

MARIA CRISTINA MANNO

**EFEITO DA TEMPERATURA AMBIENTE SOBRE
O DESEMPENHO DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2004

MARIA CRISTINA MANNO

**EFEITO DA TEMPERATURA AMBIENTE SOBRE
O DESEMPENHO DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientia*".

Aprovada: 13 de julho de 2004

Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva

Prof. Paulo César Brustolini

Prof. Aloízio Soares Ferreira
(Conselheiro)

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Conselheiro)

Prof^a. Rita Flávia Miranda de Oliveira
(Orientadora)

A DEUS.

Aos meus pais, Paolo Manno e Maria Vittoria Maffei Manno.

Aos meus irmãos, Beatrice e Alberto.

Ao meu esposo, Kedson Raul.

À minha filha, Giulia.

Aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, em especial do Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do Curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo.

À professora Rita Flávia Miranda de Oliveira, pelo companheirismo e pela valorosa orientação na condução dos trabalhos.

Ao professor Juarez Lopes Donzele, pelas críticas, pelas sugestões e pela confiança.

Ao professor Aloízio Soares Ferreira, pelo exemplo e pelas opiniões valiosas.

Aos membros da banca examinadora, professor Paulo César Brustolini e pesquisador Francisco Carlos Oliveira da Silva, pelo apoio e pela atenção.

Ao funcionários do Setor de Suinocultura, Roberto, Chico Marreco, Chico Ilário, Raimundo, Tião, Vitor, Zé Bié e, em especial, José Alberto (Dedeco), não só pelo apoio na lida diária, mas também pela amizade sincera e atenção durante todo o tempo de realização dos trabalhos.

Aos funcionários do Setor de Avicultura, em especial ao Zé Lino, ao Adriano e ao Elízio, e ao Mauro, da Fábrica de Rações, profissionais com quem sempre pude contar nas horas de necessidade.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Monteiro, Vera, Valdir e Fernando, pela indispensável colaboração na condução das análises.

Aos funcionários do Abatedouro, em especial, à Graça e ao Sérvulo, pelo carinho e companhia nos momentos de trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial ao Adilson, à Celeste, à Márcia, à Rosana, ao Venâncio, sem esquecer da Fernanda (cantina), pelo apoio e convívio diário.

Aos estagiários, cujo apoio e dedicação foram imprescindíveis para realização do trabalho: Will, Luísa, Tatiana, Jefferson, Rodrigo e Déborah, muito obrigado!

Ao Edilson, ao Bruno, à Roberta e à Christiane, por disporem de seu valioso tempo para me auxiliar.

Ao compadre Frederico, por ser um ponto de equilíbrio nos momentos tristes ou difíceis, e por poder dividir as vitórias e derrotas.

Aos grandes amigos, Wilkson e Mariana, pelo simples fato de saber que poderia contar com sua amizade a qualquer momento.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia e de outros setores, que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

Por fim, ao meu esposo, de quem recebi não só carinho, mas também sugestões valiosas, apoio e, principalmente, confiança. Obrigada por tudo, Anjo.

BIOGRAFIA

MARIA CRISTINA MANNO, filha de Paolo Manno e Maria Vittoria Maffei Manno, nasceu em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, em 27 de julho de 1980.

Em março de 1998, iniciou o Curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa – UFV, graduando-se em setembro de 2002.

Em setembro de 2002, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Bioclimatologia Animal, submetendo-se à defesa de tese em 13 de julho de 2004.

CONTEÚDO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
3. MATERIAL E MÉTODO	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos, dos 15 aos 30 kg.....	18
4.2. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos, dos 30 aos 60 kg	26
5. RESUMO E CONCLUSÕES	33
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

RESUMO

MANNO, Maria Cristina, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2004.

Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos em crescimento. Orientador: Rita Flávia Miranda de Oliveira. Conselheiros: Juarez Lopes Donzele e Aloízio Soares Ferreira.

Foram realizados dois experimentos utilizando 72 machos castrados, em fase inicial e em crescimento, para avaliar o efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho, composição de carcaça e parâmetros fisiológicos. Em ambos os experimentos, os animais foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente ao acaso, com três tratamentos, seis repetições e dois animais por unidade experimental. Os tratamentos foram assim constituídos: 1 – animais submetidos ao estresse por calor (35°C – fase inicial; 32°C – fase de crescimento); 2 – animais em conforto térmico (22°C), alimentados à vontade; e 3 – animais em conforto térmico (22°C), com alimentação pareada ao dos animais do tratamento 1. No primeiro experimento foram utilizados 36 animais com peso médio inicial de 15 kg, que permaneceram em experimento por 23 dias. Foram observadas redução no consumo de ração, no ganho de peso, no rendimento de carcaça e piora na conversão alimentar, bem como queda nas deposições diárias de proteína e gordura em animais submetidos aos tratamentos

1 e 3, comparados àqueles do tratamento 2. Os tratamentos não influenciaram os pesos relativos dos órgãos avaliados, com exceção do peso relativo dos rins e do estômago, que foram menores nos animais do tratamento 1 em relação aos do tratamento 2. Os parâmetros fisiológicos (temperatura retal, temperaturas de superfície de pele e frequência respiratória) foram influenciados negativamente pela estresse térmico. No segundo experimento foram utilizados 36 animais com peso médio inicial de 30 kg, que permaneceram em experimento por 35 dias. Houve efeito da temperatura ambiente sobre o consumo de ração que reduziu, porém com melhora na conversão alimentar e na eficiência de utilização de lisina para ganho dos animais em relação aos demais tratamentos. A deposição de gordura foi menor para os tratamentos 1 e 3 em relação ao tratamento 2, porém apenas os animais em conforto térmico com alimentação pareada apresentaram queda na deposição de proteína. Os animais em estresse por calor apresentaram menores pesos de jejum e de carcaça que os animais em conforto térmico com alimentação à vontade, porém maiores que aqueles com alimentação pareada. O rendimento de carcaça não foi influenciado pelos tratamentos, bem como os pesos relativos dos órgãos avaliados, com exceção do estômago, que se apresentou menor no tratamento 3. As temperaturas de superfície e frequência respiratória foram influenciadas negativamente pela alta temperatura (tratamento 1). A temperatura retal não foi influenciada pelos tratamentos. Concluiu-se que na fase inicial a temperatura ambiente, por meio da redução do consumo de ração, influenciou negativamente o ganho de peso, a conversão alimentar, bem como a deposição de proteína, além de aumentar a frequência respiratória e a temperatura retal dos animais. Na fase de crescimento a alta temperatura influenciou negativamente o desempenho dos suínos, mantendo a deposição de proteína na carcaça, e esse efeito não foi limitado à redução do consumo de ração.

ABSTRACT

MANNO, Maria Cristina, M.S., Universidade Federal de Viçosa, July 2004.

Effect of the environmental temperature on the performance of growing swine. Adviser: Rita Flávia Miranda de Oliveira. Committee members: Juarez Lopes Donzele and Aloízio Soares Ferreira.

Two experiments were carried out using 72 castrated males, in initial and in growing phase, to evaluate the effect of the environmental temperature on the performance, carcass composition and physiologic parameters. In both experiments, the animals were distributed in a completely randomized blocks of experimental design, with three treatments, six repetitions and two animals in each experimental unit. The treatments were constituted in: 1 - animals submitted to the stress by heat (35°C - initial phase; 32°C - growing phase); 2 - animals in thermal comfort (22°C), fed ad libitum; and 3 - animals in thermoneutral environment (22°C), with similar feeding to the animals of the treatment 1. In the first experiment were used 36 animals with average initial weight of 15 kg, which stayed in experiment for 23 days. It was observed reduction in the ration intake, in the weight gain, in the carcass performance and worsens in the feed conversion, as well as reduction in the daily protein and fat depositions in animals submitted to the treatments 1 and 3, compared to those of the treatment 2. The treatments did not influence the relative weights of the evaluated organs, except for the relative weight of the kidneys and of the stomach, that were smaller in the animals of the treatment 1 in relation to the animals of the treatment 2.

The physiological parameters (rectal temperature, temperatures of skin surface and breathing frequency) were negatively influenced by the thermal stress. In the second experiment 36 animals with average initial weight of 30 kg were used. The animals stayed in experiment for 35 days. It was observed effect of the ambient temperature on the feed intake that reduced, even so with improvement in the feed conversion and in the efficiency of use of lysine for weight gain in relation to the other animals in the other treatments. The fat deposition was smaller for the treatments 1 and 3 in relation to the treatment 2, but only the animals in thermal comfort with similar feeding showed lower protein deposition. The animals under heat stress showed lower body weight in fasting and lower carcass weight than the animals in thermal comfort with ad libitum feeding, even so larger intake than those with similar feeding. The carcass performance was not influenced by the treatments, as well as the relative weights of the evaluated organs, except for the stomach, that was smaller in the treatment 3. The temperatures and breathing frequency were negatively influenced by the high temperature (treatment 1). The rectal temperature was not influenced by the treatments. It was concluded that in the initial phase the environmental temperature, by means of the reduction of the ration intake, influenced negatively the weight gain, the feed conversion, as well as the protein deposition, also increasing the breathing frequency and the rectal temperature of the animals. In the growing phase the high temperature influenced negatively the swine performance maintaining the protein deposition in the carcass, and that effect was not limited to the reduction of the ration intake.

1. INTRODUÇÃO

Os produtores de suínos têm buscado formas de maximizar a expressão do potencial genético dos animais para deposição de carne magra, por meio de avanços nos conhecimentos de fisiologia, nutrição e sanidade dos animais. Entretanto, após a década de 1970, começaram a surgir estudos que relacionavam a influência do ambiente sobre o desempenho dos suínos. A partir do momento em que o homem tornou-se consciente da participação fundamental deste componente no sistema produtivo, iniciou-se a busca incessante pela avaliação dos efeitos da interação animal x ambiente, nascendo uma nova ciência: a Bioclimatologia Animal.

Na produção de suínos, para se compreender a conversão dos alimentos em tecidos corporais, especialmente carne magra, é necessário o conhecimento das relações entre ingestão de nutrientes e desempenho animal. Advindo desta perspectiva, as pesquisas relacionadas à produtividade de suínos não mais consideram apenas a nutrição, mas o binômio nutrição – ambiente, uma vez que para o adequado atendimento das exigências nutricionais dos animais será necessário evitar o desvio dos nutrientes, providos primeiramente para a deposição de carne magra, para ajuste de possível desconforto relacionado a fatores ambientais, como temperatura, umidade relativa e radiação solar.

Estudos no sentido de criar animais recebendo o mesmo tipo de ração, porém em diversos ambientes, têm sido imprescindíveis para a avaliação da redução do desempenho e das mudanças nas exigências nutricionais dos animais, de acordo com o ambiente a que estão inseridos. A alta temperatura pode, indiretamente, influenciar negativamente o desempenho dos suínos em crescimento por meio da redução do consumo (KERR et al., 2003), e diretamente, por meio das alterações no metabolismo dos animais (COLLIN e al., 2001b). Entretanto, pouco se sabe sobre qual parcela do desenvolvimento subótimo é devido à menor ingestão do alimento, e quanto se deve exclusivamente ao efeito do ambiente.

Ainda assim, o ambiente térmico, associado à fase em que o animal se encontra, pode influenciar a prioridade de deposição de tecido, magro ou gorduroso, em relação ao tipo de ambiente e, também, ao tipo de manejo alimentar. Suínos mais jovens poderão responder de forma diferenciada quando submetidos ao mesmo ambiente adverso que suínos mais velhos.

Todos esses questionamentos ainda estão por ser respondidos, à medida que novos estudos vão sendo realizados no sentido de que o ambiente não mais seja agressivo ao animal, mas aliado a ele para que a maximização da produtividade seja alcançada na suinocultura mundial.

A partir do exposto, fica evidenciada a necessidade de estudar a influência do ambiente térmico sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos e anatômicos dos animais; mas especialmente relevante é a necessidade de verificar até que ponto a variação no desempenho de suínos ocorre pela redução da alimentação, e a partir de quando a queda na produtividade dá-se pelo efeito direto que o ambiente exerce sobre os animais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O conforto térmico ambiental, até alguns anos atrás, era visto como um problema secundário, tanto do ponto de vista etológico quanto do produtivo. Presumia-se que o desconforto térmico seria resolvido com o uso de condicionamento artificial, sem se considerar os custos e os problemas relacionados à implantação de um sistema climatizado. Porém, segundo SILVA (1999), desde a última década a preocupação com o conforto térmico animal vem crescendo notoriamente, principalmente quando associada às respostas fisiológicas dos animais e aos respectivos índices produtivos.

Como todos os homeotermos, os suínos têm sua temperatura corpórea interna constante. Analisando termodinamicamente, isto significa que eles precisam trocar calor continuamente com o ambiente; entretanto este processo só se mostra eficiente quando a temperatura ambiente está dentro dos limites da termoneutralidade (SILVA, 1999).

O suíno é um animal com hábito diurno, monogástrico, com sistema termorregulador pouco desenvolvido, sendo então muito sensível ao frio quando jovem e ao calor quando adulto (MÜLLER, 1989). Apresenta pequeno número de glândulas sudoríparas, consideradas praticamente afuncionais (FIALHO et al., 2001), o que torna o animal mais suscetível ao estresse térmico. As temperaturas altas têm sido as mais prejudiciais aos suínos. Como não existe o “clima

perfeito”, tem sido necessário corrigir os elementos climáticos desfavoráveis a fim de obter um ambiente térmico que possibilite a expressão máxima do potencial genético destes animais (PERDOMO, 2000).

Assim, suínos mantidos em ambiente termoneutro tendem a maximizar sua produtividade, porém, quando a temperatura ambiente efetiva aumenta os animais utilizam mecanismos comportamentais, físicos e químicos, que podem levar, conseqüentemente, a um desvio da energia disponível para a produção, modificando a exigência de nutrientes dos animais (ORLANDO, 2001).

O desvio da energia disponível e, conseqüentemente, a modificação das exigências nutricionais dos animais criados em ambientes adversos resultam na modificação no consumo, bem como em um ajuste fisiológico para o aproveitamento dos nutrientes da ração pelos animais. Entretanto, a intensidade com que o ambiente age como fator isolado sobre o desempenho dos animais e os mecanismos pelos quais isto ocorre ainda não estão bem elucidados.

2.1. Ambiente Térmico

O ambiente que envolve o suíno inclui os fatores físicos, químicos e biológicos, que influenciam o desenvolvimento e o crescimento animal, como a temperatura, a umidade relativa, a ventilação e a radiação (BAÊTA e SOUZA, 1997). Estes fatores podem exercer efeitos primários ou secundários e atuar de maneira direta ou indireta sobre os animais. Desta forma, a temperatura do ar isoladamente pode não ser suficiente para caracterizar um ambiente térmico, uma vez que esta pode ser modificada por diversos componentes do ambiente (ORLANDO, 2001). Assim, a melhor maneira de expressar o ambiente térmico tem sido por meio da temperatura ambiente efetiva, que considera os vários elementos climáticos, e que tem sido considerada a melhor estimativa da temperatura que está incidindo sobre os animais (HANNAS, 1999).

Segundo BAÊTA e SOUZA (1997), a zona de conforto térmico, ou de termoneutralidade, é a faixa de temperatura ambiente efetiva em que o animal mantém constante a temperatura corporal, com mínimo de esforço dos

mecanismos termorregulatórios. Já ROSENBERG et al. (1983) referem-se à zona de conforto térmico como a zona de indiferença térmica, em que apenas o metabolismo basal fornece a energia necessária para manter a temperatura corporal no nível normal. Nesta faixa de temperatura ambiente efetiva não há sensação de frio ou calor e o desempenho animal pode ser otimizado, em qualquer atividade.

A zona de termoneutralidade, então, está relacionada a um ambiente térmico ideal, no qual os animais encontram condições ótimas para expressar suas melhores características produtivas (SILVA, 1999).

Diversos fatores ligados ao animal, como peso, idade, estado fisiológico e genética, bem como aqueles ligados ao ambiente, tamanho do grupo e nível de alimentação, podem influenciar a determinação da zona de conforto térmico dos animais. Por este motivo existem diferenças na literatura com relação às zonas de conforto térmico para as diferentes categorias de suínos.

Segundo PENZ JR. (1991) e SILVA (1999), a zona de termoneutralidade de leitões entre 20 e 35 kg varia de 18 a 20°C e a de leitões na faixa de 35 a 60 kg varia entre 15 e 18°C. Já PERDOMO (1994) citou, de forma geral, as faixas de 12 a 18°C e de 18 a 23°C para suínos adultos e em crescimento, respectivamente. Em estudos realizados por Le DIVIDICH (1991), a faixa de temperatura entre 20 e 25°C seria a ideal para melhor desempenho produtivo e qualidade de carcaça de suínos em crescimento.

Assim, a utilização dos índices bioclimáticos, que levam em consideração dois ou mais componentes do ambiente, além de fornecerem uma estimativa mais precisa da situação ambiental, têm permitido a comparação do desempenho dos animais criados em diferentes regiões (FERREIRA, 1998).

Considerando os diversos índices citados por CAMPOS (1986), o ITGU (índice de temperatura de globo e umidade), proposto por BUFFINGTON et al. (1981), tem sido considerado o mais adequado e indicado para determinar o conforto térmico em regiões tropicais, uma vez que incorpora a umidade relativa, a velocidade do ar, a temperatura de bulbo seco e a radiação, sendo definido pela equação:

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

em que

T_{gn} = temperatura de globo negro, K; e

T_{po} = Temperatura do ponto de orvalho, K.

Em pesquisa realizada com frangos de corte em Belize, na América Central, OLIVEIRA e ESMAY (1982) concluíram que em regiões de clima quente o ITGU é a melhor indicação 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 os autores, a diferença entre a temperatura de globo negro e de bulbo seco reflete o efeito da radiação sobre o animal.

2.2. Ambiente e Desempenho Produtivo

A temperatura crítica superior pode ser definida como a temperatura ambiente efetiva acima da qual o animal aciona seus mecanismos termorregulatórios latentes, como a ofegação, no auxílio à dissipação de calor corporal para o ambiente, para evitar o aumento da temperatura corporal.

Segundo GUYTON e HALL (1997), quando os animais são submetidos à temperatura ambiente elevada, inicialmente ocorre vasodilatação periférica devido à inibição dos centros simpáticos no hipotálamo, responsável pela vasoconstrição, o que pode aumentar a velocidade de transferência de calor para a pele e, consequentemente, a perda de calor por condução e convecção. NÄÄS (1989) ressaltou que a termorregulação, por meio dos mecanismos supracitados, apesar de ser o meio natural do controle de perdas de calor pelo organismo, pode representar um esforço extra e, portanto, uma queda na produtividade.

Em aves, estudos têm demonstrado que a temperatura ambiente elevada e a restrição alimentar podem influenciar negativamente o desempenho produtivo, mesmo não evidenciando diferenças significativas na conversão alimentar destes animais (LANA et al., 2000).

As alterações metabólicas causadas nos suínos criados em altas temperaturas têm efeito direto sobre o consumo de ração e o gasto de energia, interferindo no rendimento dos animais (Le DIVIDICH et al., 1992), o que pode modificar também suas exigências nutricionais.

Como tem sido sugerido que o consumo de ração pode ser um dos principais fatores que influenciam o crescimento de suínos, fatores térmicos do ambiente que reduzam o consumo de ração podem influenciar a taxa de crescimento destes animais (VERSTEGEN e CLOSE, 1994). A menor ingestão de alimentos ou energia, nestas condições, parece estar relacionada a um esforço para reduzir a quantidade de calor a ser dissipada pelo animal (SCHENCK et al., 1992).

COLLIN et al. (2001a), avaliando o efeito da alta temperatura (32°C) sobre o desempenho de suínos em crescimento, observaram redução de 37 e 30%, respectivamente, no ganho de peso diário e na ingestão voluntária de alimentos, em relação a suínos mantidos em ambiente termoneutro.

Para suínos em crescimento, tem sido estimado que cada 1°C de variação de temperatura está associado a uma mudança de 0,65 MJ no consumo de energia metabolizável (CLOSE, 1989). Entretanto, CURTIS (1983) relatou que suínos pesados têm sido mais sensíveis ao estresse por calor que os mais leves, e que o consumo de alimentos de suínos pesando menos de 20 kg pode ser muito menos influenciado pela temperatura que o de suínos mais velhos, deixando evidente que as respostas dos suínos às condições ambientais podem ser dependentes do peso do animal. De acordo com EFFECT... (1981), o peso do animal é altamente correlacionado com a porcentagem de gordura corporal e, conseqüentemente, com a taxa de perda de calor para o ambiente.

CHRISTON (1988), estudando o efeito da temperatura ambiente (tropical, 22 a 32°C, e termoneutro, 17 a 21°C) e o método de alimentação (restrita e à vontade) sobre o desempenho de suínos em três fases de desenvolvimento (8 a 25, 29 a 50 e 54 a 79 kg), verificou que os animais, em todas as categorias, mantidos em ambiente tropical, tiveram menor ganho de peso e eficiência alimentar, enquanto o consumo de ração foi influenciado apenas no

grupo de animais mais pesados. Entretanto, OLIVEIRA et al. (1997) verificaram que leitões na fase inicial, expostos à temperatura de 32°C, apresentaram menores valores de ganho de peso, de consumo de ração, de energia digestível e de proteína, enquanto a conversão alimentar não foi influenciada.

O ambiente térmico também pode estar diretamente relacionado à eficiência de utilização dos alimentos. A menor ingestão alimentar verificada em animais submetidos a estresse térmico pode ocasionar maior digestibilidade da ração e, conseqüentemente, maior absorção de nutrientes pelo trato gastrointestinal. Em estudos com monogástricos, tem-se verificado que a motilidade do trato gastrointestinal pode ser reduzida pelo hipotireoidismo, e aumentada pela administração de hormônios da tireóide. A reduzida atividade da tireóide em animais expostos a altas temperaturas pode também estar relacionada ao apetite e às funções digestivas nos suínos (FIALHO, 1994).

Ao avaliar a conversão alimentar, tem sido observada uma variação nos resultados. STAHLY e CROMWELL (1979) observaram que suínos de 21,8 a 50,7 kg apresentaram maior ganho de peso quando mantidos em temperatura de 22,5°C que os mantidos em ambiente quente (35°C), enquanto a eficiência de utilização dos alimentos não foi alterada. No entanto, MYER et al. (1998), estudando o efeito de temperatura e da umidade sobre o desempenho de suínos de 29 a 58 kg, verificaram que animais mantidos sob temperatura de 32°C e umidade relativa de 81% apresentaram ganho de peso diário 11% menor e conversão alimentar 5% pior que animais mantidos a 21°C de temperatura. Posteriormente, WITTE et al. (2000), avaliando o efeito da temperatura ambiente (18 e 32°C) para leitoas, verificaram menores consumo e ganho de peso diários e melhor eficiência alimentar para os animais criados a 32°C.

Devido à diminuição no consumo de ração, os suínos podem ingerir uma menor quantidade de nutrientes, quando seus níveis não são corrigidos e, conseqüentemente, o desempenho dos animais é diminuído. Nesta situação, os animais não apresentam piora na conversão alimentar (menor consumo de ração / menor ganho de peso), no entanto os prejuízos ocorrem em função do número de dias necessários para os suínos atingirem o peso de abate. Pode existir ainda uma

segunda situação, em que grande parte dos suínos submetidos ao estresse por calor não apresenta redução no consumo de ração, mas a intensidade do estresse térmico ocasiona desvios nutricionais para a manutenção da homeotermia, diminuindo a eficiência produtiva. Como parte da energia e proteína consumidas é redirecionada para os processos de termorregulação, ocorre aumento na conversão alimentar e atraso no tempo para o abate, levando a maiores prejuízos econômicos (HANNAS, 1999).

Não se chegou, no entanto, a um consenso se há diferenciação na utilização dos alimentos, e até que ponto o ambiente e o nível de alimentação (restrita / à vontade) podem interferir em conjunto na eficiência e desempenho produtivos destes animais.

A temperatura ambiente pode influenciar também, além do desempenho, a composição do ganho dos animais. Nos avanços de pesquisas em busca de suínos cada vez mais eficientes na utilização dos alimentos, tem-se observado que a deposição de gordura tende a ser maior que a deposição de proteína, isso devido ao uso do suprimento adicional de proteína, que seria utilizado como fonte de energia para depósito de gordura (KYRIAZAKIS et al., 1994). Este relato está em acordo com os resultados obtidos por VERSTEGEN e CLOSE (1994), que observaram que suínos mantidos em temperatura de conforto podem não depositar proteína além de sua capacidade genética, mesmo que se aumente o nível de proteína na ração.

Assim, as modificações no consumo ocasionadas pela temperatura ambiente podem provocar alterações na composição da carcaça. MYER et al. (1998) observaram 14% menos carne magra para suínos dos 29 aos 58 kg, mantidos em ambientes com temperaturas baixas (8-21°C), quando comparados aos animais mantidos a 32°C. Da mesma forma, COFFEY et al. (1982) encontraram menores quantidades de gordura na carcaça de suínos criados nos meses quentes, em relação aos criados nos meses frios do ano.

COLLIN et al. (2001b) citaram que a deposição de proteína e gordura pode ser influenciada tanto pela temperatura quanto pelo padrão de alimentação, em suínos em crescimento. Os autores verificaram que em níveis similares de

alimentação a energia retida na forma de proteína e gordura, no ambiente de calor (33°C), foi maior que naqueles animais mantidos em ambiente termoneutro (23°C).

Apesar do exposto, são escassos os dados sobre como o ambiente, associado ao nível de consumo de ração imposto aos animais, pode interferir na composição da carcaça de suínos em crescimento. Também são poucos os dados sobre qual a contribuição exata de cada um (alimentação e ambiente) no baixo desempenho demonstrado por suínos mantidos em ambiente de temperatura elevada.

2.3. Ambiente Térmico e Características Fisiológicas e Anatômicas

Segundo DAUNCEY e INGRAM (1983), o tamanho dos órgãos pode ser influenciado pela temperatura ambiente, tanto em valores absolutos quanto em relativos. A redução do peso dos órgãos causada pela temperatura constitui, provavelmente, em ajuste fisiológico dos animais na tentativa de reduzir a produção de calor interno (ORLANDO, 2001). ZHAO et al. (1996) observaram maior produção de calor em ratos criados a 18°C, quando comparados àqueles mantidos em ambiente de 28°C, que apresentaram menor peso de vísceras.

No entanto, os dados de literatura são conflitantes. 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 29 aos 50 kg, não encontrou influência da alta temperatura ambiente sobre os pesos dos órgãos. Posteriormente, DAUNCEY e INGRAM (1983) e OLIVEIRA et al. (1997) observaram que suínos criados sob altas temperaturas constantes desenvolveram carcaças mais compridas e tiveram reduzidos os pesos dos órgãos. FERREIRA et al. (1998), ao estudar o efeito da temperatura sobre parâmetros fisiológicos de leitoas dos 15 aos 30 kg, consumindo dietas com diferentes níveis de energia digestível, concluíram que os pesos absolutos e relativos de fígado, rins, coração e pulmão foram influenciados pela temperatura ambiente, sendo mais pesados nos animais mantidos em ambiente frio que nos mantidos em ambiente quente.

OLIVEIRA e DONZELE (1999), estudando o efeito da temperatura ambiente sobre o peso dos órgãos de leitoas dos 15 aos 30 kg, observaram que os pesos, absoluto e relativo, dos órgãos (fígado, rins, coração e pulmões) foram menores no ambiente de calor que no de conforto. Da mesma forma, TAVARES et al. (1999) constataram que os pesos (absoluto e relativo) dos órgãos de leitoas mantidas em ambiente de calor, dos 30 aos 60 kg, foram menores que o das fêmeas mantidas em ambiente de conforto, com exceção dos pesos, absoluto e relativo, do estômago.

Entretanto, não se pode inferir quanto destas adaptações fisiológicas de suínos em crescimento são influência do ambiente estressante, e até que ponto a influência é tão somente da redução da ingestão de alimentos. As respostas dos animais para manutenção da temperatura corporal interna mediante ambientes adversos, por exemplo, poderão ser muito diferentes, estando relacionadas diretamente, entre outros fatores, à quantidade de alimento ingerida.

Para conseguir manter a sua temperatura interna dentro dos limites estreitos de variação é necessário que o animal faça uso de ajustes fisiológicos para, assim, manter o balanço de calor (BAÊTA e SOUZA, 1997). Desta forma, a temperatura retal tem sido considerada um parâmetro adequado para avaliar o efeito da temperatura ambiente sobre o animal (ORLANDO, 2001). LOPEZ et al. (1994) observaram maior temperatura retal em leitoas mantidas em ambiente quente (27,7 - 35,0°C), quando comparadas àquelas mantidas em ambiente termoneutro (20°C). Já OLIVEIRA et al. (1997) não encontraram diferença na temperatura retal de leitões, dos 15 aos 30 kg, submetidos a ambientes de conforto térmico e de estresse por calor.

Segundo FIALHO (1994), um dos principais mecanismos de controle do balanço de calor em suínos pode acontecer pelas vias latentes, mais especificamente pelas vias respiratórias. Em ambiente frio os suínos podem ter sua frequência respiratória diminuída, enquanto em ambiente quente podem elevar sua taxa respiratória, para uma maior perda de calor. Por isto, a medição da frequência respiratória em animais inseridos em diversos ambientes também

tem sido utilizada como parâmetro para avaliar como estes ambientes influenciam o animal.

FERREIRA et al. (1998) observaram que leitoas dos 15 aos 30 kg, mantidas em diferentes ambientes térmicos (15; 22 e 32°C), apresentaram frequência respiratória 30,4% menor no ambiente de 15°C e 36,2% maior no de 32°C, quando comparadas às fêmeas mantidas em ambiente termoneutro (22°C). Da mesma forma, TAVARES et al. (2000) observaram que a frequência respiratória de suínos machos castrados, mantidos em ambiente de calor, dos 15 aos 30 kg e dos 30 aos 60 kg, foi, respectivamente, 66,7 e 86,4% maior que aquela de animais mantidos em conforto térmico.

Além da perda de calor por via respiratória, os suínos podem perder calor pela superfície cutânea por convecção, radiação e condução. Corroborando este relato, LOPEZ et al. (1994) observaram maior temperatura de superfície da pele para leitoas mantidas em ambiente quente (27,7 - 35,0°C), quando comparadas àquelas na termoneutralidade (20°C). Resultados semelhantes foram obtidos por HANNAS et al. (1999), que observaram temperaturas de superfície de pele: 8,6, 9,3 e 10,5%, respectivamente, na nuca, no pernil dianteiro e no traseiro, maiores nos animais mantidos em ambiente de calor que naqueles mantidos em conforto térmico. Estes dados têm justificado a utilização da temperatura de superfície dos animais como avaliação do seu comportamento, inseridos em diferentes ambientes térmicos.

3. MATERIAL E MÉTODO

Dois experimentos foram realizados nas salas climatizadas do Laboratório de Bioclimatologia Animal do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG.

Foram utilizados 72 suínos machos castrados, mestiços (Landrace X Large White), sendo 36 na fase inicial (15 a 30 kg) e 36 na fase de crescimento (30 a 60 kg). Em ambos os experimentos os animais foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente ao acaso, com três tratamentos, seis repetições e dois animais por unidade experimental.

Os tratamentos foram assim constituídos:

- T1 – ambiente de calor (35°C – fase inicial; e 32°C – fase de crescimento) e alimentação à vontade;
- T2 – ambiente termoneutro (22°C) e alimentação à vontade; e
- T3 – ambiente termoneutro (22°C) e alimentação restrita (equivalente ao consumo à vontade dos animais submetidos ao ambiente de calor).

A umidade relativa foi mantida em 70%.

Na fase inicial os animais entraram no experimento com peso de $14,97 \pm 0,56$ kg, e permaneceram por um período predeterminado de 23 dias. Na fase de

crescimento os animais entraram em experimento com peso de $29,94 \pm 0,49$ kg, e permaneceram por um período pré-determinado de 35 dias.

Para determinação do consumo à vontade nos ambientes de calor e de conforto, a ração fornecida e a sobra (inclusive resíduos) foram pesadas a cada três dias. Em todos os tratamentos os animais foram pesados a cada seis dias. A ração do tratamento 3 (alimentação pareada) foi fornecida aos animais em duas refeições diárias (manhã e tarde).

Os animais foram alojados em gaiolas metálicas, suspensas, com piso ripado e lateral telada, providas de comedouro semi-automático e bebedouro tipo chupeta, e mantidos em câmaras climatizadas.

O ambiente térmico dentro das salas foi monitorado por meio de termômetros de bulbo seco e bulbo úmido e termômetro de globo negro, mantidos a uma altura correspondente à meia altura do corpo dos animais e colocados em uma gaiola vazia, no centro de cada câmara. As leituras dos termômetros foram realizadas diariamente, três vezes ao dia (8:00; 13:00 e 18:00 horas). 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.

Os animais, em cada fase (inicial e crescimento), receberam uma única ração experimental (Tabelas 1 e 2). As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja, de forma a atender as exigências nutricionais das respectivas fases, de acordo com as recomendações contidas em ROSTAGNO et al. (2000). A água foi fornecida aos animais à vontade.

Durante o período experimental, a cada seis dias, foram registradas: as temperaturas de superfície (nuca, paleta, pernil traseiro), por meio de termômetro de infravermelho; a temperatura retal por meio de termômetro clínico introduzido no reto do animal durante 1 minuto; e as frequências respiratórias, por meio da contagem dos movimentos do flanco dos animais, durante 15 segundos, sendo o resultado multiplicado por quatro, para se ter a frequência respiratória em movimentos por minuto.

Tabela 1 - Composições centesimal e calculada da ração experimental usada para suínos de 15 a 30 kg

Ingredientes	Quantidade (%)
Milho	62,073
Farelo de soja	31,00
Óleo vegetal	0,752
Fosfato bicálcico	1,738
Calcário	0,732
Sal	0,354
Açúcar	2,984
Mistura mineral ¹	0,100
Mistura vitamínica ²	0,100
L-lisina	0,057
Antibiótico	0,100
BHT	0,010
TOTAL	100,000
Proteína bruta (%)	19,49
Energia digestível (kcal/kg)	3,400
Sódio (%)	0,18
Cálcio (%)	0,83
Fósforo disponível (%)	0,43
Lisina total (%)	1,03
Lisina digestível (%)	0,93

¹ Composição por kg de produto: iodo 1.500 mg, cobalto 1.000 mg, cobre 10.000 mg, zinco 10.000 mg, manganês 40.000 mg;

² Composição por kg de produto: vitamina A - 8.500.000 UI, vitamina D₃ - 1.300.000 UI, vitamina E - 20.000 mg, vitamina K₃ - 2.000 mg, tiamina - 2.000 mg, riboflavina - 5.000 mg, piridoxina - 1.600 mg, vitamina B₁₂ - 25.000 mcg, niacina - 40.000 mg, pantotenato de cálcio - 15.000 mg, biotina - 120 mg, selênio - 150 mg e antioxidante - 30.000 mg.

No final de cada período experimental (23 e 35 dias, respectivamente, para as fases inicial e de crescimento), os animais foram submetidos a jejum alimentar de 24 horas. Após completado o jejum, um animal de cada unidade experimental, com peso mais próximo de 30 e 60 kg, respectivamente, para as fases inicial e de crescimento, foi abatido por dessensibilização e sangramento. Em seguida, procedeu-se à toaleta e abertura da carcaça para retirada dos órgãos.

Os órgãos foram dependurados por 20 minutos à sombra, para que o sangue escorresse, e posteriormente foram pesados. As carcaças foram divididas ao meio, e uma das metades de cada carcaça, incluindo cabeça e pés,

Tabela 2 - Composições centesimal e calculada da ração experimental usada para suínos de 30 a 60 kg

Ingredientes	Quantidade (%)
Milho	68,221
Farelo de soja	28,220
Óleo vegetal	0,747
Fosfato bicálcico	1,361
Calcário	0,812
Sal	0,329
Mistura mineral ¹	0,100
Mistura vitamínica ²	0,100
Antibiótico	0,100
BHT	0,010
TOTAL	100,000
Proteína bruta (%)	18,70
Energia digestível (kcal/kg)	3.400
Sódio (%)	0,17
Cálcio (%)	0,76
Fósforo disponível (%)	0,36
Lisina total (%)	0,92
Lisina digestível (%)	0,83

¹ Composição por kg de produto: iodo 1.500 mg, cobalto 1.000 mg, cobre 10.000 mg, zinco 10.000 mg, manganês 40.000 mg;

² Composição por kg de produto: vitamina A - 8.500.000 UI, vitamina D₃ - 1.300.000 UI, vitamina E - 20.000 mg, vitamina K₃ - 2.000 mg, tiamina - 2.000 mg, riboflavina - 5.000 mg, piridoxina - 1.600 mg, vitamina B₁₂ - 25.000 mcg, niacina - 40.000 mg, pantotenato de cálcio - 15.000 mg, biotina - 120 mg, selênio - 150 mg e antioxidante - 30.000 mg.

sem as vísceras e o sangue, foi triturada por 15 minutos em “cutter” comercial de 30 HP e 1.775 revoluções por minuto. Após a homogeneização do material triturado, foram retiradas amostras das carcaças, que foram estocadas em congelador a -12°C.

Na preparação das amostras para as análises laboratoriais, em razão da alta concentração de gordura do material, procedeu-se à pré-secagem em estufa, com ventilação forçada, com cerca de 60°C de temperatura, por 72 horas. Em seguida, foi realizado o pré-desengorduramento, pelo método a quente, por quatro horas, em aparelho extrator com éter de petróleo.

As amostras pré-secas e pré-desengorduradas foram moídas e acondicionadas em vidros com tampa de polietileno, devidamente identificados, para

posteriores análises laboratoriais. Foram consideradas a água e a gordura, retiradas no preparo das amostras, para fazer a correção dos valores das análises subseqüentes.

As análises de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo das amostras foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, de acordo com técnicas descritas em SILVA (1990).

Um grupo adicional de dez leitões, sendo cinco com peso de $14,8 \pm 0,41$ kg e cinco com $30,12 \pm 0,29$ kg, foi abatido, seguindo-se o mesmo procedimento de abate para os animais utilizados nos experimentos, para determinação da composição corporal dos animais no início de cada período experimental.

Os valores da composição das carcaças dos leitões no início e no fim do período experimental, em cada experimento, foram considerados para a determinação das deposições diárias de proteína e gordura.

As análises estatísticas das variáveis de desempenho (ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar), da eficiência de utilização de lisina para ganho, das deposições de proteína e gordura nas carcaças, das temperaturas retal e de superfície, da frequência respiratória e dos pesos dos órgãos foram realizadas, utilizando-se o programa computacional SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa – UFV (1997), em acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = m + T_i + E_{ij}$$

em que

Y_{ij} = valor observado na unidade experimental, relativo ao tratamento i , na repetição j ;

m = média geral;

T_i = efeito devido ao tratamento, sendo $i = 1, 2$ e 3 ; e

E_{ij} = efeito devido aos fatores não controlados (erro experimental).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento 1 - Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos na fase inicial (15 aos 30 kg)

Os valores de temperatura do ar (T_{ar}), umidade relativa (UR) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) das salas climatizadas estão apresentados na Tabela 3. As temperaturas do ar dos tratamentos de conforto são consideradas dentro da faixa ideal para suínos em crescimento, de 22 a 25°C, de acordo com Le DIVIDICH (1991). Já a temperatura do tratamento de calor é considerada elevada, acima da temperatura crítica superior, de 27°C para esta fase, de acordo com CURTIS (1983) e NÄÄS (1989).

Os valores de ITGU obtidos nos tratamentos de conforto térmico deste estudo foram similares aos obtidos por OLIVEIRA (1996), FERREIRA (2001) e VIEIRA VAZ (2003), para leitões machos castrados, dos 15 aos 30 kg de peso (respectivamente 70,7, 69,6 e 69,5). O ITGU obtido para o tratamento de calor ($84,9 \pm 0,72$) confirma o desconforto a que o animal foi submetido pelo aumento da temperatura. Valores semelhantes ao observado neste estudo (82,6 e 81,2) foram caracterizados como de estresse por calor para suínos na mesma faixa de peso, respectivamente, por FERREIRA (2001) e VIEIRA VAZ (2003).

Tabela 3 – Temperatura do ar (T ar), umidade relativa (UR) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) das salas climatizadas usadas no experimento

Tratamentos	Parâmetros		
	T ar (°C)	UR (%)	ITGU
Calor	34,2 ± 0,75	62,4 ± 3,10	84,9 ± 0,72
Conforto	22,7 ± 1,25	71,2 ± 6,0	71,1 ± 1,53

Os valores de desempenho e deposição de gordura e proteína dos suínos submetidos aos diferentes tratamentos térmicos dos 15 aos 30 kg, estão apresentados na Tabela 4.

Os tratamentos influenciaram ($P < 0,05$) o consumo de ração dos animais, tendo os suínos alojados em ambiente de alta temperatura (T1) consumido cerca de 12,3% menos alimento em relação aos animais que receberam alimentação à vontade, em ambiente de conforto térmico (T2). Esse resultado foi semelhante aos encontrados por Le BELLEGO et al. (2002), que observaram que suínos submetidos a estresse térmico reduziram em cerca de 15% a ingestão diária de alimentos em relação aos animais mantidos em ambiente de conforto (22°C). Já COLLIN et al. (2001a) observaram redução mais acentuada no consumo dos animais (30%) quando a temperatura ambiente foi ajustada para 33°C, em relação ao ambiente de 23°C.

Diversos autores evidenciaram diminuição do consumo de ração dos animais submetidos a estresse por altas temperaturas (NIENABER et al., 1987; QUINIOU et al., 2000; Le BELLEGO et al., 2002) e relataram que a mesma, provavelmente, é um mecanismo de defesa para reduzir a quantidade de calor resultante dos processos digestivos e metabólicos, relacionados principalmente à ingestão de alimentos. Os valores similares de consumo de ração constatados nos tratamentos T1 e T3 evidenciaram a eficiência da proposição de igualar o consumo dos animais.

Tabela 4 – Consumo de ração total (CR), ganho de peso total (GP), conversão alimentar (CA), eficiência de utilização de lisina para ganho (EULG), consumos de lisina digestível total (CLD) e de energia digestível total (CED) e deposição de proteína e gordura na carcaça dos suínos, submetidos aos tratamentos dos 15 aos 30 kg

Parâmetros	Tratamentos			CV (%)
	Estresse por calor e alimentação à vontade	Conforto térmico e alimentação à vontade	Conforto térmico e alimentação pareada	
CR (kg)	22,84 ± 1,80B	26,04 ± 1,33A	21,98 ± 1,02B	6,06
GP (kg)	11,91 ± 1,19B	15,27 ± 0,40A	11,48 ± 0,58B	6,23
CA	1,92 ± 0,11A	1,70 ± 0,05B	1,91 ± 0,03A	4,07
CLD (g)	212 ± 16B	242 ± 12A	204 ± 9B	6,37
CED (kcal)	77.641 ± 6.110B	88.543 ± 4.506A	74.743 ± 3.470B	6,37
EULG (ganho /g lis)	56,1 ± 3,4B	63,1 ± 1,9A	56,2 ± 0,9B	3,84
Deposição na carcaça (g/dia)				
Proteína	57 ± 8,04B	75 ± 6,14A	52 ± 8,51B	12,08
Gordura	77 ± 9,13B	88 ± 11,17A	69 ± 12,87B	14,02

Médias, na mesma linha, seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, 5% de probabilidade, pelo teste SNK.

Com relação ao ganho de peso (GP), constatou-se que os animais submetidos à alta temperatura ambiente (T1) apresentaram redução ($P<0,05$) de 22% em relação aos animais mantidos no conforto, alimentados à vontade (T2). Avaliando suínos em crescimento (respectivamente, dos 20 aos 30, e dos 23 aos 35 kg) mantidos em ambiente de estresse por calor (acima de 29°C) em comparação àqueles mantidos em ambiente termoneutro, COLLIN et al (2001a) e KERR et al. (2003) também observaram redução no ganho de peso diário e na eficiência alimentar com o aumento da temperatura ambiente.

Não se observou ($P>0,05$) variação nos valores de ganho de peso entre os animais mantidos sob alta temperatura e os mantidos no conforto térmico que receberam quantidades similares de ração.

A conversão alimentar (CA) dos animais mantidos em conforto térmico (T2) foi 11,5% menor ($P<0,05$) que a dos animais que foram mantidos em calor

(T1), embora em ambos os tratamentos a ração tenha sido fornecida à vontade. Resultados semelhantes foram obtidos por KERR et al. (2003).

Entretanto, a redução da eficiência de utilização dos alimentos pelos animais mantidos em ambiente quente nem sempre acontece. OLIVEIRA et al. (1997) não encontraram diferenças significativas na eficiência de utilização dos alimentos pelos suínos na mesma faixa de peso mantidos em diferentes ambientes térmicos. Segundo KERR et al. (2003), as variações de resultados podem estar associadas à intensidade com que ocorreu a redução na ingestão de alimentos.

Já a conversão alimentar dos animais que receberam quantidades de ração similares e foram mantidos em conforto térmico (T3) e calor (T1) não variou ($P>0,05$). Desta forma, os resultados similares de ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) verificados entre os animais submetidos a esses dois tratamentos evidenciaram que os efeitos da alta temperatura sobre suínos machos castrados na fase inicial (15 a 30 kg) estariam restritos à redução do consumo de ração.

Os consumos de lisina digestível (CLD) e de energia digestível (CED) verificados entre os tratamentos variaram ($P<0,05$) de forma similar ao consumo de alimentos, o que pode ser justificado pelo fato de as rações terem sido isoprotéicas e isoenergéticas.

Quando se analisou a eficiência de utilização de lisina digestível para ganho (EULG), constatou-se que os animais mantidos no tratamento 2, além de terem consumido maior quantidade de lisina, foram 12,3% mais eficientes ($P<0,05$) em relação aos animais mantidos nos tratamentos 1 e 3, que não diferiram ($P>0,05$) entre si.

Os maiores valores de consumo de lisina e de EULG resultaram em maior ($P<0,05$) deposição de proteína (DP) na carcaça dos animais mantidos no tratamento 2 em relação àqueles submetidos aos outros dois tratamentos, cujas DP não variaram ($P>0,05$).

Considerando a similaridade dos resultados de deposição de proteína entre os animais submetidos aos tratamentos 1 e 3, pode-se inferir que em suínos

nessa fase de desenvolvimento (15 a 30 kg) o efeito da alta temperatura sobre a DP se restringiu à redução do consumo de ração. Essa afirmativa está consistente com os relatos de KERR et al. (2003), que associaram a redução na deposição de proteína na carcaça de animais mantidos em alta temperatura à diminuição no consumo de ração, em relação aos animais mantidos em conforto térmico.

A deposição de gordura (DG) na carcaça dos animais variou ($P<0,05$) em razão direta do consumo de energia digestível, com os animais do tratamento 2 apresentando maior ($P<0,05$) valor em relação aos dos animais dos demais tratamentos. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por COLLIN et al. (2001b), que observaram menor retenção de energia na forma de proteína e gordura em animais com menor consumo de ração (33°C , com alimentação à vontade, e 23°C , com alimentação pareada), em relação aos animais mantidos em ambiente de conforto térmico, com alimentação à vontade.

Os resultados de DP e DG na carcaça dos animais, observados entre os tratamentos 1 e 3, não estão consistentes com as proposições de EFFECT... (1981) e CURTIS (1983), de que animais expostos ao calor apresentam menor exigência de manutenção em relação àqueles mantidos em ambiente termoneutro.

Os dados de peso de jejum (PJ), peso de carcaça (PC), rendimento de carcaça (RC), e pesos relativos de órgãos metabolicamente ativos, como estômago, intestino delgado, fígado e rins, dos animais submetidos aos diferentes tratamentos, estão na Tabela 5.

Os animais expostos ao ambiente de conforto térmico que receberam alimentação à vontade (T2) apresentaram maiores ($P<0,05$) valores de peso de jejum e de carcaça e maior rendimento de carcaça, em relação aos submetidos aos outros dois tratamentos. O maior consumo de lisina e, conseqüentemente, a maior deposição de proteína na carcaça dos animais submetidos ao tratamento 2 justificam os resultados obtidos.

O fato de não ter ocorrido diferença ($P>0,05$) nos valores de PJ, PC e RC entre os animais dos tratamentos 1 e 3 possibilitou inferir que a redução nos valores desses parâmetros, observados nos animais expostos ao estresse por calor em relação aos dos animais que receberam alimentação à vontade no ambiente

Tabela 5 – Peso de jejum (PJ), peso de carcaça (PC), rendimento de carcaça (RC), pesos relativos de estômago, de fígado, de rins e de intestino delgado dos suínos submetidos aos tratamentos dos 15 aos 30 kg

Parâmetros	Tratamentos			CV (%)
	Estresse por calor e alimentação à vontade	Conforto térmico e alimentação à vontade	Conforto térmico e alimentação pareada	
PJ (kg)	24,88 ± 1,54B	27,73 ± 0,78A	24,26 ± 1,73B	5,39
PC (kg)	17,91 ± 1,34B	20,91 ± 0,54A	17,64 ± 1,35B	5,93
RC (%)	71,96 ± 1,87B	75,41 ± 0,84A	72,69 ± 1,03B	1,80
Peso Relativo (%)				
Estômago (%)	0,70 ± 0,05C	0,78 ± 0,02B	0,87 ± 0,07A	5,94
Fígado (%)	2,64 ± 0,25A	2,57 ± 0,21A	2,70 ± 0,22A	8,60
Rins (%)	0,47 ± 0,03B	0,55 ± 0,03A	0,51 ± 0,06AB	8,66
Int.Delg. (%)	3,64 ± 0,31A	3,42 ± 0,21A	3,64 ± 0,25A	7,29

Médias, na mesma linha, seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, 5% de probabilidade, pelo teste SNK.

termoneutro, estaria relacionada ao efeito da alta temperatura sobre o consumo de ração.

Com relação aos pesos relativos dos órgãos, não se observou variação ($P>0,05$) nos pesos do intestino delgado e do fígado dos animais entre os diferentes tratamentos. Por outro lado, os suínos expostos ao ambiente de alta temperatura apresentaram menores ($P<0,05$) valores de peso do estômago que os animais dos outros dois tratamentos. Já os animais mantidos em conforto térmico que receberam alimentação pareada à dos animais expostos ao calor apresentaram maior ($P<0,05$) peso relativo de estômago, enquanto os que receberam alimentação à vontade no ambiente termoneutro apresentaram maior ($P<0,05$) peso relativo de rins.

Esses resultados diferem daqueles obtidos por OLIVEIRA et al. (1997) que, avaliando o efeito da alta temperatura sobre o desempenho e órgãos de suínos em fase inicial, verificaram redução significativa nos pesos relativos de

todos os órgãos avaliados (fígado, pulmão e rins), em relação aos dos animais mantidos em ambiente termoneutro com alimentação à vontade.

Assim, uma vez que as vísceras e os órgãos metabolicamente ativos são os que mais contribuem com o maior percentual da produção de calor total do animal (KOONG et al., 1982; van MILGEN et al., 1998), a resposta mais consistente seria a redução dos pesos relativos dos mesmos, nos animais expostos ao calor.

Considerando o efeito calorigênico das vísceras e dos órgãos e a relação direta entre a produção de calor metabólica e a exigência de manutenção dos animais, o fato de os pesos relativos das vísceras avaliadas e do fígado não terem reduzido nos animais submetidos ao calor e naqueles mantidos no ambiente termoneutro com alimentação pareada pode ter sido determinante para que ocorresse piora na conversão alimentar desses animais em relação àqueles mantidos em ambiente termoneutro, alimentados à vontade. Esse relato se confirma nos resultados obtidos por OLIVEIRA et al. (1997), que não verificaram variação na conversão alimentar dos animais, expostos ao calor, que tiveram os órgãos diminuídos, em relação aos animais mantidos em ambiente termoneutro, alimentados à vontade.

Os efeitos significativos que a massa visceral tem sobre o metabolismo, consumindo cerca de 45% do oxigênio gasto pelo animal, ficam evidenciados no relato de NYACHOTI et al. (2000) de que estratégias de alimentação que visam diminuir o peso desses órgãos podem aumentar a eficiência de conversão de energia e proteína da dieta em ganho na carcaça.

Dessa forma, como não ocorreu variação no peso relativo do intestino delgado e do fígado entre os tratamentos, a redução no consumo de lisina justifica os resultados de menores deposição de proteína e eficiência de utilização de lisina para ganho, observadas nos animais que receberam os tratamentos 1 e 3 em relação àqueles do tratamento 2.

Os resultados da frequência respiratória (FR) e das temperaturas (retal e de superfície de pele) dos suínos nos diferentes tratamentos estão na Tabela 6.

Tabela 6 – Frequência respiratória (FR), temperatura retal (T retal) e temperaturas de nuca (T nuca), de paleta (T paleta) e de pernil (T pernil) dos suínos, submetidos aos tratamentos dos 15 aos 30 kg

Parâmetros	Tratamentos			CV (%)
	Estresse por calor e alimentação à vontade	Conforto térmico e alimentação à vontade	Conforto térmico e alimentação pareada	
FR (mov./min)	106 ± 21A	59 ± 8B	44 ± 7C	19,51
T retal (°C)	40,1 ± 0,54A	39,7 ± 0,21C	39,9 ± 0,24B	0,91
T nuca (°C)	39,8 ± 0,88A	36,4 ± 0,88B	36,4 ± 0,69B	2,21
T paleta (°C)	39,7 ± 0,96A	36,2 ± 1,09B	36,6 ± 0,87B	2,63
T pernil (°C)	39,6 ± 1,14A	35,9 ± 1,23B	36,2 ± 1,06B	3,09

Médias, na mesma linha, seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, 5% de probabilidade, pelo teste SNK.

A ocorrência dos maiores ($P < 0,05$) valores de FR e de temperaturas retal e de superfície no tratamento 1 era esperada, em razão do estresse térmico a que os animais foram propositadamente submetidos. Resultados semelhantes de FR foram também obtidos por HANNAS et al. (1999), que observaram número de movimentos 66,7% superiores nos animais submetidos ao calor em relação àqueles mantidos em conforto térmico.

Os dados de temperatura retal, no entanto, não estão consistentes com aqueles verificados por OLIVEIRA et al. (1997) e HANNAS et al. (1999), que não detectaram diferenças significativas na temperatura retal de suínos, na mesma faixa de peso, submetidos ao estresse por calor. A aparente contradição de resultados pode ser justificada pela diferença na intensidade de estresse aplicado, onde os autores citados utilizaram uma temperatura ambiental de interesse menor (32°C) que a utilizada neste estudo (35°C).

4.2. Experimento 2 – Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos na fase de crescimento (dos 30 aos 60 kg)

Os valores de temperatura do ar (T_{ar}), umidade relativa (UR) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) das salas climatizadas encontram-se na Tabela 7. O valor da temperatura de conforto térmico observado neste estudo está dentro da faixa ideal para esta categoria animal, de 16 a 24°C, segundo Coffey et al. (2000), citados por ORLANDO (2001). Já a temperatura do tratamento de calor ficou acima da temperatura crítica superior de 27°C, para suínos em crescimento, de acordo com NÄÄS (1989).

Os valores de ITGU obtidos neste estudo, no tratamento de calor, foram similares aos índices de 83,0 (TAVARES et al., 2000), 81,1 (ORLANDO, 2001) e 82,2 (KIEFER, 2003), encontrados em experimentos de estresse por calor em animais dos 30 aos 60 kg de peso. Para os tratamentos de conforto térmico, os valores de ITGU também se assemelharam aos encontrados pelos mesmos autores (respectivamente, 69,1, 68,7 e 68,7).

Os dados de desempenho e deposição de gordura e proteína na carcaça dos suínos, submetidos aos diferentes tratamentos térmicos dos 30 aos 60 kg, estão na Tabela 8.

O consumo de ração dos animais do tratamento de calor (T1) foi 12% inferior ($P < 0,05$) ao dos animais em conforto térmico (T2), que receberam ração à vontade. Este resultado foi semelhante aos encontrados por TAVARES et al. (2000) e Le BELLEGO et al. (2002), que verificaram redução de 13,4 e 15%, respectivamente, no consumo de ração de suínos em crescimento submetidos a estresse por calor, em relação aos mantidos em temperatura de conforto térmico.

Os valores similares de consumo de ração constatados nos tratamentos 1 e 3 estão coerentes com a proposta experimental de se parear a alimentação dos animais do tratamento 3 (conforto térmico, com restrição alimentar) com os do tratamento 1 (calor). A equiparação do consumo de ração dos animais destes tratamentos resultou, para os animais do tratamento 3, em uma restrição

Tabela 7 – Temperatura do ar (T ar), umidade relativa (UR) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) das salas climatizadas usadas no experimento

Tratamentos	Parâmetros		
	T ar (°C)	UR (%)	ITGU
Calor	31,7 ± 0,81	65,9 ± 6,30	81,7 ± 1,08
Conforto	22,8 ± 1,30	79,2 ± 5,60	72,3 ± 1,47

alimentar de 12,7% em relação aos animais do tratamento 2, que foram mantidos em conforto térmico e receberam ração à vontade. A redução do ganho de peso de suínos mantidos sob estresse por calor em relação aos mantidos em ambiente de conforto térmico, com sistema de alimentação à vontade, encontrada neste

Tabela 8 – Consumo de ração total (CR), ganho de peso total (GP), conversão alimentar (CA), eficiência de utilização de lisina para ganho (EULG), consumos de lisina digestível total (CLD) e energia digestível total (CED) e deposição de proteína e gordura na carcaça dos suínos, submetidos aos diversos tratamentos dos 30 aos 60 kg

Parâmetros	Tratamentos			CV (%)
	Estresse por calor e alimentação à vontade	Conforto térmico e alimentação à vontade	Conforto térmico e alimentação pareada	
CR (kg)	62,62 ± 3,31B	71,13 ± 6,42A	62,10 ± 0,00B	6,45
GP (kg)	30,10 ± 0,79B	31,98 ± 1,89A	27,93 ± 1,04C	4,50
CA	2,08 ± 0,08B	2,22 ± 0,11A	2,23 ± 0,08A	4,38
CLD (g)	519 ± 27B	590 ± 53A	515 ± 00B	5,55
CED (Mcal)	212,9 ± 11,3B	241,8 ± 21,8A	211,1 ± 0,0B	5,55
EULG (ganho /g lis)	58,0 ± 2,5A	54,3 ± 2,8B	54,1 ± 2,0B	4,84
Deposição na carcaça (g/dia)				
Proteína	119 ± 5,64A	116 ± 10,00A	99 ± 7,90B	7,37
Gordura	146 ± 15,93B	180 ± 29,27A	117 ± 12,44C	14,15

Médias, na mesma linha, seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, 5% de probabilidade, pelo teste SNK.

estudo, está consistente com os resultados de diversos autores (TAVARES et al., 2000; ORLANDO, 2001; KIEFER, 2003).

O menor ganho de peso observado nos animais mantidos em ambiente de alta temperatura pode, em parte, ser justificado pelo menor consumo de ração. De acordo com COLLIN et al. (2001b), o efeito negativo da alta temperatura sobre o ganho de peso dos suínos não se explicaria somente pela redução do consumo de ração.

Embora o consumo de ração dos animais submetidos aos tratamentos 1 (calor) e 3 (conforto e alimentação pareada) tenha sido equiparado, foi observado que o ganho de peso dos animais em estresse por calor foi 7,8% maior ($P < 0,05$) em relação aos do tratamento 3. Com esse resultado, ficou evidenciado que o efeito da alta temperatura sobre o desempenho de suínos em crescimento não estaria restrito àquele relacionado à redução do consumo voluntário de ração.

Com relação à conversão alimentar, foi constatado que os animais submetidos ao ambiente de alta temperatura foram mais eficientes que os animais mantidos em conforto térmico, independentemente do sistema de alimentação (à vontade ou pareada). Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por COLLIN et al. (2001b), que trabalhando com leitões de 24 a 30 kg verificaram que os animais expostos à alta temperatura apresentaram melhor eficiência alimentar que os mantidos em conforto térmico, alimentados à vontade ou de forma pareada.

Por outro lado, TAVARES et al. (2000), trabalhando com suínos em crescimento, verificaram piores valores de conversão alimentar em animais sob estresse por calor, enquanto OLIVEIRA et al. (1997) não verificaram variação na conversão alimentar para suínos na fase inicial, mantidos em ambientes de termoneutralidade ou de alta temperatura.

Com relação aos resultados de conversão alimentar observados entre os tratamentos 1 e 3, a melhor eficiência de utilização do alimento pelos animais sob estresse por calor pode estar relacionada a uma provável redução significativa na produção total de calor destes animais. Já a melhora na conversão alimentar dos animais do tratamento 1 em relação à dos animais do tratamento 2 (conforto

térmico com alimentação à vontade) 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.

De acordo com resultados obtidos por COLLIN et al. (2001b), suínos em crescimento, expostos à alta temperatura ambiente, reduzem significativamente a produção total de calor em relação aos animais mantidos em ambiente termoneutro, recebendo alimentação à vontade ou em quantidade similar à dos animais em estresse por calor, e apresentam melhores coeficientes de digestibilidade de nitrogênio e energia quando comparados aos animais mantidos em conforto térmico, com alimentação à vontade.

Os consumos de lisina digestível (CLD) e de energia digestível (CED) foram influenciados ($P<0,05$) pelos tratamentos, tendo variado de forma similar ao consumo de ração, uma vez que as rações experimentais foram isolisínicas e isoenergéticas.

Os tratamentos influenciaram ($P<0,05$) a eficiência de utilização de lisina para ganho (EULG), com os animais submetidos ao ambiente de calor sendo mais eficientes que os animais mantidos em ambiente de conforto, independentemente do sistema de alimentação (à vontade ou pareada). A melhora na EULG observada nos animais mantidos no calor foi indicativo de uma provável alteração no metabolismo protéico dos animais. Conforme hipotetizado por COLLIN et al. (2001b), suínos mantidos sob estresse por calor são metabolicamente mais eficientes nos processos de síntese, reduzindo o *turnover* protéico.

O aumento na EULG resultou em maior ($P<0,05$) deposição de proteína e gordura na carcaça dos animais mantidos no calor em relação àqueles mantidos em ambiente termoneutro com alimentação pareada. Resultados semelhantes foram obtidos por COLLIN et al. (2001b), que verificaram maior quantidade de energia retida como proteína e gordura nos suínos em crescimento mantidos aos 33°C, em relação aos mantidos aos 23°C, recebendo quantidade de alimento similar. Por outro lado, RINALDO e Le DIVIDICH, (1991) não verificaram

variação na retenção de proteína e lipídio entre suínos em crescimento mantidos a 25 ou a 31,5°C com similares consumos de energia metabolizável.

Os similares valores ($P>0,05$) de deposição de proteína (DP) verificados nos animais mantidos no calor e no conforto térmico, recebendo alimentação à vontade, diferem do observado por KERR et al. (2003), que verificaram menor concentração de proteína corporal nos suínos em crescimento mantidos em 33°C que os mantidos a 25°C, ambos em sistema de alimentação à vontade.

Os pesos de jejum e de carcaça, o rendimento de carcaça e os pesos relativos dos órgãos e vísceras avaliados são apresentados na Tabela 9. Constatou-se que o peso de jejum e o peso de carcaça dos animais mantidos em conforto térmico, recebendo alimentação à vontade, foi maior ($P<0,05$), que o dos animais mantidos nos outros dois tratamentos. Os animais mantidos em alta temperatura apresentaram maiores valores ($P<0,05$) desses pesos em relação aos animais mantidos em temperatura de conforto, recebendo alimentação pareada. As diferenças nos pesos de jejum e de carcaça verificadas entre os tratamentos ocorreram em razão direta da variação do ganho de peso dos animais.

O rendimento de carcaça não variou ($P>0,05$) entre os tratamentos. O fato de os pesos relativos das vísceras e órgãos também não terem sido influenciados ($P>0,05$) pelos tratamentos justifica os resultados obtidos para rendimento de carcaça. Os resultados de pesos relativos do fígado, dos rins e do intestino delgado são semelhantes àqueles obtidos por KERR et al. (2003), com suínos em crescimento.

A redução dos pesos relativos das vísceras e dos órgãos em razão da alta temperatura era esperada neste estudo, devido à sua alta taxa de gasto de energia relativa ao seu tamanho, o que teria substancial impacto no requerimento de manutenção dos animais (FERREL e KOONG, 1986).

Os dados de parâmetros fisiológicos (frequência respiratória e temperaturas retal, de nuca, de paleta e de pernil) dos suínos encontram-se na Tabela 10.

Tabela 9 – Peso de jejum (PJ), peso de carcaça (PC), rendimento de carcaça (RC), pesos relativos de estômago, de fígado, de rins e de intestino delgado dos suínos, submetidos aos tratamentos dos 30 aos 60 kg

Parâmetros	Tratamentos			CV (%)
	Estresse por calor e alimentação à vontade	Conforto térmico e alimentação à vontade	Conforto térmico e alimentação pareada	
PJ (kg)	56,72 ± 1,58B	58,91 ± 1,90A	54,91 ± 1,83C	3,12
PC (kg)	44,61 ± 1,33B	46,90 ± 1,47A	43,39 ± 1,55C	3,26
RC (%)	78,66 ± 1,04A	79,62 ± 0,70A	79,03 ± 1,20A	1,31
Peso Relativo (%)				
Estômago (%)	0,64 ± 0,04A	0,57 ± 0,07AB	0,54 ± 0,04B	8,86
Fígado (%)	1,91 ± 0,31A	2,05 ± 0,20A	2,05 ± 0,01A	10,46
Rins (%)	0,38 ± 0,01A	0,39 ± 0,03A	0,39 ± 0,04A	8,40
Int.Delg. (%)	2,15 ± 0,10A	2,06 ± 0,01A	1,97 ± 0,35A	10,54

Médias, na mesma linha, seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, 5% de probabilidade, pelo teste SNK.

Para todas as variáveis mencionadas (com exceção da temperatura retal), os maiores valores ($P < 0,05$) foram encontrados para os animais submetidos ao calor, o que era esperado, evidenciando assim o estresse térmico a que os animais

Tabela 10 – Frequência respiratória (FR), temperatura retal (T retal) e temperaturas de nuca (T nuca), de paleta (T paleta) e de pernil (T pernil) de suínos, submetidos aos tratamentos dos 30 aos 60 kg

Parâmetros	Tratamentos			CV (%)
	Estresse por calor e alimentação à vontade	Conforto térmico e alimentação à vontade	Conforto térmico e alimentação pareada	
FR (mov./min)	97 ± 16A	48 ± 8B	46 ± 10B	19,12
T retal (°C)	39,7 ± 0,21A	39,6 ± 0,59A	39,7 ± 0,20A	0,92
T nuca (°C)	38,4 ± 1,11A	36,2 ± 1,13B	36,4 ± 1,09B	3,00
T paleta (°C)	38,4 ± 0,99A	36,3 ± 1,08B	36,5 ± 1,07B	2,83
T pernil (°C)	38,7 ± 0,93A	36,5 ± 1,12B	36,5 ± 1,00B	2,74

Médias, na mesma linha, seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, 5% de probabilidade, pelo teste SNK.

foram propositadamente submetidos. Todos os valores de temperatura de superfície (TNuca, TPaleta e TPernil) do tratamento 1 apresentaram-se cerca de 9,5% superiores ($P < 0,05$) aos dos demais tratamentos, que não diferiram entre si.

O aumento da frequência respiratória (FR) dos animais mantidos em ambientes de alta temperatura também foi observado por TAVARES et al. (1999 e 2000), em suínos em crescimento.

Como a temperatura retal (TR) dos animais não variou com os tratamentos, pode-se inferir que o aumento da FR ocorrido nos animais mantidos ao calor foi um ajuste fisiológico eficiente na manutenção da termorregulação. Resultados similares foram encontrados por TAVARES et al. (1999 e 2000), para suínos na mesma faixa de peso, mantidos em ambientes de conforto térmico e estresse por calor.

5. CONCLUSÃO

Na fase inicial a alta temperatura, por meio da redução do consumo de ração, influencia negativamente o ganho de peso, a conversão alimentar, bem como a deposição de proteína, além de aumentar a frequência respiratória e a temperatura retal dos animais.

Na fase de crescimento a alta temperatura influencia negativamente o desempenho dos suínos, mantendo a deposição de proteína na carcaça, e este efeito não está limitado à redução do consumo de ração.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAÊTA, F.C., SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa, MG: Editora UFV, 1997. 246p.
- BUFFINGTON, D.E., COLAZZO-AROCHO, A., CANTON, G.H., PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v.24, p.711-714, 1981.
- CAMPOS, A.T. **Determinação dos índices de conforto térmico e da carga térmica de radiação em quatro tipos de galpões, em condições de verão para Viçosa – MG**. Viçosa, MG: UFV, 1986. 66p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1986.
- CHRISTON, R. The effect of tropical ambient temperature on growth and metabolism in pigs. **Journal of Animal Science**, v.66, p.3112-3123, 1988.
- CLOSE, W.H. The influence of thermal environment on the voluntary food intake of pigs. In: FORBES, J.M., VARLEY, M.A., LAWRENCE, T.L.S. **The voluntary food intake of pigs**. British Society of Animal Production, p.87-96. (Occ. Publication, 13), 1989.
- COFFEY, M.T., SEERLEY, R.W., FUNDERBURKE, D.W., CAMPBELL, H.C. Effect of heat increment and level of dietary energy and environments temperature on the performance of growing-finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.54, p.95-105, 1982.
- COLLIN, A., van MILGEN, J., DUBOIS, S., NOBLET, J. Effect of high temperature on feeding behaviour and heat production in group-housed young pigs. **The British Journal of Nutrition**. v.86, n.1, p.63-70, 2001a.
- COLLIN, A., van MILGEN, J., DUBOIS, S., NOBLET, J. Effect of high temperature and feeding level on energy utilization in piglets. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1849-1857, 2001b.

- CURTIS, S. E. **Environmental managment in animal agriculture**. Ames: State University Press, 1983. 409p.
- DAUNCEY, M.J., INGRAM, D.L. Evaluation of the effects of environmental temperature and nutrition on body composition. **Journal Agricultural Science**, v.101, p.351-358, 1983.
- EFFECT of environmental on nutrient requeriments of domestic animals**. Washington, DC: NRC, NAS, 1981. 52p.
- FERREIRA, R.A. Efeito do estresse térmico na alimentação de suínos. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: CONEZ, 1998, p.349-370.
- FERREIRA, R.A. **Avaliação da redução da proteína bruta da ração com suplementação de aminoácidos para suínos de 15 a 60 kg mantidos em diferentes ambientes térmicos**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 67p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- FERREIRA, R.A., OLIVEIRA, R.F.M., DONZELE, J.L., ZANUSSO, J.T., VALÉRIO, S.R. Efeito da temperatura sobre parâmetros fisiológicos de leitoas em fase inicial de crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu, SP: SBZ, 1998. 97p.
- FERREL. C.L., KOONG, K.J. Influence of plane nutrition on body composition, organ size and energy utilization of sprague-dawley rats. **Journal of Nutrition**, v. 116, p. 2525-2535, 1986.
- 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, 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. **II Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína**, 05 de novembro a 06 de dezembro de 2001 (Via Internet), 2001.
- GUYTON, A.C., HALL, J.E. **Tratado de fisiologia médica**. 9ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 1997. 1014p.
- HANNAS, M.I. Aspectos fisiológicos e a produção de suínos em clima quente. In: AMBIÊNCIA E QUALIDADE NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE SUÍNOS, 1999, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p.01-33.
- HANNAS, M.I., OLIVEIRA, R.F.M., DONZELE, J.L., FERREIRA, A.S., BARBOSA, R.J., FERREIRA, R.A., MORETTI, A.M. Efeito da temperatura ambiente sobre parâmetros fisiológicos e hormonais de leitões dos 15 aos 30 kg. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre, RS: SBZ, 1999. 226p.

- KERR, B.J., YEN, J.T., NIENABER, J.A., EASTER, R.A. 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**, v. 81, p. 1998-2007, 2003.
- KIEFER, C. **Exigência de aminoácidos sulfurados digestíveis para suínos mantidos em diferentes ambientes térmicos dos 30 aos 60 kg**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 44p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- KOONG, L.J., NIENABER, A., PEKAS, J.C., YEN, J.Y. Effects of plane of nutrition on organ size and fasting heat production in pigs. **Journal of Nutrition**, v. 112, p. 1638-1642, 1982.
- KYRIAZAKIS, I., DOTAS, D., EMMANS, G.C. The effect of breed on the relationship between feed composition and the efficiency of protein utilization in pigs. **The British Journal of Nutrition**, v.71, p.846-859, 1994.
- LANA, G.R.Q., ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., LANA, A.M.Q. Efeito da temperatura e da restrição alimentar sobre o desempenho e a composição da carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1117-1123. 2000.
- Le BELLEGO, I., van MILGEN, J., NOBLET, J. Effect of high temperature and low-protein diets on the performance of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 691-701, 2002.
- Le DIVIDICH, J.L. Effect of environmental temperature on the performance of intensively reared growing pigs. **Selezione Veterinaria**, v.32, p.191-207, 1991. (Suppl.1).
- Le DIVIDICH, J.L., HERPIN, P., GERARERT, P.A., VERMOREL, M. Cold stress. In: **Farm animal and the environment**. Wallingford: CAB International, 1992. p.3-25.
- LOPEZ, J., GOODBAND, R.D., ALLEE, G.W., NELSEEN, J.L., TOKACH, M.D., SPIERS, D., BECKER, B.A. The effects of diets formulated on ideal protein basis on growth performance, carcass characteristics, and thermal balance of finishing gilts housed in a hot, diurnal environment. **Journal of Animal Science**, v.72, p.367-379, 1994.
- MÜLLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3a. ed. rev. e atual. Porto Alegre, Ed. Sulina. 1989. 262p.
- 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**, v.41, p.447-452, 1998.
- NÄÄS, I.A. **Princípios do conforto térmico na produção animal**. São Paulo, SP: Ícone, 1989. 183p.

- NIENABER, J.A., HAHN, G.L., YEN, J.T. Thermal environment effects on growing-finishing swine. Part I – Growth, feed intake and heat production. **Transactions of the ASAE**, v. 30, p. 1772-1775, 1987.
- NOBLET, J., Le DIVIDICH, J. Effect of environmental temperature and feeding level on energy balance traits of early-weaned piglets. **Livestock Production Science**, v. 9, p. 619-632, 1982.
- NYACHOTI, C.M., DE LANGE, C.F.M., McBRIDE, B.W., LEESON, S., SCHULZE, H. Dietary influence on organ size and in vitro oxygen consumption by visceral organs of growing pigs. **Livestock Production Science**, v. 65, p. 229-237, 2000.
- OLIVEIRA, R.F.M. **Efeito do nível de energia digestível e da temperatura ambiente sobre o desempenho e sobre parâmetros fisiológicos e hormonal de suínos dos 15 aos 30 kg**. Viçosa, MG: UFV, 1996. 139p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- 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**, v.81, p.319-331, 1999.
- OLIVEIRA, R.F.M., DONZELE, J.L., FREIRAS, R.T.F., FONSECA, F.A. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e sobre parâmetros fisiológicos e hormonais de leitões consumindo dietas com diferentes níveis de energia digestível. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1173-1182, 1997.
- OLIVEIRA, J.L., ESMAY, M.L. System model analysis of hot weather housing for livestock. **Transactions of the ASAE**, v. 25, n. 5, p. 1355-1359, 1982.
- ORLANDO, U.A.D. **Nível de proteína bruta da ração e efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e parâmetros fisiológicos de leitoas em crescimento**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 77p. Dissertação (Mestrado em Bioclimatologia Animal) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- PENZ JR., A.M. Nutrição de reprodutores em época de calor. In: MINI-SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1991, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: CBNA, 1991. p.83-95.
- PERDOMO, C.C. Conforto ambiental e produtividade de suínos. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CBNA, 1994. p.19-26.
- PERDOMO, C.C. Influência do meio ambiente sobre a produtividade de aves e suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2000, Campinas, SP. **Anais...** São Paulo: CBNA, 2000. p.109-120.

- QUINIOU, N., DUBOIS, S., NOBLET, J. Voluntary feed intake and feeding behaviour of group-housed growing pigs are affected by ambient temperature and body weight. **Livestock Production Science**, v. 63, p. 245-253, 2000.
- QUINIOU, N., NOBLET, J., van MILGEN, J., DUBOIS, S. Modeling heat production and energy balance in group-housed growing pigs exposed to cold or hot ambient temperatures. **British Journal of Nutrition**, v. 85, p. 97-106, 2001.
- RINALDO, D., Le DIVIDICH, J. Assessment of optimal temperature for performance and chemical body composition of growing pigs. **Livestock Production Science**, v. 29, p. 61-75, 1991.
- ROSENBERG, N.J., BLAD, B.L., VERMA, S.B. **Microclimate: the biological environment**. New York, Wiley-Interscience Publication, 1983. 495p.
- ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: UFV, 2000. 141p.
- SCHENCK, B.C., STAHLY, T.S., CROMWELL, G.L. Interactive effects of thermal environment and dietary amino acid and fat levels on rate and efficiency of growth pigs housed in a conventional nursery. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3803-3811, 1992.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV, 1990. 166p.
- SILVA, I.J.O. Qualidade do ambiente e instalações na produção industrial de suínos. In: 4º. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 1999, São Paulo. **Anais...** São Paulo, SP: Gessuli, 1999. p.108-121.
- STAHLY, T.S., CROMWELL, G.L. Effect of environmental temperature and dietary fat supplementation on the performance and carcass characteristics of growing-finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.49, n.5, p.1478-1488, 1979.
- TAVARES, S.L.S., OLIVEIRA, R.F.M., DONZELE, J.L., FERREIRA, A.S. Influência da temperatura ambiente sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos de leitoas dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.791-798, 1999.
- TAVARES, S.L.S., OLIVEIRA, R.F.M., DONZELE, J.L., FERREIRA, A.S. Influência da temperatura ambiente sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos de suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.199-205, 2000.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA **Manual de utilização do programa SAEG** (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas). Viçosa, MG, 1997. 150 p.

- van MILGEN, J., BERNIER, J.F., LECOZLER, Y., DUBOIS, S., NOBLET, J. Major determinants of fasting heat production and energetic cost of activity in growing pigs of different body weight and breed/castration combination. **British Journal of Nutrition**, v. 79, p. 509-517, 1998.
- VERSTEGEN, M.W.A., CLOSE, W.H. The environment and the growing pig. In: COLE, D.J.A., WISEMAN, J., VARLEY, M.A. **Principles of pig science**. Longhborough: Nothingan University, 1994. 472p.
- VIEIRA VAZ, R.G.M. **Exigência de aminoácidos sulfurados para suínos machos castrados mantidos em diferentes ambientes térmicos dos 15 aos 30 kg**. Viçosa, MG: UFV, 2003, 39p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- WITTE, D.P., ELLIS, M., McKEITH, F.K., WILSON, E.R. Effect of dietary lysine level and environment temperature during the finishing phase on the intramuscular fat content of pork. **Journal of Animal Science.**, v.78, p.1272-1276, 2000.
- ZHAO, X.Q., JORGENSEN, H., GABERT, V.M., EGGUM, B.O. Energy metabolism and protein balance in growing rats housed in 18 degrees C or 28 degrees C environments and fed different levels of dietary protein. **Journal of Nutrition**, v.126, p.2036-2043, 1996.