir a produção de calor interno (Orlando et al., 2007). Zhao, Jorgensen e Eggum (1995) verificaram maior produção de calor em ratos criados a 18^oC, quando comparados àqueles mantidos em ambiente de 28^oC, que apresentaram menor peso de vísceras.

2.5.1 Frequência Respiratória (FR)

O primeiro sinal visível de animais submetidos ao estresse térmico é o aumento da frequência respiratória, que está relacionado à intensidade e à duração do estresse a que estão submetidos os animais. Esse mecanismo fisiológico promove a dissipação de calor por meio evaporativo.

A frequência respiratória aumenta durante o estresse por calor para estimular a perda evaporativa e manter o equilíbrio térmico corporal, ou seja, resfriar melhor o corpo (COLLIN et al., 2001). Este aumento constitui a principal e mais eficiente forma de dissipar calor em suínos e aves submetidas a altas temperaturas (OLIVEIRA NETO et al., 2001).

A frequência respiratória está sujeita a variações intrínsecas e extrínsecas. As intrínsecas caracterizam-se pelas respostas aos exercícios físicos, medo, excitação e estado fisiológico. Fatores extrínsecos são atribuídos ao ambiente, como condições climáticas, principalmente temperatura e umidade do ar, radiação solar, velocidade dos ventos, estação do ano, hora do dia, densidade e sombreamento (PEREIRA, 2005).

Hannas (1999b) verificou que suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg, mantidos em ambiente de conforto (23°C) e alta temperatura (33°C), apresentaram frequência respiratória 66,7% superior àqueles mantidos no conforto, concordando com a revisão de Fialho (1994) onde foi relatado que um dos principais mecanismos de perda de calor nos suínos é a evaporação, que ocorre, principalmente, pelas vias respiratórias, ocasionando aumento da frequência respiratória do animal.

A frequência respiratória normal de suínos em crescimento e terminação varia de 30 a 40 movimentos por minuto (MUIRHEAD; ALEXANDER, 1997). Em situação de estresse térmico, ocorre aumento da frequência respiratória para acentuar a dissipação de calor por evaporação, visando compensar a perda

mínima que ocorre por sudorese. Quando excede 40 movimentos por minuto, pode indicar estresse térmico (YAN; YAMAMOTO, 2000). Sob estresse térmico, a frequência respiratória começa a elevar-se antes da temperatura retal.

De acordo com Cunningham (1999), a resposta da frequência respiratória ao estresse térmico se dá, em primeiro momento, por estímulos periféricos, ou seja, o aumento da frequência respiratória ocorre em função da elevação da temperatura da pele, antes mesmo do aumento da temperatura retal. Estes autores argumentam que o aumento da temperatura interna atua como estímulo central, reforçando o estímulo periférico.

Devido à ausência de glândulas sudoríparas funcionais, nos suínos a perda de calor em condições de altas temperaturas ocorre, basicamente, por meio da respiração ofegante, processo que provoca uma intensa perda de CO₂, causando um desequilíbrio eletrolítico. A eliminação respiratória do dióxido de carbono é o grande regulador da concentração do ácido carbônico no organismo. Quando a eliminação do dióxido de carbono nos alvéolos pulmonares é excessiva, a quantidade de CO₂ e, em consequência, a quantidade de ácido carbônico do sangue estão diminuídos (HOUPY, 2006).

O balanço eletrolítico (BE) também chamado de balanço ácido-base ou equilíbrio cátion-aniônico (ECA) refere-se ao equilíbrio iônico dos fluidos orgânicos, que regulam o balanço ácido-básico para manutenção da homeostase orgânica (HOUPY, 2006).

Os eletrólitos da ração exercem influência no equilíbrio ácido-básico e, conseqüentemente, afetam processos metabólicos relacionados ao crescimento, à resistência a doenças, à sobrevivência ao estresse e ao desempenho (VIEITES et al., 2005). Os três principais íons envolvidos nos processos metabólicos são os cátions sódio (Na⁺) e potássio (K⁺), e o ânion cloro (Cl⁻), em razão da absorção desses íons serem superiores a dos demais.

O ajuste do balanço eletrolítico das rações para suínos deve ser realizado em qualquer fase produtiva dos animais, sendo que, as melhorias no desempenho são mais evidentes nas categorias de crescimento e terminação em condições de estresse de calor (SAVARIS, 2009).

O balanço eletrolítico da ração depende da quantidade de proteína e do tipo de suplemento de eletrólitos utilizado, devendo-se lembrar que a redução da proteína bruta das formulações se dá pela diminuição do farelo de soja, um ingrediente responsável pelo fornecimento de potássio à formulação, associado ao fato de que aminoácidos sintéticos são utilizados em sua forma ácida, contribuindo sobremaneira, para formulações acidogênicas, podendo causar uma redução no BE.

O aumento sequencial do BE de 25 até 400 mEq/kg, realizado por Haydon et al. (1990), em rações para suínos em crescimento (21 a 50 kg), resultou em melhora linear no ganho de peso diário e no consumo diário de ração pelos animais. Haydon e West (1990) observaram melhora da digestibilidade ileal aparente da energia, da proteína e de alguns aminoácidos essenciais quando suínos em crescimento receberam rações com BE de 250 e 400 mEq/kg.

A formulação de rações com base no conceito de balanço eletrolítico, bem como a adição de sais na água e/ou na ração são práticas que podem ser implementadas para corrigir distorções no equilíbrio ácido-base provocado pelo aumento da frequência respiratória decorrente do estresse calórico (MESCHY, 1998).

2.5.2 Temperatura Retal (TR)

A temperatura retal é usada, frequentemente, como índice de adaptação fisiológica ao ambiente quente. Um aumento na TR significa que o animal está

estocando calor, e se este não é dissipado, o estresse calórico manifesta-se. Pois seu aumento indica que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes para manter a homeotermia (FERREIRA, 2002).

O aumento na temperatura corporal dos suínos é resultado de um desbalanceamento entre a dissipação e a produção de calor. A temperatura corporal normal dos suínos oscila entre 38,6 e 39,3°C e varia de acordo com a idade, peso, sexo, estado fisiológico e umidade do ar (MUIRHEAD; ALEXANDER, 1997).

O efeito do calor na temperatura corporal é determinado, não somente pelo clima (temperatura do ar, umidade e radiação solar), como também, pela disponibilidade de água e alimento. As fontes disponíveis de alimento e água em ambientes quentes exercem influência na temperatura corporal através das interações fisiológicas entre o metabolismo energético, que libera calor para manutenção e atividade produtiva e a água que entra no sistema via metabolismo intermediário e resfriamento evaporativo.

Em razão das diferenças nas atividades metabólicas dos diversos tecidos, a temperatura corporal não é homogênea e varia de acordo com a região anatômica (SILVA, 2000). Segundo este autor, as regiões superficiais apresentam a temperatura mais variável e são mais sujeitas às influências do ambiente externo e afirma que a temperatura retal é uma boa indicadora da temperatura corporal. Quando a temperatura corpórea ultrapassa 42°C a função celular fica seriamente prejudicada e o animal perde a consciência (BERNE et al., 2000).

Lopez et al. (1994) observaram maior temperatura retal em suínos em terminação mantidas em ambiente quente (27,7 – 35°C), quando comparado àquelas mantidas na termoneutralidade (20°C).

2.5.3 Temperatura da pele e peso dos órgãos

A temperatura de superfície corporal depende de condições ambientais (umidade e temperatura do ar e vento, por exemplo) e de condições fisiológicas (como vascularização e evaporação pelo suor) e representa as trocas de calor com o ambiente.

À medida que a temperatura ambiente aumenta a eficiência da dissipação de calor pela superfície corporal diminui. Nessa situação, o animal pode até certo ponto manter a temperatura corporal por meio de vasodilatação, que aumenta o fluxo sanguíneo periférico e a temperatura da pele, no entanto, se a temperatura ambiente continuar a se elevar, o animal passa a depender da evaporação através da respiração e/ou sudorese (CURTIS, 1983).

Em suínos na fase de crescimento, a pele é o principal órgão termorregulador, por onde se realizam as trocas de calor. Sua temperatura é influenciada, fisiologicamente, pelo fluxo sanguíneo que a percorre. Segundo Ashrae (2001), ao sentir desconforto térmico, o primeiro mecanismo fisiológico a ser ativado é a regulação vasomotora do fluxo sanguíneo local (vasodilatação ou vasoconstrição), reduzindo ou aumentando a resistência térmica da pele.

Quanto ao peso e tamanho dos órgãos, estes também fazem parte do conjunto de alterações fisiológicas provocadas pela adaptação dos animais a diferentes temperaturas de ambiente, estando estas características ligadas às modificações das exigências nutricionais dos animais. Tavares (2000) verificou redução do peso relativo do coração, pulmão, fígado em animais que se adaptam em temperaturas elevadas. Segundo Zhao, Jorgensen e Eggum (1995) 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.

No entanto Orlando et al. (2007) e Ferreira et al. (2007) em pesquisa com suínos em crescimento mantidos em ambiente quente, consumindo rações com diferentes níveis de PB suplementadas com aminoácidos sintéticos, não observaram efeito significativo sobre o peso relativo do fígado, rins e estômago. Segundo estes autores, a redução no peso dos órgãos pode também estar associada ao plano nutricional no qual os animais são submetidos.

2.6 Manejo Nutricional no Calor

Como forma de amenizar os problemas do estresse calórico pela dieta, podem ser indicados ajustes dos teores proteicos e/ou energéticos, relação proteína:energia (gorduras ou óleos), suplementação de aminoácidos sintéticos, adição de alimentos fibrosos às dietas para suínos e uso do conceito de equilíbrio eletrolítico.

O calor é produzido a partir do metabolismo de nutrientes e que produzem diferentes quantidades de calor. Sendo assim, algumas simples manipulações nas dietas dos suínos podem resultar em uma redução da quantidade do calor metabólico (MUIRHEAD, 1993 citado por FIALHO; OST; OLIVEIRA, 2001).

Por definição, o incremento calórico é representado pelo aumento da produção de calor após o consumo do alimento pelo animal. O IC é constituído basicamente do calor de fermentação e a energia gasta no processo digestivo, assim como o calor de produção resultante do metabolismo dos nutrientes.

Uma boa alternativa para formular dietas no verão é considerar o conceito de proteína ideal, o qual permite evitar o desequilíbrio de aminoácidos. O uso da proteína ideal diminui o incremento calórico, pois dietas suplementadas com aminoácidos sintéticos promovem menor produção de calor em virtude da diminuição do excesso de aminoácidos na proteína que seriam

catabolizados, gerando calor e agravando ainda mais o efeito da temperatura ambiente (NOBLET et al., 2001).

A inclusão de gorduras às dietas de suínos em épocas quentes tem demonstrado redução na quantidade de produção de calor, principalmente pelo menor IC. De acordo com a revisão de Fialho, Ost e Oliveira (2001), é importante também enfatizar que as gorduras apresentam uma alta densidade calórica, sendo que sua incorporação às dietas ajudam compensar a redução de consumo de energia durante altas temperaturas, propiciando desta forma um melhor desempenho aos animais.

Neste sentido, as alternativas para minimizar os efeitos do ambiente quente sobre a produção de suínos estão relacionadas ao uso de técnicas de manejo, modificações ambientais, seleção de linhagens mais adaptadas ao clima e uso de técnicas nutricionais, principalmente adicionando aminoácidos sintéticos à dieta em substituição à proteína bruta, assim com a inclusão de óleos e/ou gorduras para diminuir o incremento calórico segundo revisão de Fialho, Ost e Oliveira (2001).

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. L. T. et al. Nutrição em climas quentes. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 1., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: [s. n.], 2002. p. 200-217.
- ANDERSSON, B. E.; JONASSON, H. Regulação da temperatura e fisiologia ambiental. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. DUKES. Fisiologia dos animais domésticos. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 946 p.
- ASHRAE. Thermal comfort. In: _____. **Fundamentals**. Atlanta, 2001. chap. 8.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 246 p.
- BERESKIN, B. Comparing prediction equations to estimate lean cuts in swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 59, n. 5, p. 1270-1280, 1984.
- BERNE, M. et al. **Fisiologia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 785 p.
- BROWN-BRANDL, T. M. et al. Thermoregulatory profile of a newer genetic line of pigs. **Livestock Production Science**, Foulum, v. 71, p. 253-260, 2001.
- BUFFINGTON, D. E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, n. 3, p. 711-714, July/Aug. 1981.
- COLLIN, A. et al. Effect of high temperature on feeding behaviour and heat production in group-housed young pigs. **The British Journal of Nutrition**, Southampton, v. 86, p. 63-70, 2001.
- CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1999. 454 p.
- CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: State University, 1983. 409 p.
- ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. 2. ed. Westport: ABI, 1996. 325 p.

FERREIRA, R. A. Criação de suínos em clima quente. In: SEMANA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA, 2., 2002, Itapetinga. **Anais...** Itapetinga : UESB, 2002. v. 1, p. 73-101.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos.** Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005. 371p.

FERREIRA, R. A. et al. Redução da proteína bruta e suplementação de aminoácidos para suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 4, p. 818- 824, 2007.

FIALHO, E.T. 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, 1., 1994, São Paulo. **Anais ...** São Paulo: CBNA, 1994. p. 63-83.

FIALHO, E. T.; OST, P. R.; OLIVEIRA, V. Interações ambiente e nutrição estratégias nutricionais para ambientes quentes e seus efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2., 2001. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/>>. Acesso em: 8 ago. 2010.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica.** 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier , 2006. 1115 p.

HAHN, G. L. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. **Journal of animal science**, Champaign, v. 77, n. 2, p. 10–20, 1999.

HANNAS, M. I. Aspectos fisiológicos e a produção de suínos em clima quente. In: AMBIÊNCIA E QUALIDADE NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE SUÍNOS, 1., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999a. p.1-33.

HANNAS, M. I. **Proteína bruta para suínos machos castrados mantidos em diferentes condições térmicas dos 15 aos 30 kg.** 1999. 64 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999b.

HAYDON, K. D.; WEST, J. W.; McCARTER, M. N. Effect of dietary electrolyte balance on performance and blood parameters of ambient

temperatures growing-finishing swine fed in high. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 2400-2406, 1990.

HAYDON, K. D.; WEST, J. W. Effect os dietary electrolyte balance on nutrient digestibility determined at end of the small intestine and over the total digestive tract in growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, n. 68, p. 3687-3693, 1990.

HOUPT, T. R. **DUKES**: fisiologia dos animais domésticos. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 946 p.

KERR, B. J. et al. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environment temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 1998-2007, 2003.

KIEFER, C. et al. Respostas de suínos em crescimento mantidos em diferentes temperaturas. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, n. 221, p. 55-64, 2009.

KIEFER, C. et al. Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 2, p. 496-504, 2010.

KIPPER, M. S. et al. Relação do estresse ambiental por calor com desempenho em suínos: uma meta-análise. In: SEMINÁRIO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 3., 2009, Dois Vizinhos. **Anais...** Dois Vizinhos: UTPR, 2009. 1 CD ROM.

KUNAVONGKRIT, A. et al. Management and sperm production of boars under differing environmental conditions. **Theriogenology**, Stoneham, v. 63, p. 657-667, 2005.

LE BELLEGO, L.; MILGEN, J.; NOBLET, J. Effect of high temperature and low-protein on the performance of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 3, p. 691-701, Mar. 2002.

LOPEZ, J. et al. Effects of temperature on the performance of the finishing swine: I. Effects of a hot, diurnal temperature on average daily gain, feed intake and feed efficiency **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 1843-1849, 1991.

LOPEZ, J. et al. The effects of diets formulated on an ideal protein basis on growth performance, carcass characteristics, and thermal balance of finishing gilts housed in a hot, diurnal environment. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 2, p. 367-379, 1994.

MACHADO FILHO, L. C. P.; HÖTZEL, M. J. Bem estar em suínos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 5., 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Gessuli, 2000. p. 88-105.

MANNO, M. C. et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p. 471-477, 2006.

MESCHY, F. Balance electrolítico y productivida en animales monogástricos. Curso de Especializacion. **Cuadernos Técnicos**, Madrid, p. 15, 1998. Disponível em: <<http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/98CAPV.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2010.

MOBERG, G. P. Biological response to stress: implications for animal welfare. In: MOBERG, G. P.; MENCH, J. A. (Ed.). **The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare**. Wallingford: CABI, 2000. p. 1-22.

MÖSTL, E.; PALME, R. Hormones as indicators of stress. **Domestic Animal Endocrinology**, Auburn, v. 23, p. 67-74, 2002.

MUIRHEAD, M.; ALEXANDER, T. **Managing pig health and the treatment of disease**: a refernce for the farm. Sheffield: 5M Enterprises, 1997. 608 p.

NIENABER, J. A.; HAHN, L. G.; YEN, J. T. Thermal environment effects on growing-finishing swine, Part I -Growth, feed intake and heat production. **Trans Asae**, St. Joseph, v. 30, n. 6, p. 1772-1775, 1987.

NOBLET, J. et al. Effect of reduction of dietary protein level and fat addition on heat production and energy balance in growing pigs. **Animal Research**, Les Ulis, v. 50, p. 227-238, 2001.

OLIVEIRA NETO, A. R. et al. Exigência de metionina + cistina para frangos de corte mantidos em ambiente de estresse de calor. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. 1 CD ROM.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L. **Effect of environmental temperature on performance and on physiological and hormonal parameters of gilts fed at different levels of digestible energy.** *Animal Feed Science and Technology*, Davis, v. 81, p. 319-331, 1999.

ORLANDO, U. A. D. et al. Níveis de proteína bruta e suplementação de aminoácidos em dietas para leitoas dos 60 aos 100 kg mantidas em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 4, p. 1069 -1075, 2007. Supl.

PERDOMO, C. C. **Avaliação de sistemas de ventilação sobre o condicionamento ambiental e o desempenho de suínos fase de maternidade.** 1995. 239 p. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

PEREIRA, J. C. C. **Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal.** Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005.196 p.

POMAR, C.; FORTIN, A.; MARCOUX, M. Estimacão do rendimento magro de carcaças suínas com base em diferentes metodologias para medir espessura de gordura e músculo. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2001, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa, 2001. Disponível em: <[http:// www.cnpsa.embrapa.br](http://www.cnpsa.embrapa.br) > Acesso em: 16 jun. 2010.

RENAUDEAU, D. N. et al. Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on performance of multiparous lactating sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 1240-1249, 2001.

ROBINSON, N. E. Homeostase: termorregulação. In: CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária.** 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 550-560.

ROPPA, L. A suinocultura no mundo. Anuário Porkworld 2004, São Paulo: *Animal World*, v. 3, n. 17, dez. 2003.

ROPPA, L. Suinocultura mundial: situação atual e perspectivas. **Pork World**, Des Moines, v. 4, n. 25, 2005.

SARUBBI, J. **Estudo do conforto térmico, desempenho animal e racionalização de energia em uma instalação de suínos na região de Boituva**

– **SP**. 2005. 102 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, 2005.

SAVARIS, V. D. L. Estudos do balanço eletrolítico e da proteína bruta da ração para suínos em crescimento em condições de alta temperatura. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 41, n. 4, p. 818-824, 2009.

SILVA, I. J. O. **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Piracicaba: FEALQ, 1999a. 274 p.

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 285 p.

SOUSA, P. **Conforto térmico e bem estar na suinocultura**. Lavras: UFLA. 2004.

SOUSA, P. **Avaliação do índice de conforto térmico para matrizes suínas em gestação segundo as características do ambiente interno**. 2002. 103 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade de Campinas, Campinas, 2002.

SPENCER, J. D. et al. Early weaning to reduce tissue mobilization in lactating sows and milk supplementation to enhance pig weaning during extreme heat stress. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 2041-2052, 2003.

SPENCER, J. D. et al. Diet modifications to improve finishing pig growth performance and pork quality attributes during periods of heat stress. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, n. 2, p. 243-254, Feb. 2005.

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

TAVARES, S. L. S. **Níveis de energia digestível da ração para suínos dos 30 aos 60 kg mantidos em ambiente de termoneutralidade e calor**. 2000. 120 p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.

TURCO, S. H. N. et al. Avaliação térmica ambiental de diferentes sistemas de acondicionamento em maternidades suínolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, p. 974-98, 1998.

VIEITES, F. M. et al. 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**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 1990-1999, 2005.

WITTE, D. P. et al. Effect of dietary lysine level and environment temperature during the finishing phase on the intramuscular fat content of pork. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 5, p. 1272-1276, May 2000.

YAN, P. S; YAMAMOTO, S. Relationship between thermoregulatory responses and heat loss in piglets. **Animal Science Journal**, Champaign, v. 71, n. 10, p. 505-509, 2000.

YANAGI JÚNIOR, T. **Inovações tecnológicas na bioclimatologia animal visando aumento da produção animal: relação bem estar animal x clima**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/ITBA/Index.htm>. Acesso em: 5 jun. 2010.

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

**CAPÍTULO 2 USO DE DIETAS MODIFICADAS PARA SUÍNOS EM
TERMINAÇÃO MANTIDOS EM AMBIENTE DE CONFORTO E
CALOR: DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA**

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de dietas formuladas com redução do teor de proteína bruta (PB), suplementadas com aminoácidos sintéticos, e inclusão de óleo de soja (OS) em dietas isocalóricas, no ambiente de estresse calórico (31°C) e conforto térmico (19°C), sobre o desempenho, características de carcaça, parâmetros fisiológicos de suínos em terminação. Foram utilizados 120 suínos machos castrados de linhagem comercial, com peso inicial médio de 68,0± 1,9 kg, em um período experimental de trinta dias. Foi utilizado um delineamento em blocos casualizados (peso inicial), em esquema fatorial 2x3x2 (dois níveis de PB 16,2% e 13,7% ; três níveis de OS 1,5%, 3,0% e 4,5% e duas temperaturas ambientais 19°C e 31°C), totalizando doze tratamentos e cinco repetições, com a parcela experimental representada por dois animais. Os animais foram pesados no início e ao final do experimento e o consumo avaliado, para determinar o desempenho. Ao final do período experimental, após jejum de 12 horas, metade dos animais (um de cada unidade experimental), foi abatida e a carcaça esquerda resfriada para avaliação. No ambiente de conforto térmico, a temperatura média do ar da sala foi de 19,5 ± 0,4°C, a umidade relativa do ar foi de 83,1 ± 4,4% e o ITGU calculado de 69,5 ± 0,8. No ambiente de estresse por calor, a temperatura média do ar da sala foi de 31,4 ± 0,4°C, a umidade relativa do ar foi de 59,2 ± 4,2%, e o ITGU calculado de 82,1 ± 1,1. Os animais do termoneutro apresentaram (P<0,05) maiores consumos em relação ao calor, todavia para os dois ambientes os animais alimentados com dietas com menor teor de PB e maior nível de OS apresentaram maior consumo. Houve interação entre os níveis de óleo, proteína e ambiente (P=0,06) para GPD. No ambiente termoneutro os animais do tratamento com 13,7% PB e 1,5% OS tiveram (P=0,06) melhor GPD, correspondendo ao melhor CR. Para a CA houve efeito linear dos níveis de óleo (P<0,05). Observou-se que os animais mantidos no ambiente de estresse térmico apresentaram (P<0,05) melhor CA quando alimentados com 16,2 PB e 1,5% OS comparados àqueles do termoneutro. Com relação às características de carcaça a redução do nível de PB, a inclusão de óleo na dieta e a temperatura ambiente não influenciaram (P>0,05) o comprimento de carcaça, a área de olho de lombo, os rendimentos de carcaça e de carne na carcaça resfriada e a relação carne/gordura, de machos castrados aos 100 kg. Neste estudo houve interação (P<0,05) dos níveis de proteína e óleo para espessura de toucinho a 6,5 cm da linha dorso-lombar. Animais que receberam dietas com menor teor de proteína e maior nível de OS apresentaram (P<0,05) maior ET nos dois ambientes. Com relação às perdas por resfriamento da carcaça (PPR), não houve influência da dieta sobre esta variável (P>0,05). Os animais mantidos no conforto térmico apresentaram maior perda por resfriamento (P<0,05) em comparação aos animais do calor. Conclui-se que o aumento do nível de óleo em rações isoenergéticas para suínos em terminação e mantidos em ambientes de

termoneutralidade e estresse por calor, melhora o desempenho dos animais. A redução de proteína em 2,5 pontos percentuais nas rações de suínos machos castrados dos 70 aos 100 kg, alojados no ambiente de calor, não influencia o desempenho e as características quantitativas da carcaça, desde que as dietas sejam devidamente suplementadas com aminoácidos essenciais.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of diets with reduced crude protein (CP) supplemented with synthetic amino acids, and the inclusion of soybean oil (SO) in isocaloric diets, the environment of heat stress (31 ° C) and thermal comfort (19 ° C) on performance, carcass traits and physiological parameters of finishing pigs. A total of 120 barrows from commercial line, with average weight of 68.0 ± 1.9 kg in a trial period of thirty days. Was used a randomized block design (initial weight) in 2x3x2 factorial design (two levels of CP 16.2% and 13.7% and three levels of OS 1.5%, 3.0% and 4.5% and two ambient temperature 19 ° C and 31 ° C), totaling twelve treatments and five repetitions with the experimental portion represented by two animals. The animals were weighed at the beginning and end of the experiment and consumption evaluated to determine performance. At the end of the experiment, after fasting for 12 hours, half the animals (one from each replicate) were slaughtered and the carcass left chilled for evaluation. In the thermal comfort, the average temperature of the room air was 19.5 ± 0.4 ° C, relative humidity was $83.1 \pm 4.4\%$ and the calculated ITGU 69.5 ± 0.8 . Environmental heat stress, the average temperature of the room air was 31.4 ± 0.4 ° C, relative humidity was $59.2 \pm 4.2\%$, and ITGU calculated at 82.1 ± 1.1 . The animals were thermoneutral ($P < 0.05$) higher feed intake for the heating, however the two environments for the animals fed diets with lower CP and higher level of OS had higher feed intake. In the thermoneutral environment with pigs fed 16.2% CP and 4.5% OS had ($P < 0.05$) higher ADG, corresponding to the best CR. For the feed gain ratio effect was linear in the levels of oil ($P < 0.05$). It was observed that animals maintained in the heat stress showed ($P < 0.05$) better CA when fed with 16.2% CP and 1.5 OS compared to those of the thermoneutral. Regarding carcass characteristics to reduce the level of CP, the inclusion of oil in the diet and ambient temperature did not influence ($P > 0.05$) carcass length, the loin eye area, carcass yield and meat chilled carcass and meat: fat ratio of males castrated at 100 kg. In this study there was an interaction ($P < 0.05$) levels of protein and oil for backfat thickness, 6.5 cm from the midline. Animals fed diets with lower protein and higher level of OS had ($P < 0.05$) higher ET in both environments. Regarding the losses by cooling (PPR), no influence of diet on this parameter ($P > 0.05$). The animals maintained on thermal comfort had higher PPR ($P < 0.05$) compared to animals from heat. It is concluded that increasing the oil level in isocaloric diets for finishing pigs maintained in thermoneutral environments and heat stress, improves animal performance. The reduction of protein in 2.5 percentage points in the diets of barrows from 70 to 100 kg, housed in the heat, does not influence the performance and the quantitative characteristics of the carcass, since diets are supplemented with essential amino acids.

1 INTRODUÇÃO

Suínos mantidos em ambiente termoneutro tendem a expressar seu máximo potencial genético. Entretanto, quando são expostos a estresse por calor, o suíno reduz o consumo voluntário de alimentos e, conseqüentemente, o ganho de peso, a eficiência alimentar, composição e características de carcaça podem ser alteradas, numa tentativa de modificar a carga de calor proveniente de processos digestivos e metabólicos (COLLIN et al., 2001).

Suínos vivendo em ambientes de calor apresentam uma aparência de maior comprimento do corpo. Segundo Noblet et al. (2001), isto representa mecanismos de adaptação que facilitam a dissipação de calor através do aumento da área de superfície corporal e de reduzido isolamento térmico.

Os teores de proteína da dieta, assim como a temperatura, têm sido associados com alterações nas taxas de deposição de gordura e proteína na carcaça dos suínos. O uso de aminoácidos sintéticos e a adição de óleo na formulação das dietas também constituem, em uma alternativa nutricional utilizada na suinocultura tropical, uma vez que apresentam baixo incremento calórico possibilitando uma menor quantidade de calor metabólico produzido. Isto indica que a modulação dos componentes nutricionais das dietas pode ser um fator importante no desempenho dos suínos quando submetidos a altas temperaturas.

Objetivou-se, com este estudo, avaliar o efeito de dietas com níveis reduzidos de proteína bruta suplementadas com aminoácidos sintéticos e a adição de óleo, sobre o desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados em terminação mantidos em diferentes temperaturas ambientais (19 e 31°C).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e período experimental

O experimento foi conduzido na Unidade Experimental de Metabolismo em Suínos (UEMS), do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, entre os meses de abril a junho de 2010 (calor-31°C), e de julho a novembro de 2010 (conforto-19°C), no município de Lavras, MG, região sul do Estado de Minas Gerais, latitude 21° 14' 30'' (S), longitude 45° 00' 10'' (O) e 910 metros de altitude.

2.2 Animais e instalações

Foram utilizados 120 suínos machos castrados da linhagem Toppi selecionados para alta deposição de carne magra, em fase de terminação com peso inicial de $68 \pm 1,96$ kg e final de $95,4 \pm 3,6$ kg. Objetivando a adaptação dos animais ao ambiente, o experimento foi precedido de um período pré-experimental de cinco dias. Os animais foram alojados em grupos de dois, em baias separadas com grades, com piso de concreto e dotadas de comedouros semiautomáticos e bebedouros reguláveis tipo chupeta, situadas no interior de duas salas totalmente climatizadas, equipadas com lâmpadas, aquecedores, exaustores, umidificadores e desumidificadores, conectados a um painel de controle automático localizado no lado externo da sala (Figura 1).



Figura 1 Painel de Controle da sala da UEMS da UFLA

Cada sala climatizada possuía 56 m² com 12 baias de 1,38m x 2,82m de dimensão (seis de cada lado), com corredor central de 8,63 m de comprimento e 1,35 m de largura, pé direito de 2,23 m e duas portas isolantes de inox. Sua cobertura é de concreto recoberto por blocos de isopor com a finalidade de manter o isolamento térmico da sala (Figura 2).



Figura 2 Fotos da sala climatizada (1-Desumidificador; 2-Aquecedor e refrigerador ; 3 – Umidificador e 4-Tubo perfurado de ventilação)

No ambiente de alta temperatura e de conforto térmico, o sistema de controle foi regulado para manter a temperatura interna da sala em 31 e 19°C, respectivamente. A variação em cada tipo de ambiente foi de $\pm 1^\circ\text{C}$ e a umidade relativa do ar mantida em $65 \pm 10\%$.

O funcionamento dos equipamentos (umidificador e desumidificador), responsáveis pela umidade da sala, também era controlado pelo painel e tem um diferencial mínimo, pré-estabelecido, de 10%. Assim, quando a umidade está

acima do intervalo, estabelecido por este diferencial, o desumidificador é acionado e, quando está abaixo, aciona o umidificador.

A renovação de ar dentro das salas foi feita por meio de exaustores e ventiladores, dispostos nas paredes laterais. Um total de quatro exaustores, um de 50 cm de diâmetro, situado na parte superior da parede e três de 15 cm de diâmetro, na parte inferior da parede adjacente e um ventilador, ligado a uma tubulação, contendo pequenos furos, para distribuição homogênea do ar na sala. O exaustor maior e o ventilador estavam conectados ao painel de controle e programados por meio de um “timer”, para funcionarem por 15 minutos e ficarem desligados por dois minutos. Os três exaustores menores funcionavam em período integral (Figuras 3 e 4).

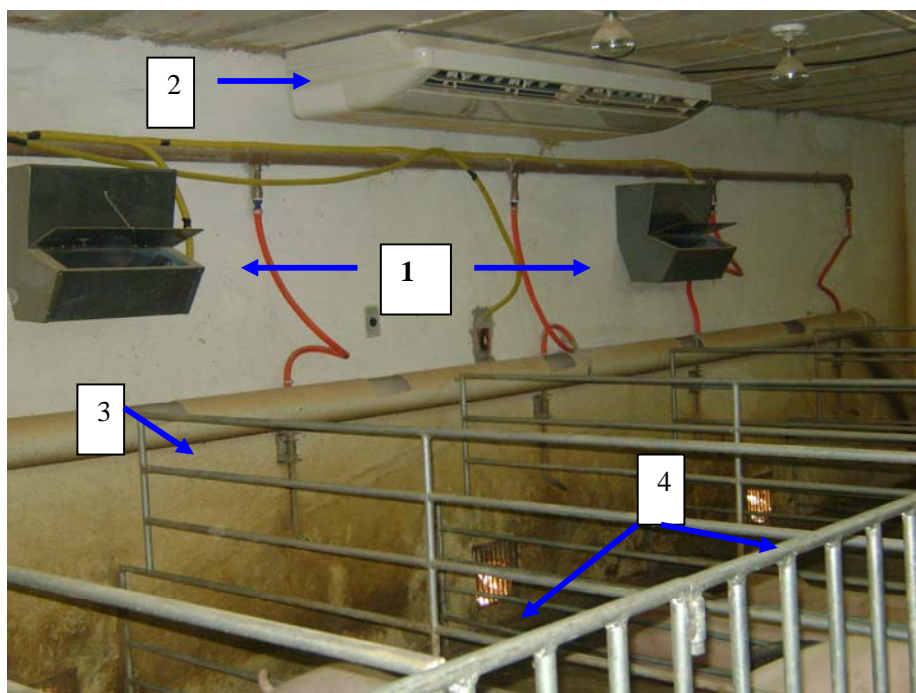


Figura 3 Equipamentos (1- aquecedores laterais; 2- ar condicionado; 3- tubulação para troca de ar e 4- exaustores inferiores)



Figura 4 Equipamentos (1- exaustor maior; 2- ventilador com tubo perfurado; 3- termômetros)

Para o ambiente termoneutro, o painel de controle foi programado para refrigeração, também, com um diferencial mínimo de $\pm 1^{\circ}\text{C}$, e por um aparelho de ar condicionado de 60.000 BTU, regulado para temperatura de 19°C e a umidade com mínima de 60% e a máxima de 70%.

A temperatura e a umidade relativa internas da sala climatizada foram monitoradas durante todo o período experimental, três vezes ao dia (8:00; 13:00 e 18:00 horas), por meio de termômetro de máxima e mínima, termômetro de bulbo seco e bulbo úmido e termômetro de globo negro, mantidos no centro da

sala a meia altura do corpo dos animais. Os valores registrados foram, posteriormente, utilizados no cálculo do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), segundo Buffington et al. (1981), caracterizando o ambiente térmico em que os animais foram mantidos.

2.3 Procedimento e Delineamento experimental

Foi utilizado um delineamento experimental em blocos ao acaso (peso inicial) em esquema fatorial 2x3x2 (dois níveis de proteína – 13,7 e 16,2%; três níveis de óleo – 1,5, 3,0 e 4,5% e em duas temperaturas ambiente de 19 e 31°C) totalizando 12 tratamentos com cinco repetições e dois animais por unidade experimental. Para o ensaio de desempenho, a parcela experimental foi constituída por dois animais por baia e para o ensaio de carcaça um animal por baia. O período experimental foi de 30 dias.

As rações e a água foram fornecidas à vontade aos animais. Diariamente, foi feita a limpeza das baias, e a ração fornecida e os desperdícios foram pesados para determinação do consumo de ração de cada baia. Os animais foram pesados no início e ao final do período experimental, para determinação do ganho de peso e da conversão alimentar.

Ao final do período experimental de 30 dias, os animais foram submetidos ao jejum alimentar por 12 horas. Após o jejum, todos os animais foram pesados para determinar o rendimento de carcaça. Metade dos animais de cada tratamento (um de cada unidade experimental) foi encaminhada ao frigorífico comercial e abatida por insensibilização mecânica e sangria. Posteriormente, procedeu-se a escalda, depilação, toailete e a abertura da carcaça para a evisceração.

Ao final da linha de abate foram pesadas as carcaças para a determinação do peso e o rendimento de carcaça quente. As carcaças foram

divididas longitudinalmente ao meio, e pesadas. Em seguida foram resfriadas a uma temperatura média de 1°C por 24 horas. Após as 24 horas de resfriamento, a meia carcaça esquerda de cada animal foi seccionada na altura da última costela, para a exposição do músculo *Longissimus dorsi* e do toucinho para a determinação da profundidade do lombo (PL), e da espessura de toucinho (ET), com o auxílio de um paquímetro foi realizada a medida da área de olho de lombo e de gordura subcutânea. Todas as mensurações foram feitas de acordo com as normas da Associação Brasileira dos Criadores de Suínos – ABCS (1973).

Para as características de carcaça, foram avaliados o rendimento (RC) e comprimento (CC); rendimento de pernil (RP); área de olho de lombo (AOL); profundidade de lombo (PL); a espessura de toucinho (ET) e o rendimento estimado de carne na carcaça resfriada (RCCR), esta última, por meio de análise de predição, conforme a fórmula descrita por Guidoni (2000).

$$RCCR = 65,92 - (0,685 \times ET) + (0,094 \times PL) - (0,026 \times PCQ)$$

Sendo:

RCCR= rendimento de carne na carcaça resfriada (%);

ET= espessura de toucinho;

PL= profundidade de lombo;

PCQ= peso da carcaça quente.

As medidas de profundidade de lombo e espessura de toucinho no ponto P2 foram tomadas no dia da pesagem da carcaça resfriada. Posteriormente, foram calculadas as áreas de olho de lombo e área de gordura subcutânea. Para determinar a relação carne:gordura de cada animal foi utilizada a equação proposta por Bridi e Silva (2007):

$$\text{RCG} = \text{AOL} / \text{AGS}$$

Onde:

RCG= relação carne / gordura;

AOL= área de olho de lombo;

AGS= área de gordura subcutânea.

2.4 Dietas experimentais

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com vitaminas, minerais e aminoácidos. As recomendações mínimas seguidas, inclusive dos aminoácidos suplementados, foram as sugeridas pelo manual da empresa TOPIGS para a linhagem (Toppi). A composição centesimal e os valores calculados das rações se encontram na Tabela 1.

O balanço eletrolítico das dietas (BED) experimentais foi calculado segundo Mongin (1980), por intermédio da fórmula:

$$\text{BED} = \text{mEqNa}^+ + \text{mEqK}^+ - \text{mEqCl}^-$$

Para o cálculo do BED, com base em valores percentuais dos eletrólitos, foi empregada a seguinte fórmula: $\text{BED} = \% \text{Na}^+ \times 10.000/22,990^* + \% \text{K}^+ \times 10.000/39,102^* - \% \text{Cl}^- \times 10.000/35,453^*$ (* Equivalente grama do Na, K e Cl, respectivamente).

Tabela 1 Composição centesimal e valores calculados das rações experimentais tanto para o calor como para o termoneutro

Ingredientes	Tratamentos					
	16,2% PB			13,7% PB		
	1,5%	3,0%	4,5%	1,5%	3,0%	4,5%
Milho	61,00	61,00	61,00	64,20	64,20	64,20
Farelo de Soja	25,00	25,00	25,00	19,00	19,00	19,00
Amido de milho	8,53	5,00	1,45	10,87	7,34	3,80
Óleo de soja	1,5	3,00	4,5	1,5	3,00	4,5
Fosfato Bicálcio	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
Calcário calcítico	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Sal iodado	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Px. Mineral ¹	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Px. Vitamínico ²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
DL- Metionina 99%	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05
L-Lisina 78%	0,00	0,00	0,00	0,18	0,18	0,18
L-Treonina 98%	0,02	0,02	0,02	0,12	0,12	0,12
L-Triptofano 98%	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02
Tylan ³	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Caulim	1,31	3,34	5,39	1,26	3,29	5,33
Carbonato de Potássio	0,00	0,00	0,00	0,18	0,18	0,18
BHT-antioxidante	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	100	100	100	100	100	100
Nível nutricional calculado						
EM (kcal / kg)	3250	3252	3253	3256	3257	3259
Proteína Bruta (%)	16,2	16,2	16,2	13,7	13,7	13,7
Ca (%)	0,65	0,65	0,65	0,64	0,64	0,64
Fósforo disponível (%)	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Lisina Digestível.(%)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Metionina Digestível.(%)	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
Treonina Digestível (%)	0,57	0,57	0,57	0,58	0,58	0,58
Triptofano Digestível (%)	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17
BE mEq/g	158	158	158	158	158	158

¹ Suplemento Mineral contendo, por Kg do produto: selênio, 500 mg; ferro, 70.000 mg; cobre, 20.000 mg; manganês, 40.000 mg; zinco, 80.000 mg; Iodo, 800 mg; cobalto, 500 mg.

² Suplemento vitamínico contendo por kg do produto: vitamina A, 8.000.000 UI; vitamina D₃, 1.200.000 UI; vitamina E, 20.000 mg; vitamina K₃, 2.500 mg; vitamina B₁, 1.000 mg; riboflavina (B₂), 4.000 mg; piridoxina (B₆), 2.000 mg; vitamina B₁₂, 20.000 mcg; niacina, 25.000 mg; ácido pantotênico, 10.000 mg; ácido Fólico, 600 mg; biotina, 50 mg; vitamina C, 50.000 mg; antioxidante, 125 mg

³ antibiótico Tylan G 250 contendo, por kg do produto: tilosina 100g, sulfametazina 100g, excipiente q.s.p. 1000 g.

2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância após o teste de normalidade (Shapiro Wilk), sendo as médias obtidas com o tipo de ambiente e níveis de proteínas comparadas pelo teste F e os níveis de óleo pela análise de regressão. Em caso de regressão quadrática, o teste de Student Newman Keuls a 5% foi utilizado. Para as variáveis: espessura de toucinho no ponto P2, relação carne:gordura e perda por resfriamento, raiz quadrada dos dados foi utilizada como opção de transformação. Toda análise estatística foi realizada utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Índices Bioclimáticos

Os valores de temperatura do ar (T_{ar}), umidade relativa (UR) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) das salas climatizadas estão representados na Tabela 2. A temperatura do ar dos tratamentos de conforto encontra-se dentro da faixa ideal para suínos em terminação de 12 a 21°C, de acordo com Perdomo (1995). Já no ambiente de estresse por calor a temperatura é considerada elevada, pois está acima da temperatura crítica superior, de 27°C para esta categoria animal, de acordo com Curtis (1983) e Nääs (1989).

Tabela 2 Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e índice de temperatura de globo e umidade das salas climatizadas usadas no experimento

Ambiente	Parâmetros		
	Tar (°C)	UR (%)	ITGU
Calor (31°C)	31,4 ± 0,4	59,2 ± 4,2	82,1 ± 1,1
Conforto (19°C)	19,5 ± 0,4	83,1 ± 4,4	69,5 ± 0,8

A temperatura média do ar neste estudo foi de 31,4 ± 0,4 e o valor de ITGU de 82,1 ± 1,1 que caracterizaram o ambiente de estresse por calor, estes resultados estão em conformidade com aquele obtido por Orlando et al. (2007) para leitoas dos 60 aos 100 kg, mantidas em ambiente de alta temperatura (30,6°C) e ITGU de 81 ± 1,0, confirmando o desconforto a que os animais foram submetidos pelo aumento da temperatura ambiental.

Do mesmo modo, Kiefer et al. (2010) encontraram valores de ITGU de 82,7 para suínos machos castrados em terminação submetidos a ambientes de alta temperatura (31,8°C).

Os valores de ITGU obtidos nos tratamentos de conforto térmico deste estudo foram próximos aos obtidos por Ferreira et al. (2005) e Manno et al. (2006) para suínos machos castrados mantidos em ambiente de termoneutralidade (respectivamente 69,2 e 72,3) . Em pesquisa realizada por Turco (1997), o limite superior de conforto térmico para suínos em terminação, com base no ITGU, foi igual a 72.

Sampaio et al. (2004) avaliando o ambiente térmico de uma instalação de crescimento e terminação de suínos na indicação do conforto térmico nas condições tropicais, verificaram que médias de ITGUs, ficaram entre 68,9 a 74,8.

Apesar de a umidade relativa no ambiente termoneutro ter ficado um pouco acima do ideal, não foi considerado um desconforto para o animal, visto que a frequência respiratória foi mantida em 30 a 40 movs/min. considerada normal, e o ITGU estava dentro da faixa limite recomendada para a categoria animal no conforto.

3.2 Desempenho

Os resultados de consumo médio de ração diário (CMR), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA) de suínos em terminação estão representados na Tabela 3.

Na Tabela 4 estão os resultados de consumo médio diário de energia metabolizável (CEM), de energia líquida (CEL), de proteína bruta (CPB) e consumo de lisina (CLis). Não houve interação ($P > 0,05$) entre níveis de proteína, níveis de óleo e temperatura para nenhuma dessas variáveis.

Tabela 3 Desempenho de suínos em terminação alimentados com dietas contendo níveis crescentes de óleo e dois níveis de proteína, mantidos em ambiente de termoneutralidade e calor

Ambiente	Proteína (%)	Óleo (%)			Média
		1,5	3,0	4,5	
<i>- Consumo de ração médio diário (kg/dia) -</i>					
Termoneutro*	13,7	2,890	2,782	2,874	2,849 a
	16,2	2,760	2,690	2,771	2,740 b
	Média	2,825	2,736	2,822	
Calor	13,7	2,495	2,582	2,594 a	2,557
	16,2	2,453	2,600	2,362 b	2,472
	Média	2,474	2,591	2,478	
	CV (%)	6,86			
<i>- Ganho de peso médio diário (g/dia) -</i>					
Termoneutro*	13,7	0,982 a*	0,973	0,981	0,979
	16,2 ¹	0,847 b	0,898	0,970	0,905
	Média	0,915	0,935	0,975*	
Calor	13,7	0,864	0,932	0,945 a	0,914
	16,2	0,833	0,911	0,838 b	0,861
	Média	0,849	0,922	0,892	
	CV (%)	7,49			
<i>- Conversão alimentar -</i>					
Termoneutro*	13,7	2,97 a	2,87	2,94	2,93
	16,2 ¹	3,26 b*	3,01	2,87	3,05
	Média	3,11	2,94	2,91	
Calor	13,7	2,89	2,77	2,75	2,81
	16,2	2,94	2,86	2,82	2,87
	Média	2,92	2,82	2,79	
	CV (%)	6,97			

* Difere do calor pelo teste F (P<0,01)

^{a,b} Médias diferem pelo teste F (P<0,05)

¹ Regressão linear significativa (P<0,05)

Tabela 4 Consumo médio diário de energia metabolizável, energia líquida, proteína bruta e lisina de suínos em terminação alimentados com dietas contendo níveis crescentes de óleo e dois níveis de proteína, mantidos em ambiente de termoneutralidade e calor

Ambiente	Proteína (%)	Óleo (%)			Média
		1,5	3,0	4,5	
<i>- Consumo de energia metabolizável (kcal/dia) -</i>					
Termoneutro*	13,7	9410	9059	9365	9278a
	16,2	8970	8749	9014	8911b
	Média	9190	8904	9190	
Calor	13,7	8122	8410	8453	8328a
	16,2	7972	8457	7683	8037b
	Média	8047	8433	8068	
	CV (%)	6,86			
<i>- Consumo de energia líquida (kcal/dia) -</i>					
Termoneutro*	13,7	6908	6650	6877	6811a
	16,2	6583	6422	6617	6541b
	Média	6745	6536	6747	
Calor	13,7	5962	6174	6206	6114a
	16,2	5850	6207	5640	5899b
	Média	5906	6190	5923	
	CV (%)	6,86			
<i>- Consumo de proteína bruta (g/dia)-</i>					
Termoneutro*	13,7	396,0	381,1	393,7	390,2a
	16,2	447,1	445,8	448,9	447,2b
	Média	421,5	408,4	421,3	
Calor	13,7	341,8	353,7	355,3	350,3a
	16,2	397,4	421,3	382,6	400,4b
	Média	369,6	387,5	369,0	
	CV (%)	7,00			
<i>- Consumo de lisina digestível (g/dia)-</i>					
Termoneutro*	13,7	21,7	20,9	21,6	21,4
	16,2	20,7	20,2	20,8	20,6
	Média	21,2	20,5	21,2	
Calor	13,7	18,7	19,4	19,5	19,2
	16,2	18,4	19,5	17,7	18,5
	Média	18,6	19,4	18,6	
	CV (%)	6,86			

* Difere do calor pelo teste F (P<0,01)

^{a,b} Médias diferem pelo teste F (P<0,05)

Não houve interação entre os níveis de proteína, níveis de óleo e temperatura para consumo de ração. Houve efeito (P<0,05) da temperatura

ambiente e da proteína da dieta sobre o consumo de ração. Os animais mantidos no ambiente quente apresentaram uma redução média de 10% no CMR em comparação aos animais do conforto. Isto ocorreu para diminuir a produção de calor associada com a ingestão, digestão, absorção e metabolismo dos alimentos, prevenindo aumento excessivo da temperatura corporal (FORGES, 1995). Resultados similares foram encontrados por Manno et al. (2006), que também observaram redução de 12% no CMR de suínos submetidos a altas temperaturas.

Do mesmo modo, Dourmand e Noblet (1998) estudando o efeito da temperatura ambiental sobre o consumo de ração de suínos, observaram queda de 17% no consumo de ração, quando a temperatura aumentou de 20 para 28°C. Porém, de acordo com Kiefer et al. (2010), essa redução no CMR pode chegar até 35% para suínos criados a 32°C em comparação com suínos alojados em 21°C. A redução do CMR em alta temperatura pode ter ocorrido como uma tentativa de aliviar o estresse gerado pelo calor ambiente, pois como demonstrado por Quiniou et al. (2000), a produção de calor aumenta com a elevação do consumo de alimento.

De maneira semelhante, Kipper et al. (2009) observaram que a temperatura influenciou o CMR e o GPD em suínos submetidos ao estresse por calor, que a partir dos 25°C, para cada aumento de 1°C na temperatura ambiental, há redução de 53 g no consumo diário de ração. E ainda encontraram uma redução de 36g no GPD dos animais expostos ao calor, associada à diminuição no consumo de alimento.

Em outro trabalho comparando diferentes temperaturas ambientais, Witte et al. (2000), quando estudaram suínos de 90 kg alojados em ambiente com 18 e 32°C, observaram que os animais mantidos a 32°C demoraram 14 dias a mais para atingirem o peso de abate de 126 kg. Estes autores concluíram que o CR e o GPD diminuíram nos suínos criados no ambiente quente.

Neste trabalho não foi encontrada diferença ($P>0,05$) para CRD, em relação aos níveis de óleo tanto no ambiente quente como no termoneutro. O que está de acordo com Wolp (2010), que em experimento com suínos em crescimento submetidos ao calor, recebendo dietas isocalóricas com os níveis de PB de 18% e 15,5% e inclusão de óleo de soja de 1,5; 3,0 e 4,5%, não observou diferença no consumo de ração para suínos que receberam dietas suplementadas com níveis crescentes de óleo.

No entanto, houve efeito da proteína da dieta ($P<0,05$) para CR, suínos mantidos no ambiente de conforto apresentaram melhor CMR quando a PB foi reduzida de 16,2% para 13,7%, independente dos níveis de óleo. Do mesmo modo, Di Campos et al. (2004), verificaram que suínos criados em ambiente termoneutro que receberam ração com o menor nível proteico (14%) apresentaram, em valores absolutos, um CRD 2,8% superior àqueles que receberam a ração com 18% de PB, desde que sejam suplementadas com aminoácidos essenciais.

Le Bellego e Noblet (2002) observaram maior consumo de ração por animais no conforto, que receberam dieta com menores níveis de PB (20,4; 18,4 e 16,9%), suplementados com aminoácidos comparado àqueles que receberam dietas com alto nível de PB (22,4%). Esses autores associaram esse fato ao excesso e/ou desbalanço dos aminoácidos que poderiam ter afetado negativamente o consumo de ração.

Di Campos et al. (2004), verificaram que a redução de quatro unidades percentuais no nível de PB (18 para 14%) da ração para suínos machos castrados criados em ambiente de conforto térmico, não comprometeu o desempenho quando suplementadas devidamente com aminoácidos sintéticos limitantes.

De forma similar Zangeronimo et al. (2006), observaram que a redução do nível de PB em 4,5 unidades percentuais (21 para 16,5%) em dietas de leitões com 1,9% de OS, mantidos em temperaturas de 19,4°C, não prejudicou o

desempenho dos animais, desde que mantida a relação ideal entre os aminoácidos das rações, o que pode ser obtido com a suplementação de aminoácidos.

Orlando et al. (2007), trabalhando com leitoas na fase de terminação mantidas em ambiente termoneutro, recebendo dietas com redução do nível de PB de 17,3 para 12,1% com nível de OS a 0,8% , não encontraram piora no desempenho, desde que as rações sejam devidamente suplementadas com os aminoácidos cristalinos limitantes.

Por outro lado, Hansen, Knabe e Burgoon (1993), observaram que rações com 12% de PB, mesmo suplementadas com aminoácidos, proporcionaram resultados de desempenho inferiores aos obtidos com rações com 16% de PB. Esses autores concluíram que a redução do nível de PB deve ser realizada até dois pontos percentuais, para não comprometer o desempenho dos animais.

A suplementação de aminoácidos sintéticos permitiu a redução dos níveis de proteína bruta sem comprometer o suprimento de aminoácidos essenciais. Além disso, dietas com baixos teores de proteína, suplementadas com aminoácidos sintéticos, tendem a ser mais eficientemente utilizadas pelos suínos.

Neste trabalho no ambiente de estresse por calor, animais que receberam dietas com 4,5% de OS e menor nível de PB (13,7%), tiveram maior CR em relação aos que receberam dietas com 4,5% de OS e 16,2% PB. Este fato ocorreu devido ao menor incremento calórico proporcionado pela redução de PB com a suplementação de aminoácidos.

Assim como Spencer et al. (2005), trabalhando com suínos em terminação mantidos em ambientes quentes (27 a 35°C), recebendo dietas com dois níveis de PB (13,6 e 11,3%) e dois níveis de óleo (1 e 8%), observaram que a inclusão de 8% de OS com redução do nível de PB de 13,6 para 11,3%

suplementadas com aminoácidos, proporcionou um aumento de 11% no crescimento destes animais.

Segundo Ferreira et al. (2007), verificaram que para suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg mantidos em ambiente de alta temperatura, recebendo dietas com 1% de OS o nível de PB pode ser reduzido de 17 para 13%, sem influenciar negativamente o desempenho, desde que as rações sejam devidamente suplementadas com aminoácidos essenciais limitantes.

Com relação ao GPD, houve interação entre os níveis de óleo, proteína e ambiente ($P=0,06$). Os animais do termoneuro que receberam dietas com redução de PB e nível de 1,5% de OS apresentaram maior ($P=0,06$) GPD em relação aos do estresse calórico, em consequência do melhor CR neste ambiente. Contudo, a inclusão de níveis crescentes de OS melhorou o GPD no conforto em relação ao calor. Segundo Almeida et al. (2007), a inclusão de óleo às dietas comprova a melhoria da digestibilidade de aminoácidos em dietas cujos níveis de óleo foram aumentados. Assim, os animais que receberam dieta com menor nível de óleo e baixa proteína no calor, podem ter tido um déficit de energia, uma vez que aminoácidos, também, geram energia para produção, em relação aos animais mantidos no conforto.

Estes resultados estão de acordo com Wolp (2010), onde suínos mantidos em ambiente termoneuro 24°C , alimentados com dietas, contendo 4,5% de óleo, apresentaram melhor ganho de peso quando comparados com suínos recebendo dietas com 1,5% de óleo.

No ambiente termoneuro a redução do nível de PB da ração influenciou ($P<0,05$) o ganho de peso (GP) dos animais, sendo que aqueles alimentados com a ração contendo 16,2% de PB apresentaram redução significativa de 14 % no GP em relação aos que receberam a ração com 13,7 % de PB. Semelhantemente Orlando et al. (2006), verificaram que leitoas em terminação no conforto que

receberam a ração com 12,1% de PB apresentaram GPD 5% maior que o obtido com a ração contendo 17,3% de PB.

De acordo com alguns trabalhos, a redução da proteína bruta na dieta em quatro unidades percentuais, mantendo-se os níveis dos principais aminoácidos (lisina, treonina e metionina), não resulta em redução do GP (KERR et al., 2003; ZANGERONIMO et al., 2004). Entretanto, adicionando também triptofano, valina e isoleucina, esses aminoácidos permitirão a redução de até cinco unidades percentuais sem prejuízos ao desempenho (FIGUEROA et al., 2002).

Trindade Neto et al. (2008) e Vidal et al. (2010), comprovaram que a diminuição da proteína dietética em quatro pontos percentuais com a suplementação dos principais aminoácidos não prejudicou o desempenho de machos castrados na fase de terminação criados em condições desejáveis.

No entanto, Suida (2001), constatou que a redução de proteína em mais de dois pontos percentuais, gerou piora de desempenho devido à existência de uma limitância de suplementação de outros aminoácidos limitantes (valina, arginina e isoleucina).

Os resultados de GPD obtidos neste estudo diferem dos relatados por De La Llata et al. (2002) e Gómez et al. (2002a), que observaram piora na taxa de crescimento dos animais, como consequência da redução do nível de PB da ração.

No ambiente de calor, os animais que receberam dietas com 13,7% PB e 4,5% de OS apresentaram maior GPD, devido ao menor IC da dieta proporcionando melhor consumo. Ganho de peso diário e conversão alimentar evidenciaram maior eficiência na utilização dos nutrientes com o aumento da ingestão diária de energia metabolizável (TRINDADE NETO et al., 2008), confirmando os resultados encontrados neste estudo.

Para a variável conversão alimentar houve regressão linear ($Y = 3,0799 - 0,0556 X$) dos níveis de óleo no ambiente termoneutro para animais que

receberam dietas com 16,2% PB. A inclusão de níveis crescentes de óleo melhorou a CA no conforto. Segundo Bertechini (2006), o uso de óleos e gorduras nas rações aumenta a palatabilidade, reduz as perdas de nutrientes e melhora a conversão alimentar, entre outros efeitos positivos.

Conforme este autor, essas especificidades das gorduras e óleos seriam resultados de um conjunto de fatores, como fornecimento de ácidos graxos essenciais e energia de baixo incremento calórico, além do favorecimento da absorção de vitaminas e ácidos graxos, melhorando também a digestibilidade dos aminoácidos. Este último explica os resultados encontrados neste trabalho.

De forma semelhante Le Bellego, Milgen e Noblet (2002), verificaram que suínos mantidos em ambiente de calor (29°C) recebendo dietas com inclusão de 2 % de OS e 2 % de gordura animal, apresentaram melhor CA em comparação aos animais do termoneutro (22°C). Assim, como Spencer et al. (2005), verificaram uma melhora na CA de animais mantidos no calor que receberam ração com adição de 8 % de OS em relação aos animais do conforto.

Houve influência da temperatura ($P < 0,05$) sobre a conversão alimentar. Os animais mantidos no conforto apresentaram pior CA em relação àqueles do calor, quando receberam dietas com 1,5% de OS e 16,2 % PB, isto pode ter ocorrido em razão de uma provável melhora na digestibilidade da energia e da proteína do alimento, além da redução da produção total de calor. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Manno (2004), que trabalhando com suínos em crescimento verificaram que os animais expostos à alta temperatura apresentaram melhor eficiência alimentar que os mantidos em conforto térmico, alimentados com dietas contendo 18,7% de PB e 0,8% de OS.

Este resultado diverge de Myer, Bucklin e Fialho (1998), que estudando o efeito de temperatura e da umidade sobre o desempenho de suínos em crescimento, verificaram que animais mantidos sob temperatura de 32°C e

umidade relativa de 81% apresentaram uma piora em 5 % na CA comparado aos animais mantidos a 21°C de temperatura.

No entanto Manno (2004), não encontrou variação na CA de suínos machos castrados na fase inicial (15 a 30 kg) que receberam quantidades de ração similares e foram mantidos em conforto térmico (22°C) e calor (35°C). Isto ocorreu, provavelmente devido a resultados similares para GPD, evidenciando que os efeitos da alta temperatura sobre estes animais, estariam restritos à redução no consumo de ração.

Neste trabalho houve melhora na CA quando reduziu o nível de PB (P=0,07) em dietas com 1,5% de OS no ambiente de conforto. De modo semelhante Vidal et al. (2010), encontraram efeito quadrático dos níveis de proteína bruta sobre a CA, que melhorou até o nível estimado de 15,7% de proteína bruta, quando reduziu a PB de 17,95 para 13,45%. Por outro lado Ferreira et al. (2005) e Kerr et al. (2003), não observaram variação na CA com a redução de PB da dieta em quatro e três pontos percentuais respectivamente para suínos em terminação em ambiente termoneutro. Segundo Kerr et al. (2003), as variações de resultados podem estar associadas à intensidade com que ocorreu a redução na ingestão de alimentos.

No entanto, diferem daqueles apresentados por Miller et al. (1996), que verificaram pior conversão alimentar de suínos em crescimento (29 kg), mantidos em ambiente termoneutro, recebendo dietas com níveis variáveis de proteína (19,1 a 14,6%) suplementadas com aminoácidos.

Com relação à Tabela 4 houve influência da temperatura (P<0,05) sobre as variáveis: consumo de energia metabolizável CEM), de energia líquida (CEL), proteína bruta (CPB) e lisina digestível (CLD). No ambiente termoneutro o consumo destas variáveis foram maiores em relação ao ambiente de calor, isto pode ser explicado pelo melhor consumo de ração no conforto.

A redução de proteína bruta e a temperatura ambiente influenciaram ($P < 0,05$) os consumos de EM, EL e PB, que apresentaram valores maiores quando reduziu o nível de PB da ração, tanto no conforto quanto no calor. O menor incremento calórico em dietas com teor reduzido de proteína reflete em maior energia líquida (EL) disponível para os animais, e como consequência pode prejudicar algumas características da carcaça de suínos com acúmulo indesejável de gordura. Isto explica os resultados encontrados neste trabalho com relação à espessura de toucinho, que foi maior quando reduziu a PB da ração tanto no calor como no termoneutro.

Resultados obtidos por Trindade Neto et al. (2008) e Vidal et al. (2010) confirmam a hipótese de que a redução de proteína bruta promove maior conteúdo de energia líquida, devido a menor utilização de energia no processo de desaminação dos aminoácidos.

Em relação ao consumo de lisina digestível, somente a temperatura ambiente influenciou ($P < 0,05$) esta variável. Os animais do conforto apresentaram maior CLD em relação àqueles do calor, provavelmente devido ao maior consumo de proteína bruta e consumo de ração no conforto. Não houve influência ($P > 0,05$) da redução de proteína da ração sobre o CLD, possivelmente pelo fato de as rações terem sido isolisínicas.

Estes resultados estão de acordo com e Kiefer et al. (2010) e Manno et al. (2006) que encontraram menor CLD em animais mantidos no calor comparado aos do termoneutro, associado ao menor consumo de ração em ambiente de altas temperaturas.

3.3 Características de Carcaça

Não houve interação ($P > 0,05$) entre os níveis de proteína, níveis de óleo e temperatura, assim como não houve efeito ($P > 0,05$) nem da dieta nem da temperatura ambiente para o comprimento de carcaça, a área de olho de lombo

(AOL), os rendimentos de carcaça (RC) e de carne na carcaça resfriada (RCCF) e a relação carne:gordura (RCG) de machos castrados aos 100 kg (Tabela 6 e 7).

Tabela 6 Rendimento de Carcaça (RC), Área de olho de lombo (AOL), Rendimento de carne na Carcaça Resfriada (RCCR) de suínos em terminação alimentados com dietas contendo níveis crescentes de óleo e dois níveis de proteína, mantidos em ambiente de termoneutralidade e calor

Ambiente	Proteína (%)	Óleo (%)			Média
		1,5	3,0	4,5	
<i>- Rendimento de carcaça (%)* -</i>					
Termoneutro*	13,7	80,28	80,79	79,63	80,23
	16,2	79,66	79,00	79,62	79,42
	Média	79,97	79,89	79,62	
Calor	13,7	80,46	80,21	80,40	80,36
	16,2	80,30	79,63	80,01	79,98
	Média	80,38	79,92	80,21	
	CV (%)	1,37			
<i>- Área de olho de lombo (cm²)* -</i>					
Termoneutro*	13,7	56,70	64,14	55,90	58,91
	16,2	57,02	56,20	59,24	57,49
	Média	56,86	60,17	57,57	
Calor	13,7	58,34	59,06	57,08	58,16
	16,2	58,91	57,21	57,24	57,78
	Média	58,62	58,13	57,16	
	CV (%)	10,42			
<i>- Rendimento de carne na carcaça (%)* -</i>					
Termoneutro*	13,7	59,71	61,12	57,68	59,50
	16,2	58,31	59,77	60,99	59,69
	Média	59,01	60,45	59,33	
Calor	13,7	60,64	60,95	59,61	60,40
	16,2	60,65	60,40	61,37	60,81
	Média	60,65	60,67	60,49	
	CV (%)	3,95			
<i>- Relação carne:gordura* -</i>					
Termoneutro*	13,7	3,01	3,22	2,85	3,03
	16,2	2,84	3,13	3,08	3,02
	Média	2,93	3,18	2,97	
Calor	13,7	3,09	3,12	3,02	3,08
	16,2	3,18	2,85	3,21	3,08
	Média	3,14	2,99	3,12	
	CV (%)	12,54			

* Não houve diferença significativa ao teste F (P>0,05)

Os resultados de características de carcaça foram similares aos observados por Orlando et al. (2007), com redução de PB nas dietas de suínos em terminação mantidos em estresse por calor e aos obtidos por Trindade Neto et al. (2008) em estudo com suínos em terminação, alimentados com dietas com redução de PB suplementadas com aminoácidos essenciais e mantidos em ambiente de conforto.

Entretanto, Kiefer et al. (2010) observaram que suínos em terminação submetidos ao ambiente de estresse por calor apresentaram carcaças mais leves, de maior rendimento e com menor percentual de carne em relação aos suínos mantidos em ambiente de conforto térmico. Estes autores relataram que o aumento do rendimento de carcaça dos suínos criados sob temperaturas ambientais elevadas em relação aos criados sob temperaturas de conforto, tem sido justificado pela redução do tamanho e peso das vísceras, provavelmente, como forma alternativa do organismo de reduzir a produção de calor por esses tecidos que são os, metabolicamente, mais ativos.

No presente estudo, houve interação ($P < 0,05$) dos níveis de proteína e óleo para ETP2, que não variou no nível de 13,7% PB com 1,5 e 3,0% de OS tanto no calor quanto no termoneutro, mas aumentou até o nível de 4,5% de OS com 13,7% de PB nos dois ambientes (Tabela 7).

Animais que receberam dietas com menor nível de proteína e maior nível de óleo tanto no calor quanto no conforto, apresentaram ($P < 0,05$) maior espessura de toucinho. Estes resultados foram semelhantes aos de Spencer et al. (2005), que observaram maior ET nos animais alimentados com dietas contendo menor nível de PB e maior de inclusão de óleo de soja.

De acordo com Le Bellego, Milgen e Noblet (2002), o decréscimo de proteína com suplementação de aminoácidos essenciais aumenta a gordura corporal. Isso ocorre em função do menor gasto energético para metabolização

destes aminoácidos (menor incremento calórico) e, em consequência, maior liberação de energia líquida disponível, depositada na forma de gordura.

Tabela 7 Espessura de toucinho a 6,5 cm da linha dorso-lombar (ETP2) e perda por resfriamento (PPR) de suínos em terminação alimentados com dietas contendo níveis crescentes de óleo e dois níveis de proteína, mantidos em ambiente de termoneutralidade e calor

Ambiente	Proteína (%)	Óleo (%)			Média
		1,5	3,0	4,5	
<i>- Espessura de toucinho no ponto P2 (mm) -</i>					
Termoneutro*	13,7	15,46	13,88	18,22 a	15,85
	16,2 ¹	17,50	15,32	13,44 b	15,42
	Média	16,48	14,60	15,83	
Calor	13,7	14,40	13,88	16,02 a	14,77
	16,2	14,20	14,47	13,58 b	14,08
	Média	14,30	14,18	14,80	
	CV (%)	10,22			
<i>- Perda por resfriamento (%) -</i>					
Termoneutro*	13,7	2,86	3,04	2,73	2,88
	16,2	2,94	3,03	2,68	2,88
	Média	2,90	3,03	2,71	
Calor	13,7	2,29	2,19	2,42	2,30
	16,2	2,14	2,18	1,94	2,09
	Média	2,22	2,19	2,18	
	CV (%)	16,63			

¹ Regressão linear significativa (P<0,05)

² Difere do calor pelo teste F (P<0,05)

^{a,b} Médias diferem pelo teste F (P<0,05)

O desbalanço aminoacídico também tem sido associado a este fator, uma vez que o excesso de aminoácidos é desaminado e a energia proveniente dos esqueletos de carbono é utilizada para a síntese de lipídios no organismo (VERSTEGEN; DE GREEF, 1992), propiciando assim um aumento na espessura de toucinho.

Outro fator a ser considerado para explicar este aumento na ET pode ser atribuído pela maior ingestão de EM em dietas isocalóricas. Musharaf e Latshaw (1999) demonstraram que em dietas isoenergéticas, as menores quantidades de

proteína e maiores inclusão de óleos proporcionam aumento nos níveis de energia líquida. Através desta informação é possível inferir que dietas com a mesma quantidade de energia metabolizável, porém apresentando diferentes níveis de proteína e gordura poderia influenciar a deposição de gordura na carcaça.

Do mesmo modo, De la LLata et al. (2002) observaram que a inclusão de 6% de gordura animal mantendo a mesma relação lisina:energia, maximizou o desempenho e proporcionou um aumento na ET de suínos em terminação.

No nível de 16,2% de PB, a inclusão de óleo reduziu ($P<0,05$) de forma decrescente a ET. Isto pode ser explicado pelo aumento no gasto de energia para o catabolismo proteico não havendo armazenamento na forma de gordura, e também por que o consumo de ração deste tratamento foi menor. Outro fator a considerar é que a adição de óleo melhora a digestibilidade dos aminoácidos que resulta em melhorias na carcaça de suínos possibilitando maior deposição de carne em detrimento à de gordura (ALBIN et al., 2001).

Com relação às perdas por resfriamento da carcaça (PPR), não houve influência ($P>0,05$) da dieta sobre esta variável. Todavia a temperatura ambiente promoveu ($P<0,05$) uma variação na PPR, causando valores maiores para os animais mantidos no conforto térmico em comparação aos animais do calor.

Isto pode ser atribuído pelo fato de que suínos expostos a estresse térmico por um período longo mostraram alterações de características de carcaça. Estas condições podem gerar a incidência de carne DFD (*dark, firm and dry*) que apresenta um pH final maior que 6,0, esgotamento do glicogênio muscular e maior capacidade de retenção de água (WARRISS; BROWN, 2000). A capacidade de retenção de água, por consequência, resulta em menor perda de água no resfriamento.

Historicamente, em uma câmara de resfriamento de carcaça a perda de água por evaporação esta entre 1,8 e 3,5%, devido a situações de dimensionamento e operação inadequados (ASHRAE, 2001).

Estes resultados foram semelhantes à Lebret et al. (2006), onde encontraram menores perdas por resfriamento na carcaça de suínos mantidos em estresse ambiental.

Não restam dúvidas de que o estresse que o animal foi submetido influi sobre as características de carcaça e a qualidade da carne. Este deve ser visto de forma ampla, desde as instalações na criação, passando pela alimentação, condição ambiental, considerando os aspectos sanitários e genéticos.

4 CONCLUSÃO

Em rações isoenergéticas a redução de PB em 2,5 pontos percentuais suplementadas com aminoácidos essenciais e a inclusão de óleo de soja até o nível 4,5%, melhorou o desempenho dos suínos machos castrados em terminação mantidos em temperaturas ambientais de estresse por calor. Neste sentido, as alternativas nutricionais para minimizar os efeitos do ambiente quente sobre a performance dos suínos foram eficientes.

O uso de dietas modificadas tanto no calor como no termoneutro não influenciaram as características quantitativas de carcaça com exceção da espessura de toucinho de suínos machos castrados dos 70 aos 100 kg.

REFERÊNCIAS

- ALBIN, D. M. et al. The effect of dietary level of soybean oil and palm oil on apparent ileal amino acid digestibility and postprandial flow patterns of chromic oxide and amino acids in pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 81, p. 495–503, 2001.
- ALMEIDA, E. C et al. Digestibilidade ileal e perdas endógenas de aminoácidos de dietas com óleo de soja para suínos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 4, p. 1045-1051, jul./ago. 2007.
- ASHRAE. Thermal comfort. In: _____. **Fundamentals**. Atlanta, 2001. chap. 8.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Método brasileiro de classificação de carcaça**. 2. ed. Rio Grande do Sul: Estrela, ABCS, 1973. 17 p.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA, 2006. 301 p.
- BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. **Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína**. Londrina: Midiograf, 2007. 97 p.
- BUFFINGTON, D. E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, n. 3, p. 711-714, July/Aug. 1981.
- COLLIN, A. et al. Effect of high temperature on feeding behaviour and heat production in group-housed young pigs. **The British Journal of Nutrition**, Southampton, v. 86, p. 63-70, 2001.
- CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: State University, 1983.409 p.
- De La LLATA, M. et al. Effects of increasing L-lysine HCl in corn- or sorghum-soybean mealbased diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 2420-2432, 2002.

DI CAMPOS, M. S. et al. Redução da proteína bruta da ração para suínos mantidos sem termoneutralidade. In: JORNADA INTERNACIONAL DE PROTEÍNAS E COLÓIDES ALIMENTARES, 3., 2004, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: [s. n.], 2004. 1 CD ROM.

DOURMAND, J. Y.; NOBLET, J. A. Genetics, environment and nutrition interrelationship in swine production. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO ANIMAL E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 1., 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: [s. n.], 1998. p.155-158.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 1., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FERREIRA, R. A. et al. Redução do nível de proteína bruta e suplementação de aminoácidos em rações para suínos machos castrados mantidos em ambiente termoneutro dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 548-556, 2005.

FERREIRA, R. A. et al. Redução de proteína bruta e suplementação de aminoácidos para suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 4, p. 818-824, 2007.

FIGUEROA, J. L. et al. Nitrogen metabolism and growth performance of gilts fed standard corn-soybean meal diets or low-crude protein, amino acid-supplemented diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 2911-2919, 2002.

FORGES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. [S. l.]: CAB International, 1995. 531p.

GÓMEZ, R. S. et al. Growth performance, diet apparent digestibility, and plasma metabolite concentrations of barrows fed corn-soybean meal diets or lowprotein, amino acid-supplementerented diets at different feeding levels. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 644-653, 2002a.

GUIDONI, A. L. Melhoria de processos para tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 14 p.

HANSEN, J. A.; KNABE, D. A.; BURGOON, K. G. Amino acid supplementation of low protein sorghum-soybean meal diets for 20 to 50 kilogram swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 442-451, 1993.

KERR, B. J. et al. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environment temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 1998-2007. 2003.

KIEFER, C. et al. Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 2, p. 496-504, 2010.

KIPPER, M. S. et al. Relação do estresse ambiental por calor com desempenho em suínos: uma meta-análise. In: SEMINÁRIO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 3., 2009, Dois Vizinhos. **Anais... Dois Vizinhos**: UTPR, 2009. 1 CD ROM.

LE BELLEGO, L.; MILGEN, J.; NOBLET, J. Effect of high temperature and low-protein on the performance of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 3, p. 691-701, Mar. 2002.

LE BELLEGO, L.; NOBLET, J. Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 76, n.1-2, p. 45-58, 2002.

LEBRET, B. et al. Influence of rearing conditions on performance, behavioral, and physiological responses of pigs to preslaughter handling, carcass traits, and meat quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 2436-2447, 2006.

MANNO, M. C. **Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos em crescimento**. 2004. 39 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

MANNO, M. C. et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p. 471-477, 2006.

MILLER, P. S. et al. Performance of growing-finishing pigs consuming diets formulated on an ideal protein (first four limiting amino acids) basis. **Nebraska Swine Report**, Lincoln, p. 27-30, 1996.

MONGIN, P. Role of sodium, potassium and chloride in eggshell quality. In: NUTRITION CONFERENCE OF FLORIDA, 1., 1980, Florida. **Proceedings...** Florida: NCF, 1980. p. 114-117.

MUSHARAF, N. A.; LATSHAW, J. D. Heat increment as affected by protein and amino acid nutrition. **World's Poultry Science Journal**, London, v. 55, p. 233-240, 1999.

MYER, R. O.; BUCKLIN, R. A.; FIALHO, F. B. Effects of increased lysine (protein) level on performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs reared in a hot, humid environment. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 41, p. 447-452, 1998.

NÄÄS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, 1989. 183 p.

NOBLET, J. et al. Effect of reduction of dietary protein level and fat addition on heat production and energy balance in growing pigs. **Animal Research**, Les Ulis, v. 50, p. 227-238, 2001.

ORLANDO, U. A. D. et al. Níveis de proteína bruta e suplementação de aminoácidos em rações para leitoas mantidas em ambiente termoneutro dos 60 aos 100kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p. 478-484, 2006.

ORLANDO, U. A. D. et al. Níveis de proteína bruta e suplementação de aminoácidos em dietas para leitoas dos 60 aos 100 kg mantidas em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 4, p. 1069 -1075, 2007. (Supl.).

PERDOMO, C. C. **Avaliação de sistemas de ventilação sobre o condicionamento ambiental e o desempenho de suínos fase de maternidade**. 1995. 239 p. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

QUINIQU, N. J. et al. Modeling heat production and energy balance in group-housed growing pigs exposed to low or high environmental temperatures. **British Journal of Nutrition**, Southampton, v. 84, p. 97-106, 2000.

SAMPAIO, C. A. P. et al. Avaliação do ambiente térmico em instalação para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 785-790, maio/jun, 2004.

SPENCER, J. D. et al. Diet modifications to improve finishing pig growth performance and pork quality attributes during periods of heat stress. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, n. 2, p. 243-254, Feb. 2005.

SUIDA, D. Formulação por proteína ideal e conseqüências técnicas, econômicas e ambientais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL: PROTEÍNA IDEAL, ENERGIA LÍQUIDA E MODELAGEM, 1., 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: [s. n.], , 2001. p. 1-17.

TAVARES, S. L. S. **Níveis de energia digestível da ração para suínos dos 30 aos 60 kg mantidos em ambiente de termoneutralidade e calor**. 2000. 120 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.

TRINDADE NETO, M. A. **Níveis de proteína bruta em dietas comerciais para suínos em crescimento e terminação**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 37, n. 1, p. 103-108, 2008.

TURCO, S. H. N. Análise de sistemas de acondicionamento térmico em maternidades para suínos. 1997. 91 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.

VERSTEGEN, M. W. A.; DE GREEF, K. H. Influence of environmental temperature on protein and energy metabolism in pig production. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NÃO RUMINANTES, 1., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p. 1-42

VIDAL, T. Z. B. et al. Efeito da redução da proteína bruta e da suplementação de aminoácidos para suínos machos castrados, dos 70 aos 100kg. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 4, p. 914-920, 2010.

WARRISS, P. D.; BROWN, S. N. Bem-estar de suínos e qualidade da carne: Uma visão britânica. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia: [s. n.], 2000. p. 17-20.

WITTE, D. P. et al. Effect of dietary lysine level and environment temperature during the finishing phase on the intramuscular fat content of pork. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 5, p. 1272-1276, May 2000.

WOLP, R. C. **Suínos em crescimento mantidos em ambiente de alta temperaturas alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta**. 2010. 55 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

ZANGERONIMO, M. G. et al. Efeito da redução da proteína bruta da ração baseando no conceito de proteína ideal sobre o desempenho de leitões dos 10 aos 25 kg. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD ROM.

ZANGERONIMO, M. G. et al. Redução do nível de proteína bruta da ração suplementada com aminoácidos sintéticos para leitões na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 849-856, maio/jun. 2006.

**CAPÍTULO 3 DIETAS MODIFICADAS para SUÍNOS MACHOS
CASTRADOS EM TERMINAÇÃO MANTIDOS EM AMBIENTE DE
CONFORTO E CALOR: PARÂMETROS FISIOLÓGICOS**

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de dietas com diferentes teores de proteína bruta e óleo, suplementadas com aminoácidos, sobre o peso de órgãos e parâmetros fisiológicos de suínos em terminação mantidos em diferentes temperaturas ambientais. Foram utilizados 120 suínos machos castrados de linhagem comercial com peso inicial de $68,0 \pm 1,96$ kg, durante trinta dias. Foi utilizado um delineamento em blocos casualizados (peso inicial) em esquema fatorial $2 \times 3 \times 2$ (dois níveis de proteína bruta - 16,2 e 13,7%; três de óleo de soja - 1,5; 3,0 e 4,5%, em duas temperaturas ambiente - 19 e 31 °C), totalizando doze tratamentos e cinco repetições, com a parcela experimental representada por dois animais. A temperatura da sala foi monitorada três vezes ao dia (às 8:00, 13:00 e 18:00 horas) e os parâmetros fisiológicos (frequência respiratória, temperatura da nuca, paleta, pernil e do reto) foram mensurados semanalmente. Ao final do período experimental, após jejum de 12 horas, um animal de cada baia foi abatido e viscerado, sendo pesados o coração, pulmão, fígado e rins. Os níveis de óleo e PB não influenciaram ($P > 0,05$) a frequência respiratória, temperatura da nuca, paleta, pernil e do reto. Apenas a temperatura ambiente elevada aumentou ($P < 0,05$) a temperatura retal, de pele (nuca, paleta e pernil) e a frequência respiratória. O peso relativo do pulmão não foi influenciado ($P > 0,05$) pelos tratamentos, o coração foi menor ($P < 0,05$) nos animais submetidos a altas temperaturas em relação aos do conforto. Apenas os níveis de óleo reduziram ($P < 0,05$) o peso relativo do fígado, nos animais que receberam dietas com 4,5% de OS no ambiente termoneutro. A temperatura influenciou ($P < 0,05$) o peso relativo dos rins. Conclui-se que o uso de dietas modificadas influencia apenas o peso do fígado, e a temperatura ambiente influenciou o peso dos rins e do coração, o peso do pulmão não foi influenciado nem pela dieta e nem pela temperatura do ambiente. A temperatura ambiente influencia a temperatura corporal, de superfície de pele e a frequência respiratória, independente do tipo de dieta utilizada.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of diets with different crude protein and oil, supplemented with amino acids, on weight of organs and physiological parameters of finishing pigs kept at different ambient temperatures. A total of 120 barrows from commercial line with initial weight of 68.0 ± 1.96 kg for thirty days. Was used a randomized block design (initial weight) in $2 \times 3 \times 2$ factorial design (two levels of crude protein - 16.2 and 13.7%, three of soybean oil - 1.5, 3.0 and 4.5% at two ambient temperatures - 19 and 31 ° C), totaling twelve treatments and five repetitions with the experimental portion represented by two animals. The room temperature was monitored three times daily (at 8:00, 13:00 and 18:00 hours) and physiological parameters (respiratory rate, temperature of the neck, shoulder, ham and rectum) were measured weekly. At the end of the experiment, after fasting for 12 hours, one animal per pen was slaughtered and visceral, being weighed heart, lung, liver and kidneys. The levels of oil and PB did not influence ($P > 0.05$) respiratory rate, temperature of the neck, shoulder, ham and rectum. Only the high ambient temperature increased ($P < 0.05$) temperatures rectal, skin (neck, shoulder and ham) and respiratory rate. The relative weight of the lung was not influenced ($P > 0.05$) by treatments, the heart was lower ($P < 0.05$) in animals subjected to high temperatures in relation to comfort. Only the oil levels were reduced ($P < 0.05$) relative liver weight in animals fed diets with 4.5% OS in a thermoneutral environment. The temperature influenced ($P < 0.05$) the relative weight of kidneys. It was concluded that the use of modified diets influence only the liver weight and temperature influenced the weight of kidney and heart, lung weight was not influenced neither by diet nor by temperature. The ambient temperature influences the body temperature, surface skin and respiratory rate, regardless of type of diet.

1 INTRODUÇÃO

As respostas fisiológicas adaptativas ao calor pelos animais incluem a vasodilatação periférica e aumento das taxas de produção de suor, frequência respiratória, temperatura retal e da pele e dos batimentos cardíacos (GUYTON; HALL, 2006), além de redução no metabolismo basal e no peso dos órgãos (ZHAO; JORGENSEN; EGGUM, 1995). Entretanto, os suínos apresentam dificuldade nesta resposta adaptativa devido, principalmente, ao metabolismo acelerado, à camada de tecido adiposo subcutâneo e sistema termorregulador pouco desenvolvido devido à reduzida capacidade de sudorese (CUNNINGHAM, 1999).

Na produção de suínos é, portanto, indispensável o uso de sistemas tecnificados, principalmente em condições de clima tropical, para garantir a máxima produtividade do rebanho. Como forma de amenizar os problemas do estresse calórico pela dieta podem ser indicados ajustes dos níveis proteicos e/ou energéticos, inclusão de gorduras ou óleos, suplementação de aminoácidos sintéticos às dietas para suínos e uso do conceito de equilíbrio eletrolítico.

Em situações de temperatura elevada, o uso de dietas com baixo incremento calórico influencia significativamente a produção de calor dos animais, que é altamente correlacionada com o peso dos órgãos metabolicamente ativos dos suínos, como o fígado, rins e coração. Diversas alterações fisiológicas provocadas pela adaptação dos animais a diferentes temperaturas ambientais podem ocorrer; dentre elas destaca-se a modificação no tamanho dos órgãos e elevação da frequência respiratória e das temperaturas retal e de pele.

Assim, objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito de dietas com diferentes teores de proteína bruta e óleo de soja, suplementadas com

aminoácidos, sobre os parâmetros fisiológicos de suínos em terminação mantidos em diferentes temperaturas ambientais (19 e 31°C).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e período experimental

O experimento foi conduzido na Unidade Experimental de Metabolismo em Suínos, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, entre os meses de abril a novembro de 2010, no município de Lavras, MG.

2.2 Animais e instalações

Foram utilizados 120 suínos machos castrados de linhagem comercial selecionados para alta deposição de carne magra, em fase de terminação com peso inicial de $68,0 \pm 1,96$ kg e final de $95,4 \pm 3,6$ kg. Visando à adaptação dos animais ao ambiente, o experimento foi precedido de um período preparatório de cinco dias. Os animais foram alojados em grupos de dois, em baias separadas com grades, com piso de concreto e dotadas de comedouros semiautomáticos e bebedouros reguláveis tipo chupeta, situados no interior de duas salas totalmente climatizadas, equipadas com lâmpadas, aquecedores, exaustores, umidificadores e desumidificadores, conectados a um painel de controle automático localizado no lado externo da sala.

No ambiente de alta temperatura e de conforto térmico, o sistema de controle foi regulado para manter a temperatura interna da sala em 31 e 19 °C, respectivamente. A variação em cada tipo de ambiente foi de ± 1 °C e a umidade relativa do ar mantida em $65 \pm 10\%$.

A temperatura e a umidade relativa internas das salas foram monitoradas três vezes ao dia (8:00; 13:00 e 18:00 horas) durante todo o período experimental, por meio de termômetro de máxima e mínima, termômetro de bulbo seco e bulbo úmido e termômetro de globo negro, mantidos no centro da

sala à meia altura do corpo dos animais. Os valores registrados foram, posteriormente, utilizados no cálculo do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), segundo Buffington et al. (1981), caracterizando o ambiente térmico em que os animais foram mantidos.

2.3 Procedimento e Delineamento experimental

Foi utilizado um delineamento experimental em blocos ao acaso (peso inicial) em esquema fatorial 2x3x2 (dois níveis de proteína – 13,7 e 16,2%; três níveis de óleo – 1,5, 3,0 e 4,5% e em duas temperaturas ambiente 19 e 31°C) totalizando 12 tratamentos com cinco repetições e dois animais por unidade experimental, o período experimental foi de 30 dias.

As rações e a água foram fornecidas à vontade aos animais. Semanalmente pela manhã foram mensuradas: a temperatura retal dos animais, por meio de termômetro clínico introduzido no reto por um minuto, fazendo-se a leitura individual. As frequências respiratórias foram obtidas por meio da contagem dos movimentos do flanco do animal durante 15 segundos, sendo este resultado multiplicado por quatro, para se ter o número de movimentos respiratórios por minuto. Também foram feitas as medidas de temperaturas de superfície da pele na nuca, paleta e pernil, por meio de termômetro digital infravermelho mira laser (*Multi Temp*), sem contato, direcionando transversalmente ao local, após prévia depilação (Figura 1).



Figura 1 Medida da temperatura de superfície da pele na nuca após depilação, através do termômetro digital a laser

No final do período experimental, os animais foram submetidos ao jejum alimentar por 12 horas. Um animal de cada baia foi abatido em abatedouro comercial por dessensibilização elétrica seguida de sangria. Posteriormente, procedeu-se a evisceração e o coração, pulmão, fígado e rins foram separados e mantidos suspensos por 15 minutos antes da pesagem.

2.4 Dietas experimentais

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com vitaminas, minerais e aminoácidos. As recomendações mínimas seguidas foram as sugeridas pelo manual da TOPIGS para a linhagem (Toppi). A composição centesimal e os valores calculados das rações se encontram na Tabela 1.

O balanço eletrolítico das dietas (BED) experimentais foi calculado segundo Mongin (1980), por intermédio da fórmula:

$$\text{BED} = \text{mEqNa}^+ + \text{mEqK}^+ - \text{mEqCl}^-$$

Tabela 1 Composição centesimal e valores calculados das dietas experimentais

Ingredientes	Dietas experimentais					
	16,2% PB			13,7% PB		
	1,5%	3,0%	4,5%	1,5%	3,0%	4,5%
Milho	61,00	61,00	61,00	64,20	64,20	64,20
Farelo de Soja	25,00	25,00	25,00	19,00	19,00	19,00
Amido	8,53	5,00	1,45	10,87	7,34	3,80
Óleo de soja	1,5	3,0	4,5	1,5	3,0	4,5
Fosfato Bicálcio	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
Calcário calcítico	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Sal iodado	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Px. Mineral ¹	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Px. Vitamínico ²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
DL- Metionina 99%	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05
L-Lisina 78%	0,00	0,00	0,00	0,18	0,18	0,18
L-Treonina 98%	0,02	0,02	0,02	0,12	0,12	0,12
Triptofano	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02
Tylan ³	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Caulim	1,31	3,34	5,39	1,26	3,29	5,33
Carbonato de Potássio	0,00	0,00	0,00	0,18	0,18	0,18
BHT-antioxidante	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	100	100	100	100	100	100
Nível nutricional calculado						
EM (kcal / kg)	3250	3252	3253	3256	3257	3259
Proteína Bruta (%)	16,2	16,2	16,2	13,7	13,7	13,7
Ca (%)	0,65	0,65	0,65	0,64	0,64	0,64
Pd (%)	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Lisina Digestível.(%)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Metionina Digestível.(%)	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
Treonina Digestível (%)	0,57	0,57	0,57	0,58	0,58	0,58
Triptofano Digestível (%)	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17
BE mEq/g	158	158	158	158	158	158

¹ Suplemento Mineral contendo, por Kg do produto: selênio, 500 mg; ferro, 70.000 mg; cobre, 20.000 mg; manganês, 40.000 mg; zinco, 80.000 mg; Iodo, 800 mg; cobalto, 500 mg.

² Suplemento vitamínico contendo por kg do produto: vitamina A, 8.000.000 UI; vitamina D₃, 1.200.000 UI; vitamina E, 20.000 mg; vitamina K₃, 2.500 mg; vitamina B₁, 1.000 mg; riboflavina (B₂), 4.000 mg; piridoxina (B₆), 2.000 mg; vitamina B₁₂, 20.000 mcg; niacina, 25.000 mg; ácido pantotênico, 10.000 mg; ácido Fólico, 600 mg; biotina, 50 mg; vitamina C, 50.000 mg; antioxidante, 125 mg

³ antibiótico Tylan G 250 contendo, por kg do produto: : tilosina 100g, sulfametazina 100g, e excipiente q.s.p. 1000 g.

Para o cálculo do BED, com base em valores percentuais dos eletrólitos, foi empregada a seguinte fórmula: $BED = \%Na^+ \times 10.000/22,990^* + \%K^+ \times 10.000/39,102^* - \%Cl^- \times 10.000/35,453^*$ (* Equivalente grama do Na, K e Cl, respectivamente).

2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância após o teste de normalidade (Shapiro Wilk), sendo as médias obtidas com o tipo de ambiente e níveis de proteínas comparadas pelo teste F e os níveis de óleo pela análise de regressão. Em caso de regressão quadrática, o teste de Student Newman Keuls a 5% foi utilizado. Toda análise estatística foi realizada utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Temperatura retal e pele, frequência respiratória, e peso de órgãos

Os resultados de temperatura retal, da nuca, da paleta e do pernil encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 Temperatura retal (°C), temperatura de pele da nuca, paleta e pernil (°C), para suínos em terminação alimentados com dietas contendo níveis crescentes de óleo e dois níveis de proteína, mantidos em ambiente de termoneutralidade e calor

Ambiente	Proteína (%)	Óleo (%)			Média
		1,5	3,0	4,5	
<i>- Retal -</i>					
Termoneutro*	13,7	39,00	38,80	38,80	38,87
	16,2	39,00	38,90	38,92	38,94
	Média	39,00	38,85	38,86	
Calor	13,7	39,44	39,42	39,46	39,44
	16,2	39,48	39,44	39,48	39,47
	Média	39,46	39,43	39,47	
	CV (%)	0,50			
<i>- Nuca -</i>					
Termoneutro*	13,7	33,24	32,72	32,68	32,88
	16,2	32,24	32,46	33,00	32,57
	Média	32,74	32,59	32,84	
Calor	13,7	36,80	36,06	36,50	36,45
	16,2	36,62	36,48	36,28	36,46
	Média	36,71	36,27	36,39	
	CV (%)	1,71			
<i>- Paleta -</i>					
Termoneutro*	13,7	33,06	32,82	32,50	32,79
	16,2	32,68	32,60	33,22	32,83
	Média	32,87	32,71	32,86	
Calor	13,7	36,60	35,70	36,26	36,19
	16,2	36,18	36,26	36,26	36,23
	Média	36,39	35,98	36,26	
	CV (%)	1,78			

“continua...”

Tabela 2 “conclusão”

Ambiente	Proteína (%)	Óleo (%)			Média
		1,5	3,0	4,5	
- <i>Pernil</i> -					
Termoneutro*	13,7	33,58	33,42	32,70	33,23
	16,2	32,82	32,66	33,20	32,89
	Média	33,20	33,04	32,95	
Calor	13,7	36,22	35,78	36,24	36,08
	16,2	36,14	36,20	36,36	36,23
	Média	36,18	35,99	36,30	
	CV (%)	1,72			

*Difere do calor pelo teste F (P<0,05)

Não houve interação (P>0,05) entre a temperatura ambiente e a dieta utilizada para os parâmetros avaliados. Os níveis crescentes de óleo de soja e PB da dieta, não influenciaram (P>0,05) as temperaturas corporais dos animais. Semelhantemente, Tavares, Donizele e Oliveira (2000) não observaram efeito de interação entre temperatura ambiente e níveis de ED da ração (0,5-9,7% OS) para estes parâmetros de suínos em crescimento.

Observou-se efeito (P<0,05) do ambiente térmico sobre a temperatura retal, da pele e frequência respiratória dos suínos. Os animais submetidos a estresse por calor apresentaram temperatura retal superior em relação aos animais submetidos ao ambiente de conforto térmico (39,5 x 38,9°C). No entanto, a diferença de 0,6°C na temperatura retal está de acordo com a faixa de variação estabelecida por Muirhead e Alexander (1997), entre 38,6 e 39,3°C e a temperatura retal normal para suínos em terminação é de 38,8°C.

Da mesma forma, Yan e Yamamoto (2000) concluíram que em temperaturas ambientais de 10 a 35°C, houve um aumento na temperatura retal quando a temperatura do ambiente atingiu 31°C ou mais.

Wolp (2010) verificou aumento na temperatura retal de suínos em crescimento mantidos em ambiente com temperatura de 32°C, comparados aos animais do controle alojados em temperatura ambiental de 24°C. Esses

resultados eram esperados em razão do estresse térmico a que os animais foram submetidos.

No entanto, Hannas (1999) não observou diferenças na temperatura retal, respectivamente, de suínos machos castrados e de leitoas dos 15 aos 30 kg, mantidos em ambientes de alta temperatura e de conforto térmico. Esta divergência no resultado pode ter ocorrido, porque suínos mais leves podem responder de forma diferenciada quando submetidos ao mesmo ambiente adverso em relação aos suínos mais pesados (MANNON et al., 2006).

Segundo Baeta e Souza (1997), para conseguir manter a sua temperatura interna dentro de limites estreitos de variação, é necessário que o animal faça uso de ajustes fisiológicos para assim manter o balanço de calor. Neste caso, a temperatura retal constitui-se em um parâmetro adequado para se avaliar o efeito da temperatura ambiente sobre o animal. Um aumento em seu valor indica que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes para manter a homeotermia (FERREIRA, 2002).

Quanto à temperatura de superfície da pele, constatou-se que este parâmetro teve influência da temperatura ambiente ($P < 0,05$), onde os animais mantidos no ambiente de calor apresentaram, em média, 12; 11 e 9,0% (nuca, paleta e pernil respectivamente) maiores em comparação aos animais do conforto térmico.

Estes resultados estão de acordo com Wolp (2010) que observou temperaturas de superfície de pele na nuca, paleta e pernil, 5,8; 6,2 e 7,6%, respectivamente, maiores nos animais mantidos em ambiente de calor que naqueles mantidos em ambiente termoneutro. Isso demonstra que sob estresse térmico, ocorre aumento no fluxo sanguíneo do núcleo central para superfície do animal e, conseqüentemente, elevada taxa do fluxo de calor, resultando em altas temperaturas superficiais.

De forma semelhante, Orlando (2001) verificou aumento na temperatura da pele (nuca, paleta e pernil) de 6,9; 6,3 e 7,5% respectivamente, maiores nos animais submetidos a altas temperaturas comparados aos animais mantidos em temperaturas de termoneutralidade.

Yan e Yamamoto (2000) estudaram a temperatura da pele de animais submetidos a temperaturas entre 10 e 35° C e concluíram que a temperatura da pele aumentou em cada 1°C no aumento de calor.

Com relação à frequência respiratória (Tabela 3) não houve interação ($P>0,05$) entre ambiente e a dieta utilizada sobre este parâmetro. Os animais submetidos ao ambiente com temperatura de 31°C apresentaram taxa respiratória maior ($P<0,05$) em relação aos submetidos ao ambiente com temperatura de 19°C. Observou-se aumento de 102% da frequência respiratória (FR) dos animais submetidos ao ambiente de estresse por calor em comparação à dos suínos alojados em ambiente de conforto térmico.

Tabela 3 Frequência Respiratória (movimentos/min) de suínos em terminação alimentados com dietas contendo níveis crescentes de óleo e dois níveis de proteína, mantidos em ambiente de termoneutralidade e calor

Ambiente	Proteína (%)	Óleo (%)			Média
		1,5	3,0	4,5	
Termoneutro*	13,7	38,0	40,4	38,8	39,1
	16,2	37,0	37,4	36,6	37,0
	Média	37,5	38,9	37,7	
Calor	13,7	78,0	78,8	73,6	76,8
	16,2	77,2	80,0	76,8	78,0
	Média	77,6	79,4	75,2	
	CV (%)	8,08			

* Difere do calor pelo teste F ($P<0,05$)

Resultado semelhante foi encontrado por Tavares (2000), que verificou também um aumento de 87% na frequência respiratória de leitoas em crescimento alojadas em ambiente de calor (32°C).

Segundo Curtis (1983), a perda por evaporação da água de forma latente, mais especificamente pelas vias respiratórias, é a forma mais efetiva de perda de calor, uma vez que os suínos possuem poucas glândulas sudoríparas funcionais (CAVALCANTI, 1998). O primeiro sinal visível de animais submetidos ao estresse térmico é o aumento da frequência respiratória, que está relacionado à intensidade e à duração do estresse a que estão submetidos os animais (RODRIGUES; ZANGERONIMO; FIALHO, 2010).

Kiefer et al. (2010) observaram que a frequência respiratória de suínos machos castrados em terminação, mantidos em ambiente de calor, foi 227% maior que àquela de animais mantidos em conforto térmico.

Do mesmo modo, Huynh et al. (2005) trabalhando com suínos em terminação mantidos em ambiente com aumento gradativo de temperatura de 16 a 32°C, verificaram que a 22°C a frequência respiratória manteve-se constante. Acima deste valor, a cada 1°C na temperatura ambiente, a FR aumentava em 13 movimentos por minuto. Segundo Reneaudeau et al. (2007), esses valores de FR podem ser variáveis dependendo da raça, tempo de exposição e nutrição.

Portanto, as mudanças na temperatura retal, temperatura da pele e frequência respiratória foram os principais parâmetros as quais mostraram influência no complexo fator térmico para o manejo do ambiente para suínos.

Os pesos relativos dos órgãos pulmões, coração, fígado e rins encontram-se na Tabela 4. Não houve interação entre os níveis de proteína, níveis de óleo e da temperatura ambiente sobre o peso relativo destes órgãos analisados.

Tabela 4 Peso relativo do pulmão, coração, fígado e rins de suínos em terminação alimentados com dietas contendo níveis crescentes de óleo e dois níveis de proteína, mantidos em ambiente de termoneutralidade e calor

Ambiente	Proteína (%)	Óleo (%)			Média
		1,5	3,0	4,5	
<i>- Pulmão* -</i>					
Termoneutro	13,7	0,839	0,703	0,671	0,738
	16,2	0,710	0,747	0,685	0,714
	Média	0,775	0,725	0,678	
Calor	13,7	0,756	0,748	0,704	0,736
	16,2	0,714	0,776	0,744	0,745
	Média	0,735	0,762	0,724	
	CV (%)	14,58			
<i>- Coração -</i>					
Termoneutro ¹	13,7	0,376	0,358	0,352	0,362
	16,2	0,339	0,368	0,385	0,364
	Média	0,357	0,363	0,369	
Calor	13,7	0,346	0,328	0,340	0,338
	16,2	0,342	0,330	0,364	0,345
	Média	0,344	0,329	0,352	
	CV (%)	12,15			
<i>- Fígado -</i>					
Termoneutro	13,7	1,550	1,480	1,390	1,473
	16,2	1,522	1,620	1,387	1,510
	Média	1,536 a	1,550 a	1,388 b	
Calor	13,7	1,460	1,446	1,468	1,458
	16,2	1,568	1,478	1,472	1,506
	Média	1,514	1,462	1,470	
	CV (%)	8,75			
<i>- Rins -</i>					
Termoneutro ¹	13,7	0,320	0,318	0,337	0,325
	16,2	0,349	0,337	0,301	0,329
	Média	0,335	0,327	0,319	
Calor	13,7	0,354	0,374	0,338	0,355
	16,2	0,402	0,362	0,348	0,371
	Média	0,378	0,368	0,343	
	CV (%)	16,11			

* Não houve diferença significativa ao teste F ($P>0,05$)

¹ Difere do calor pelo teste F ($P<0,05$)

^{a,b} Médias diferem pelo teste SNK ($P<0,05$)

O peso dos pulmões não foi influenciado pela temperatura ambiente nem pela dieta. Resultados similares foram encontrados por Christon (1988), estudando o efeito do ambiente tropical com temperaturas variando de 22 a 32°C durante o dia e de 17 a 21°C durante a noite, em suínos dos 54 aos 79 kg. O autor não encontrou influência da alta temperatura ambiente sobre os pesos dos órgãos, assim como Orlando et al. (2007), trabalhando com suínos em terminação recebendo dietas com redução de PB mantidos no calor, também não encontraram diferenças significativas no peso dos órgãos com exceção do intestino.

A temperatura ambiente influenciou ($P < 0,05$) o peso relativo do coração, que foi menor nos animais expostos ao estresse por calor. Semelhantemente, Kiefer et al. (2009) e Tavares, Donizele e Oliveira (2000) encontraram alteração nos pesos das vísceras e dos órgãos que foram menores nos animais do calor em relação ao conforto. Provavelmente, esta variação deve-se à tentativa de reduzir a produção de calor pelos órgãos metabolicamente ativos (ZHAO; JORGENSEN; EGGUM, 1995).

Bikker et al. (1995) e Dauncey et al. (1983) verificaram relação entre peso de órgãos e consumo de energia, com diferenças nos pesos dos órgãos ocorrendo a partir de variação no consumo de energia acima de 15%. Analisando os resultados deste trabalho, verificou-se diferença no consumo de energia metabolizável de 10,2%, o que permite concluir que a variação no peso dos órgãos foi atribuída somente à temperatura ambiente.

Neste estudo não houve efeito da temperatura e nem da proteína ($P > 0,05$) sobre o peso relativo do fígado. Este resultado está de acordo com Orlando et al. (2007). No entanto os níveis crescentes de óleo influenciaram ($P < 0,05$) esta variável. Observou-se redução no peso do fígado dos animais que receberam dietas com 4,5% de OS no ambiente termoneutro. Este fato pode ser explicado, porque a taxa lipogênica em mamíferos é regulada principalmente por

fatores nutricionais, e a adição de lipídios na dieta pode suprimir a lipogênese (DONALD, 2006). Segundo Mersmann et al. (1976), dietas com alto teor de gordura ou proteína promovem redução na atividade das enzimas lipogênicas diminuindo a lipogênese hepática. Latour et al. (1994) sugerem que o aumento da gordura dietética em rações isoenergéticas induz uma diminuição no tamanho do fígado em aves, em consequência da redução da lipogênese neste tecido. Resultados semelhantes foram encontrados em ratos (SCHALCH; CREE, 1985).

Com relação ao peso dos rins, houve influência da temperatura ($P < 0,05$) sobre esta variável. Os animais mantidos em ambiente de alta temperatura apresentaram maior peso dos rins em relação aos animais do termoneutro. Este resultado diverge de Kiefer et al. (2009), Manno et al. (2006) e Orlando et al. (2007). Isto pode ser explicado devido à maior ingestão de água. Como o rim é o principal órgão de excreção do organismo, o aumento da ingestão de água promove maior fluxo de urina que chega aos rins pelos ureteres, podendo influenciar o tamanho dos rins (PARADA; SALGADO FILHO, 2007).

Os resultados de peso dos rins observados neste estudo não são fisiologicamente explicados, uma vez que em altas temperaturas o peso dos órgãos deveria ser menor ou não variar em relação ao ambiente termoneutro, como forma de reduzir a produção de calor (KIEFER et al., 2009; TAVARES, DONIZELE; OLIVEIRA, 2000; ZHAO; JORGENSEN; EGGUM, 1995).

É importante ressaltar que a natureza morfológica do aumento ou diminuição do peso dos órgãos digestivos e não digestivos, e seus respectivos significados biológicos ainda não é completamente explicado, sugerindo-se, desta maneira, maiores estudos sobre as mais diversas respostas, em especial dos suínos das linhagens comerciais modernas mantidos em diferentes temperaturas ambientais.

4 CONCLUSÃO

Alternativas nutricionais como a redução do nível proteico em 2,5 pontos percentuais com suplementação de aminoácidos essenciais limitantes e a inclusão de óleo de soja em rações isoenergéticas para suínos machos castrados em terminação, mantidos em ambiente de estresse calórico, foram eficientes para manter o estado de homeotermia dos animais, sem causar prejuízo nos resultados de parâmetros fisiológicos.

REFERÊNCIAS

- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 246 p.
- BIKKER, P. et al. Protein and lipid accretion in body components of growing gilts (20 to 45 kilograms) as affected by energy intake. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 8, p. 2355-2363, 1995.
- BUFFINGTON, D. E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, n. 3, p. 711-714, May/June 1981.
- CAVALCANTI, S. S. **Suinocultura dinâmica**. Belo Horizonte: Itapuã, 1998. 494 p.
- CHRISTON, R. The effect of tropical ambient temperature on growth and metabolism in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 66, n.12, p. 3112-3123, Dec. 1988.
- CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1999. 454 p.
- CURTIS, S. E. **Environmental managment in animal agriculture**. Ames: State University, 1983.409 p.
- DAUNCEY, M. J.; INGRAM, D. L.; WALTERS, D. E. Evaluation of the effects of environmental temperature and nutrition on growth and development. **Journal Agricola Science**, Mansoura, v. 101, n. 2, p. 291-299, 1983.
- DONALD, C. B. Metabolismo lipídico. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **DUKES: fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 946 p.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 1., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FERREIRA, R. A. Criação de suínos em clima quente. In: SEMANA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA, 2., 2002, Itapetinga. **Anais...** Itapetinga: UESB, 2002. v. 1. p. 73-101.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Tratado de fisiologia médica. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 1115 p.

HANNAS, M.I. Aspectos fisiológicos e a produção de suínos em clima quente. In: SILVA, I.J.O. **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Piracicaba: FEALQ, 1999. p.1-33.

HUYNH, T. T. T. et al. Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, n. 6, p. 1385-1396, June 2005.

KIEFER, C. et al. Respostas de suínos em crescimento mantidos em diferentes temperaturas. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, n. 221, p. 55-64, 2009.

KIEFER, C. et al. Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 2, p. 496-504, 2010.

LATOUR, M. A. et al. The effects of dietary fat on growth performance, carcass composition, and feed efficiency in the broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, p. 1362-1369, 1994.

MANNO, M. C. et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p. 471-477, 2006.

MERSMANN, H. J. et al. Effect of Age, weaning and diet on swine adipose tissue and liver lipogenesis. **Journal of animal Science**, Champaign, v. 43, p. 140-145, 1976.

MONGIN, P. Role of sodium, potassium and chloride in eggshell quality. In: NUTRITION CONFERENCE OF FLORIDA, 1., 1980, Florida. **Proceedings...** Florida: NCF, 1980. p. 114-117.

MUIRHEAD, M.; ALEXANDER, T. **Managing pig health and the treatment of disease**: a reference for the farm. Sheffield: 5MEnterprises, 1997. 608 p.

ORLANDO, U. A. D. et al. Níveis de proteína bruta e suplementação de aminoácidos em dietas para leitões dos 60 aos 100 kg mantidas em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 4, p. 1069 -1075, 2007. Supl.

ORLANDO, U. A. D. **Nível de proteína bruta da ração e Efeito da temperatura Ambiente sobre o desempenho e parâmetros fisiológicos de leitões em crescimento**. 2001. 77 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

PARADA, G.; SALGADO FILHO, N. Assimetria renal. In: BARROS, E.; GONÇALVES, L. F. **Nefrologia no consultório**. São Paulo: Artmed, 2007. p.191-203.

RENEAUDEAU, D.; HUC, E.; NOBLET, J. Acclimation to high ambient temperature in Large white and Caribbean Creole growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 3, p. 779-790, Mar. 2007.

RODRIGUES, N. E. B.; ZANGERONIMO, M. G.; FIALHO, E. T. Adaptações fisiológicas de suínos sob estresse térmico. **Revista Eletrônica Nutritime**, [São Paulo], v. 7, n. 2, p.1197-1211, 2010.

SCHALCH, D. S.; CREE, T. C. Protein utilization in growth: Effect of lysine deficiency on serum growth hormone, somatomedins, insulin, total thyroxine and triiodothyronine, free T4 index, and total corticosterone. **Endocrinology**, Bethesda, v. 177, p. 667-673, 1985.

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

TAVARES, S. L. S. **Níveis de energia digestível da ração para suínos dos 30 aos 60 kg mantidos em ambiente de termoneutralidade e calor**. 2000. 120 p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.

YAN, P.S; YAMAMOTO, S. Relationship between thermoregulatory responses and heat loss in piglets. **Animal Science Journal**, Champaign, v. 71, n. 10, p. 505-509, 2000.

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

WOLP, R. C. **Suínos em crescimento mantidos em ambiente de alta temperaturas alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta**. 2010. 55 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

ANEXO

ANEXO A

Tabela 1A Análise de variância e coeficiente de variação para consumo médio diário de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	GI	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	0,137093	0,034273	1,034	0,4004
Temperatura (T)	1	1,177681	1,177681	35,531	0,0000
Proteína (P)	1	0,139587	0,139587	4,211	0,0461
Óleo O)	2	0,002551	0,001276	0,038	0,9623
A*P	1	0,001972	0,001972	0,060	0,8084
A*O	2	0,137814	0,068907	2,079	0,1372
P*O	2	0,043674	0,021837	0,659	0,5225
T*P*O	2	0,043666	0,021833	0,659	0,5225
Erro	44	1,458384	0,033145		
CV (%)		6,86			

Tabela 2A Análise de variância e coeficiente de variação para ganho de peso médio diário de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	GI	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	0,064595	0,016149	3,440	0,1157
Temperatura (T)	1	0,044173	0,044173	9,411	0,0037
Proteína (P)	1	0,060293	0,060293	12,845	0,0008
Óleo O)	2	0,032797	0,016398	3,494	0,0391
A*P	1	0,001643	0,001643	0,350	0,5571
A*O	2	0,013021	0,006511	1,387	0,2605
P*O	2	0,003149	0,001574	0,335	0,7168
T*P*O	2	0,027150	0,013575	2,892	0,0661
Erro	44	0,206533	0,004694		
CV (%)		7,49			

Tabela 3A Análise de variância e coeficiente de variação para conversão alimentar de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	Gl	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	0,279399	0,069850	1,695	0,1683
Temperatura (T)	1	0,324429	0,324429	7,872	0,0074
Proteína (P)	1	0,136136	0,136136	3,303	0,0760
Óleo O)	2	0,312760	0,156380	3,794	0,0302
A*P	1	0,011152	0,011152	0,271	0,6055
A*O	2	0,018181	0,009090	0,221	0,8029
P*O	2	0,071590	0,035795	0,869	0,4266
T*P*O	2	0,092451	0,046225	1,122	0,3349
Erro	44	1,813367	0,041213		
CV (%)	6,97				

Tabela 4A Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de energia metabolizável de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	Gl	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	1449992,2	362498,06	1,033	0,4009
Temperatura (T)	1	12474308	12474308	35,55	0,0000
Proteína (P)	1	1623914,4	1623914,4	4,628	0,0370
Óleo O)	2	27790,498	13895,249	0,040	0,9612
A*P	1	21751,676	21751,676	0,062	0,8045
A*O	2	1458855	729427,51	2,079	0,1372
P*O	2	468294,86	234147,43	0,667	0,5182
T*P*O	2	461748,10	230874,05	0,658	0,5229
Erro	44	15438319	350870,89		
CV (%)	6,86				

Tabela 5A Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de energia líquida de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	Gl	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	781137,88	195284,47	1,033	0,4010
Temperatura (T)	1	6721699,7	6721699,7	35,557	0,0000
Proteína (P)	1	884879,84	884879,84	4,681	0,0360
Óleo (O)	2	15312,739	7656,3696	0,041	0,9603
A*P	1	11774,004	11774,004	0,062	0,8041
A*O	2	786038,28	393019,14	2,079	0,1372
P*O	2	253476,00	126738,00	0,670	0,5166
T*P*O	2	248771,12	124385,56	0,658	0,5229
Erro	44	8317842,7	189041,87		
CV (%)	6,86				

Tabela 6A Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de proteína bruta de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	Gl	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	3426,1679	856,54199	1,113	0,3624
Temperatura (T)	1	26140,927	26140,927	33,974	0,0000
Proteína (P)	1	40460,221	40460,221	52,584	0,0000
Óleo (O)	2	94,044870	47,022435	0,061	0,9408
A*P	1	47,918407	47,918407	0,062	0,8041
A*O	2	3244,1934	1622,0967	2,108	0,1336
P*O	2	1006,8858	503,44290	0,654	0,5248
T*P*O	2	1154,8003	577,40016	0,750	0,4781
Erro	44	33855,163	769,43552		
CV (%)	7,00				

Tabela 7A Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de lisina digestível de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	Gl	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	7,727627	1,931907	1,036	0,3997
Temperatura (T)	1	66,276060	66,276060	35,525	0,0000
Proteína (P)	1	7,848167	7,848167	4,207	0,0962
Óleo (O)	2	0,140890	0,070445	0,038	0,9630
A*P	1	0,109227	0,109227	0,059	0,8099
A*O	2	7,732690	3,866345	2,072	0,1380
P*O	2	2,455663	1,227832	0,658	0,5228
T*P*O	2	2,454423	1,227212	0,658	0,5230
Erro	44	82,086813	1,865609		
CV (%)	6,86				

Tabela 8A Análise de variância e coeficiente de variação para rendimento de carcaça de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	Gl	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	14,459856	3,614964	3,023	0,0775
Temperatura (T)	1	1,732300	1,732300	1,449	0,2352
Proteína (P)	1	5,274142	5,274142	4,411	0,0815
Óleo (O)	2	0,940495	0,470247	0,393	0,6772
A*P	1	0,699624	0,699624	0,585	0,4484
A*O	2	0,826655	0,413328	0,346	0,7097
P*O	2	2,713605	1,356803	1,135	0,3308
T*P*O	2	1,581059	0,790530	0,661	0,5213
Erro	44	52,615666	1,195811		
CV (%)	1,37				

Tabela 9A Análise de variância e coeficiente de variação para área de olho de lombo de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	GI	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	82,024373	20,506093	0,560	0,6931
Temperatura (T)	1	0,779760	0,779760	0,021	0,8847
Proteína (P)	1	12,186027	12,186027	0,333	0,5671
Óleo (O)	2	35,476230	17,738115	0,484	0,6195
A*P	1	4,139627	4,139627	0,113	0,7384
A*O	2	36,348430	18,174215	0,496	0,6123
P*O	2	124,010763	62,005382	1,692	0,1958
T*P*O	2	54,875763	27,437882	0,749	0,4788
Erro	44	1612,079067	36,638161		
CV (%)	10,42				

Tabela 10A Análise de variância e coeficiente de variação para rendimento de carne na carcaça de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	GI	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	38,928680	9,732170	1,725	0,1615
Temperatura (T)	1	15,203687	15,203687	2,695	0,1078
Proteína (P)	1	1,308622	1,308622	0,232	0,6325
Óleo (O)	2	6,423664	3,211832	0,569	0,5700
A*P	1	0,175284	0,175284	0,031	0,8609
A*O	2	5,130636	2,565318	0,455	0,6376
P*O	2	37,830177	18,915089	3,353	0,0841
T*P*O	2	6,128464	3,064232	0,543	0,5848
Erro	44	248,238363	5,641781		
CV (%)	3,95				

Tabela 11A Análise de variância e coeficiente de variação para relação carne:gordura de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	Gl	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	1,4974	0,3744	2,6981	0,1539
Temperatura (T)	1	0,0432	0,0432	0,3114	0,9738
Proteína (P)	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,3128
Óleo (O)	2	0,0315	0,0158	0,1137	0,4249
A*P	1	0,0004	0,0005	0,0035	0,3080
A*O	2	0,4499	0,2249	1,6214	0,2446
P*O	2	0,4065	0,2032	1,4648	0,5727
T*P*O	2	0,1243	0,0621	0,4480	0,9022
Erro	44	6,1047	0,1387		
CV (%)	12,20				

Tabela 12A Análise de variância e coeficiente de variação para espessura de toucinho no ponto P2 de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	Gl	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	1,102688	0,275672	1,774	0,1513
Temperatura (T)	1	0,272462	0,272462	1,753	0,1923
Proteína (P)	1	0,058909	0,058909	0,379	0,5413
Óleo (O)	2	0,160763	0,080381	0,517	0,5998
A*P	1	0,007891	0,007891	0,051	0,8228
A*O	2	0,150389	0,075195	0,484	0,6197
P*O	2	1,043635	0,521817	3,357	0,0440
T*P*O	2	0,171176	0,085588	0,551	0,5805
Erro	44	6,838930	0,155430		
CV (%)	10,22				

Tabela 13A Análise de variância e coeficiente de variação para perda por resfriamento de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	GI	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	0,688341	0,172085	2,394	0,0648
Temperatura (T)	1	1,206046	1,206046	16,779	0,0002
Proteína (P)	1	0,146857	0,146857	2,043	0,1600
Óleo (O)	2	0,040888	0,020444	0,284	0,7538
A*P	1	0,007006	0,007006	0,097	0,7564
A*O	2	0,041140	0,020570	0,286	0,7525
P*O	2	0,221145	0,110572	1,538	0,2261
T*P*O	2	0,059150	0,029575	0,411	0,6652
Erro	44	3,162556	0,071876		
CV (%)	16,63				

Tabela 14A Análise de variância e coeficiente de variação para temperatura retal de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	GI	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	0,257667	0,064417	1,657	0,1771
Temperatura (T)	1	4,537500	4,537500	116,732	0,0000
Proteína (P)	1	0,037500	0,037500	0,965	0,3314
Óleo (O)	2	0,043167	0,043167	1,111	0,3384
A*P	1	0,008167	0,008167	0,210	0,6489
A*O	2	0,063000	0,031500	0,810	0,4512
P*O	2	0,007000	0,003500	0,090	0,9141
T*P*O	2	0,014333	0,007167	0,184	0,8323
Erro	44	1,710333	0,038871		
CV (%)	0,50				

Tabela 15 A Análise de variância e coeficiente de variação para temperatura na nuca de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	Gl	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	3,070667	0,767667	2,185	0,0863
Temperatura (T)	1	209,066667	209,066667	595,118	0,0000
Proteína (P)	1	0,352667	0,352667	1,004	0,3219
Óleo (O)	2	0,889000	0,444500	1,265	0,2922
A*P	1	0,384000	0,384000	1,093	0,3015
A*O	2	0,462333	0,231167	0,658	0,5229
P*O	2	1,432333	0,716167	2,039	0,1423
T*P*O	2	1,399000	0,699500	1,991	0,1487
Erro	44	15,457333	0,351303		
CV (%)	1,71				

Tabela 16A Análise de variância e coeficiente de variação para temperatura na paleta de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	Gl	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	4,384333	1,096083	2,920	0,0816
Temperatura (T)	1	173,060167	173,060167	461,056	0,0000
Proteína (P)	1	0,028167	0,028167	0,075	0,7854
Óleo (O)	2	0,882333	0,441167	1,175	0,3182
A*P	1	0,000167	0,000167	0,000	0,9833
A*O	2	0,156333	0,078167	0,208	0,8128
P*O	2	1,564333	0,782167	2,084	0,1366
T*P*O	2	1,410333	0,705167	1,879	0,1648
Erro	44	16,515667	0,375356		
CV (%)	1,78				

Tabela 17A Análise de variância e coeficiente de variação para temperatura na pernil de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	GI	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	1,870667	0,467667	1,316	0,2789
Temperatura (T)	1	143,530667	143,530667	403,864	0,0000
Proteína (P)	1	0,130667	0,130667	0,368	0,5474
Óleo (O)	2	0,313000	0,156500	0,440	0,6466
A*P	1	0,912667	0,912667	2,568	0,1162
A*O	2	0,496333	0,248167	0,698	0,5029
P*O	2	1,376333	0,688167	1,936	0,1563
T*P*O	2	1,586333	0,793167	2,232	0,1193
Erro	44	15,637333	0,355394		
CV (%)	1,72				

Tabela 18A Análise de variância e coeficiente de variação para frequência respiratória de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	GI	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	191,766667	47,941667	2,206	0,0838
Temperatura (T)	1	23246,01667	23246,016667	1069,64	0,0000
Proteína (P)	1	2,816667	2,816667	0,130	0,7206
Óleo (O)	2	73,733333	36,866667	1,696	0,1951
A*P	1	40,016667	40,016667	1,841	0,1817
A*O	2	26,533333	13,266667	0,610	0,5476
P*O	2	6,533333	3,266667	0,150	0,8609
T*P*O	2	18,533333	9,266667	0,426	0,6555
Erro	44	956,233333	21,732576		
CV (%)	8,08				

Tabela 19A Análise de variância e coeficiente de variação para peso dos rins de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	Gl	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	0,025117	0,006	2,033	0,1063
Temperatura (T)	1	0,019440	0,019440	6,293	0,0159
Proteína (P)	1	0,001500	0,001500	0,486	0,4896
Óleo (O)	2	0,006690	0,003345	1,083	0,3475
A*P	1	0,000427	0,000427	0,138	0,7119
A*O	2	0,001090	0,000545	0,176	0,8389
P*O	2	0,007210	0,003605	1,167	0,3208
T*P*O	2	0,004303	0,002152	0,697	0,5037
Erro	44	0,135923	0,003089		
CV (%)	16,11				

Tabela 20A Análise de variância e coeficiente de variação para peso do coração de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	Gl	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	0,003240	0,000810	0,442	0,7777
Temperatura (T)	1	0,006827	0,006827	3,723	0,0501
Proteína (P)	1	0,000240	0,000240	0,131	0,7192
Óleo (O)	2	0,002013	0,001007	0,549	0,5814
A*P	1	0,000167	0,000167	0,091	0,7645
A*O	2	0,001213	0,000607	0,331	0,7201
P*O	2	0,006280	0,003140	1,712	0,1922
T*P*O	2	0,001613	0,000807	0,440	0,6469
Erro	44	0,080680	0,001834		
CV (%)	12,15				

Tabela 21A Análise de variância e coeficiente de variação para peso do pulmão de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	Gl	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	0,005173	0,001293	0,113	0,9772
Temperatura (T)	1	0,003082	0,003082	0,270	0,6061
Proteína (P)	1	0,000735	0,000735	0,064	0,8010
Óleo (O)	2	0,031293	0,015647	1,369	0,2649
A*P	1	0,003682	0,003682	0,322	0,5732
A*O	2	0,021493	0,010747	0,941	0,3981
P*O	2	0,045880	0,022940	2,008	0,1464
T*P*O	2	0,006813	0,003407	0,298	0,7437
Erro	44	0,502747	0,011426		
CV (%)	14,58				

Tabela 22A Análise de variância e coeficiente de variação para peso do fígado de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta em diferentes temperaturas ambiente

FV	Gl	SQ	QM	Fc	P>F
Bloco	4	0,123290	0,030823	1,821	0,1419
Temperatura (T)	1	0,001402	0,001402	0,083	0,7749
Proteína (P)	1	0,026882	0,026882	1,588	0,2143
Óleo (O)	2	0,100323	0,050162	2,963	0,0620
A*P	1	0,000482	0,000482	0,028	0,8668
A*O	2	0,071523	0,035762	2,112	0,1330
P*O	2	0,018503	0,009252	0,547	0,5829
T*P*O	2	0,036623	0,018312	1,082	0,3479
Erro	44	0,744870	0,016929		
CV (%)	8,75				