

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Alípio dos Reis Teixeira

**DESEMPENHO E RESPOSTAS TERMORREGULATÓRIAS DE SUÍNOS DA
RAÇA PIAU SUBMETIDOS ÀS CONDIÇÕES DE TERMONEUTRALIDADE E
DE ALTA TEMPERATURA AMBIENTE**

Diamantina

2019

Alípio dos Reis Teixeira

**DESEMPENHO E RESPOSTAS TERMORREGULATÓRIAS DE SUÍNOS DA
RAÇA PIAU SUBMETIDOS ÀS CONDIÇÕES DE TERMONEUTRALIDADE E
DE ALTA TEMPERATURA AMBIENTE**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Reis Furtado Campos
Co-orientadora: Prof^ª.Dr^ª. Renata Veroneze

Diamantina

2019

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

T266d

Teixeira, Alípio dos Reis

Desempenho e respostas termorregulatórias de suínos da raça Piau submetidos às condições de termoneutralidade e de alta temperatura ambiente / Alípio dos Reis Teixeira, 2020.

43 p. : il.

Orientador: Paulo Henrique Reis Furtado Campos

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia)
- Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri,
Diamantina, 2020.

1. Aclimação. 2. Estresse por calor. 3. Genótipo naturalizado. 4.
Termotolerância. I. Campos, Paulo Henrique Reis Furtado. II. Título.
III. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 636.4

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM

Bibliotecária Nádia

ALÍPIO DOS REIS TEIXEIRA

**DESEMPENHO E RESPOSTAS TERMORREGULATÓRIAS DE SUÍNOS DA
RAÇA PIAU SUBMETIDOS ÀS CONDIÇÕES DE TERMONEUTRALIDADE E
DE ALTA TEMPERATURA AMBIENTE**

Dissertação apresentada ao
MESTRADO EM ZOOTECNIA, nível
de MESTRADO como parte dos
requisitos para obtenção do título de
MESTRE EM ZOOTECNIA

Orientador (a): Prof. Dr. Paulo
Henrique Reis Furtado Campos

Data da aprovação : 18/10/2019



Prof.Dr. PAULO HENRIQUE REIS FURTADO CAMPOS - UFV



Prof.Dr. LEONARDO DA SILVA FONSECA - UFVJM



Dr. ALEXANDRE DE OLIVEIRA TEIXEIRA - UFSJ

DIAMANTINA

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por estar sempre ao meu lado, me iluminando, protegendo no decorrer dessa vida e concedendo força para prosseguir.

Aos meus pais Ana Maria dos Reis Teixeira e Elvino Bernardino Teixeira que sempre foram a base de toda esta conquista, com disciplina, companheirismo e amizade. Às minhas irmãs Ariany das Graças Teixeira e Aniely dos Reis Teixeira por estarem presentes me incentivando e apoiando, principalmente nos momentos de dificuldade, me ajudando nas revisões da dissertação, além de estarem sempre torcendo pela minha felicidade.

À Cléssia Mara da Silva, por estar sempre me aconselhando e incentivando a persistir nos meus sonhos e principalmente pelo companheirismo iniciado em 2014.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri que me recebeu de braços abertos. Aos professores do Departamento de Zootecnia pelo aprendizado proporcionado, paciência e amizade construída ao longo desta jornada.

Ao professor Dr. Paulo Henrique Reis Furtado Campos pela orientação, confiança, pelo incentivo de melhorar dia após dia e principalmente pela compreensão.

Aos amigos pelo grande apoio e ajuda neste universo acadêmico, principalmente no decorrer do experimento e aos demais que sempre estiveram presentes de alguma forma.

À Universidade Federal de São João Del Rei, em especial aos professores do departamento de Zootecnia que sempre estiveram presentes dando forças e incentivo para a realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa, por ceder espaço dentro do Departamento de Zootecnia, em especial a professora Renata Veroneze responsável pela granja de melhoramento genético, local onde realizei o meu experimento.

Agradeço a todos que participaram da realização do experimento, servidores e amigos. Que Deus continue abençoando a todos nós, para que façamos a diferença neste mundo, frente às dificuldades da vida.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES)-Código de Financiamento 001.

RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo avaliar o desempenho e as respostas fisiológicas de suínos da raça naturalizada Piau submetidos às condições de termoneutralidade (22°C) e alta temperatura ambiente (30°C). O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Melhoramento de Suínos da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Foram utilizados 28 suínos (21 machos castrados e 7 fêmeas) com idade média de 162 dias e peso vivo inicial de $64,4 \pm 1,9$ kg. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e o animal foi considerado a unidade experimental. Os tratamentos consistiram em duas temperaturas ambiente: 22°C e 30°C. Foram utilizados 10 machos e 4 fêmeas para a condição de 30°C, e 11 machos e 3 fêmeas para a condição de 22°C. Os animais foram alojados em baias individuais suspensas. O experimento teve duração de 21 dias, composto por uma etapa de adaptação de sete dias a 24°C (dia -7 a -1); e etapa experimental de 14 dias subdivididos em dois subperíodos 1 a 7 dias e 8 a 14 dias. O consumo de ração e ganho de peso foram avaliados semanalmente. A frequência respiratória, temperaturas cutâneas (nuca, dorso e flanco) e temperatura retal de cada animal foram avaliados nos dias -4, -2, 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11 e 13 às 15:00 horas. Ao final do período experimental, a espessura de toucinho e área de olho de lombo dos animais foram avaliadas. As variáveis estudadas foram analisadas por meio dos modelos linear geral e misto do software SAS. Os animais submetidos a condição de alta temperatura ambiente tiveram menor consumo de ração (2043 vs. 2399 g/d, $P < 0.01$) e ganho de peso diário (443 vs. 565 g/d; $P < 0.01$) quando comparados aos animais mantidos em termoneutralidade. A temperatura ambiente não afetou a conversão alimentar (4,7 g/g em média; $P > 0.05$). Independentemente do dia experimental, a alta temperatura ambiente resultou em aumento ($P < 0.01$) da temperatura da nuca (+2,3°C), dorso (+2,3°C) flanco (+2,2°C) e aumento da frequência respiratória (+27 mov/min.). A temperatura retal não foi afetada pela temperatura ambiente ($P > 0.05$). De acordo com os resultados, apesar dos efeitos negativos no desempenho produtivo, suínos da raça Piau são eficientes em manter a homeotermia em condições de alta temperatura ambiente.

Palavras chave: aclimação, estresse por calor, genótipo naturalizado, termotolerância.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the performance and physiological responses of Piau naturalized pigs submitted to thermoneutrality (22°C) and high ambient temperature (30°C) conditions. The experiment was conducted at the Pig Breeding Teaching, Research and Extension Unit of the Federal University of Viçosa (UFV). Twenty eight pigs (21 castrated males and 7 females) with an average age of 162 days and initial live weight of 64.4 ± 1.9 kg were used. The experiment was conducted in a completely randomized design and the animal was considered the experimental unit. The treatments consisted of two ambient temperatures: 22°C and 30°C. We used 10 males and 4 females for the 30°C condition, and 11 males and 3 females for the 22°C condition. The animals were housed in individual suspended pens. The experiment lasted 21 days, consisting of an adaptation step of seven days at 24°C (day -7 to -1); and 14-day experimental stage subdivided into, (1 to 7 days) and (8 to 14 days). Feed intake and weight gain were evaluated weekly. The respiratory rate, skin temperatures (neck, back and flank) and rectal temperature of each animal were measured on days -4, -2, 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11 and 13 at 15:00 hours. At the end of the experimental stage, the fat thickness and the loin eye area of the animals were evaluated. The variables studied were analyzed using the general linear and mixed SAS software models. The animals submitted to the high ambient temperature condition had lower feed intake (2043 vs. 2399 g / d) and daily weight gain (443 vs. 565 g / d) when compared to the animals kept in thermoneutrality. Room temperature did not affect feed conversion (4.7 g / g). Regardless of the experimental day, the high ambient temperature resulted in increased neck temperature (+ 2.3°C), back (+ 2.3°C) flank (+2.2°C) and increased respiratory rate (+27 mov / min.). Rectal temperature was not affected by ambient temperature ($P>0.05$). According to the results, despite the negative effects on productive performance, Piau pigs are efficient in maintaining homeothermia in high ambient temperature conditions.

Keywords: acclimatization, heat stress, naturalized genotype, thermotolerance

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Perfil termorregulatório de animais homeotérmicos	19
Figura 2- Efeito da temperatura ambiente no consumo de ração e ganho de peso em suínos de 30 e 90 kg de peso vivo.	22
Figura 3- Suínos naturalizados da raça Piau.....	24
Figura 4 – Planejamento experimental.	27
Figura 5- Perfil de variação da temperatura de nuca (A), dorso (B), flanco (C), frequência respiratória (D) e temperatura retal (E) ao longo do período experimental, em função da temperatura ambiente, em ambiente de alta temperatura (AT) e termoneutro (TN).	33
Figura 6- Imagem da câmera termográfica e representação dos pontos analisados obtenção das temperaturas de nuca (sp1), dorso (sp2) e flanco (sp3) dos animais.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição percentual e nutricional da ração experimental.....	28
Tabela 2- Efeitos a curto (1 a 7 dias) e médio (8 a 14 dias) prazo da temperatura ambiente no desempenho e parâmetros de carcaça de suínos da raça Piau (<i>least square means</i> de 14 observações por tratamento) ¹	31
Tabela 3– Efeito da temperatura ambiente nos parâmetros fisiológicos de suínos da raça Piau (<i>least square means</i> de 14 observações por tratamento) ¹	32
Tabela 4- Efeito da temperatura ambiente nos parâmetros fisiológicos de suínos da raça Piau pela câmara termográfica (27 observações ambiente de 22 e 30°C) ¹	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- UFVJM – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- MOV/MIN– Movimento por minuto
- CA– Conversão alimentar
- GPMD– Ganho de peso médio diário
- Kg– Quilograma
- CMD– Consumo médio diário
- FR– Frequência respiratória
- g– Grama
- EM – Energia metabolizável

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1. RESPOSTAS TERMORREGULATÓRIAS DE SUÍNOS EM FUNÇÃO A TEMPERATURA AMBIENTE.	19
2.2. RESPOSTAS TERMORREGULATÓRIAS E AS CONSEQUÊNCIAS FRENTE À ALTA TEMPERATURA AMBIENTE	21
2.3. ALTERNATIVA DA SUINOCULTURA FRENTE AO AQUECIMENTO GLOBAL	23
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
4 RESULTADOS.....	30
5 DISCUSSÃO.....	36
6 CONCLUSÃO	39
7 REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC AR5, 2013), a temperatura média global deverá aumentar 0,8 a 2,6°C até 2050, e 1,4 a 5,8°C até 2100. Assim, a exposição dos animais a altas temperaturas ambientais será um dos principais desafios para a sustentabilidade e sucesso dos sistemas de produção de suínos. Ainda, os efeitos negativos do aquecimento global sobre a produção animal serão cada vez mais extremos em virtude da intensificação e expansão dos sistemas de produção animal em países em desenvolvimento localizados predominantemente em regiões de clima quente (FAO, 2010; RENAUDEAU *et al.*, 2011).

A exposição dos suínos a temperaturas ambientais acima da faixa de termoneutralidade (25°C para suínos em crescimento) induz respostas de dissipação e diminuição de produção de calor interno que, por sua vez, resultam em menor eficiência produtiva e reprodutiva (RENAUDEAU *et al.*, 2011; CAMPOS *et al.*, 2014a, b). Por exemplo, em estudo de meta-análise, Renaudeau, Gourdine e St-pierre (2011) demonstraram que cada grau Celsius de aumento na temperatura ambiente, entre 25 e 30°C, reduz em 45 e 25 g/dia o consumo de alimento e ganho de peso, respectivamente, em suínos de 50 kg de peso vivo. Adicionalmente, suínos expostos a altas temperaturas ambientais, possuem alterações na sensibilidade à insulina (PEARCE *et al.*, 2013), menores níveis circulantes de hormônios tireoidianos (CAMPOS *et al.*, 2014a), menor metabolismo basal (BERNABUCCI *et al.*, 2010; CAMPOS *et al.*, 2014b), menores níveis circulantes de hormônios anabólicos e, conseqüentemente, menor potencial de deposição de proteína e gordura na carcaça (BELLEGO *et al.*, 2002; RHOADS; BAUMGARD; SUAGEE, 2013).

Adicionalmente, ressalta-se que os programas de melhoramento genético animal contribuíram significativamente para melhoria dos índices de produtividade por meio de intensa seleção para características de crescimento (ganho de peso, deposição de carne magra e eficiência alimentar) e reprodutivas (tamanho de leitegada, número de tetos e longevidade). No entanto, genótipos modernos tendem a ser mais susceptíveis ao estresse por calor devido à maior termogênese associada aos processos de manutenção e produção, maior taxa de deposição de proteína (GAUGHAN *et al.*, 2009), além de possuírem menor capacidade de mobilizar recursos fisiológicos e nutricionais para funções de termorregulação.

Como alternativa, estudos têm sugerido que a seleção de animais termotolerantes pode ser uma estratégia genética efetiva e econômica para atenuar os efeitos negativos do

estresse por calor na produção de suínos em regiões de clima quente. De acordo, Renaudeau, Huc e Noblet (2007) demonstraram que, quando expostos a temperatura ambiente de 31°C, suínos nativos da raça Crioula apresentam menor ativação das respostas de termorregulação (menor frequência respiratória, e menor temperatura retal e cutânea) quando comparados a suínos puros da raça Large White. Neste contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho e as respostas fisiológicas de suínos da raça naturalizada Piau submetidos a alta temperatura ambiente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

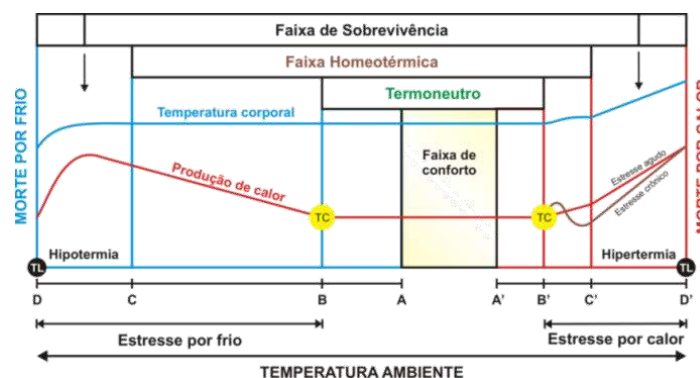
2.1. Respostas termorregulatórias de suínos em função a temperatura ambiente.

Suínos são animais endotérmicos, ou seja, capazes de manter a temperatura interna do corpo relativamente constante (homeotermia) apesar de variações na temperatura ambiente. Este processo ocorre através do equilíbrio entre os processos de produção (termogênese) e dissipação de calor (termólise).

Quando expostos a condições de temperaturas elevadas, o desafio do suíno é manter a temperatura corporal, por meio da diminuição da produção de calor e aumento da dissipação do calor. Quando na faixa de termoneutralidade, os animais dispõem de máximo desempenho produtivo e reprodutivo, utilizando a energia ingerida exclusivamente para estes fins. A faixa de termoneutralidade varia de acordo com a idade, espécie, raça e estado fisiológico dos animais (AZEVEDO *et al.*, 2005)

Conforme exposto na Figura 1, observa-se que a zona de termoneutralidade é limitada pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos B e B'; a faixa de homeotermia pelas temperaturas dos pontos C e C'; e a faixa de sobrevivência pelos pontos D e D'. Nas faixas de temperatura demarcadas pelos pontos D e B, D' e B' os animais encontram-se em condição de estresse por frio e calor, respectivamente. O ponto B caracteriza a temperatura crítica inferior (TCI), e o ponto B' caracteriza a temperatura crítica superior (TCS). Abaixo da TCI, a produção de calor metabólico aumenta para manter a temperatura corporal relativamente constante. Acima da TCS, ocorre a ativação das vias sensíveis e latentes de dissipação de calor, ajustes necessários para evitar a hipotermia ou a hipertermia.

Figura 1- Perfil termorregulatório de animais homeotérmicos



Fonte: HAFEZ (1973). Adaptado por Campos, P.H.R.F

Entre A e o A', definido como faixa de conforto, os suínos mantêm a temperatura corporal essencialmente através de mudanças comportamentais e de isolamento. Assim, uma das primeiras respostas termorregulatórias é a alteração comportamental como, por exemplo, ao reduzir o contato com superfícies quentes ou com outros animais, por meio da exposição a correntes de ar, bem como ao buscar locais sombreados (CAMPOS *et al.*, 2017). A manutenção da temperatura corporal dentro desta faixa requer um gasto energético mínimo para a termorregulação. Consequentemente, maior quantidade de energia fica disponível para os processos de crescimento e produção (SPIERS, 2012). A quantificação e a qualificação do conforto e o nível de estresse por calor em que o animal se encontra são avaliados pelos índices de comportamento, parâmetros fisiológicos e desempenho produtivo dos animais.

À medida que a temperatura se eleva da região A' para B' (Figura 1) ocorre o acionamento de respostas de dissipação do calor por via sensível, com a elevação da temperatura cutânea. Esse processo consiste na dissipação do calor do núcleo do corpo para regiões periféricas, resultando no aumento da vasodilatação periférica que, por sua vez, eleva a temperatura da pele (SPIERS, 2012; TONIOLLI *et al.*, 2014).

Assim, a perda de calor da pele para o ambiente se dá por condução, convecção e radiação. Ocorre a condução pelo contato direto da superfície da pele com uma região mais fria. A convecção ocorre pelo movimento de fluidos em contato com a superfície do corpo. A radiação ocorre por meio de ondas eletromagnéticas sem contato físico (SPIERS, 2012).

As trocas de calor sensível dependem de gradiente de temperatura entre o corpo do animal e o ambiente (SPIERS, 2012) e, à medida que a temperatura do ambiente se eleva, essa troca de calor sensível torna-se menos eficaz. Assim, torna-se necessário a ativação da perda de calor pela via latente. Com o aumento da temperatura ambiente entre a região B' e C' a perda de calor pela via sensível torna-se menos eficiente, sendo necessário, também, a redução na ingestão de alimentos para manutenção da homeotermia.

O mecanismo de perda de calor latente em suínos ocorre por meio do aumento da frequência respiratória (polipneia). Este não depende de um gradiente de temperatura, mas de um gradiente de pressão de vapor da água. Em suínos, a transpiração é um processo limitado uma vez que possuem de 25 a 30 glândulas sudoríparas por centímetro quadrado (RENAUDEAU; LECLERCQ-SMEKENS; HERIN, 2006) sendo estas não funcionais (RENAUDEAU *et al.*, 2004). Acima de C' o animal está sujeito a não suportar mais a alta

temperatura do ambiente. Conseqüentemente, a temperatura do núcleo aumenta e pode levar a hipertermia.

2.2. Respostas termorregulatórias e as conseqüências frente à alta temperatura ambiente

Suínos criados em clima tropical e subtropical estão sujeitos a condições de estresse por calor, fator que compromete o bem-estar e desempenho produtivo dos animais. Quando submetidos a um desafio de curta duração, a diminuição da produção de calor metabólico e o aumento da dissipação do calor geralmente são eficientes para manutenção da homeotermia. No entanto, em condições de longa exposição, as repostas termorregulatórias incluem redução da taxa metabólica, alterações no sistema endócrino e, potencialmente alterações morfológicas (SILVA, 2006; COLLIN *et al.*, 2002; RENAUDEAU, HUC E NOBLET 2007; CAMPOS *et al.*, 2017; RENAUDEAU *et al.* 2011).

Segundo Renaudeau *et al.* (2010), a resposta termorregulatória em suínos tem um perfil bifásico, ocorrendo a hipertermia e posteriormente a retomada da temperatura corporal ao estado natural. Neste perfil enquadram-se as repostas fisiológicas como a temperatura cutânea, frequência respiratória e a temperatura retal (RENAUDEAU, HUC E NOBLET 2007; RENAUDEAU *et al.* 2010).

As aferições de temperatura da pele em diferentes pontos do corpo são utilizadas para avaliar as tentativas do organismo de dissipar calor para o meio por meio da via sensível (CAMPOS *et al.*, 2017). De fato, Renaudeau, Huc e Noblet (2007) relataram aumento linear na temperatura cutânea de suínos Creole e Large White submetidos a variação na temperatura ambiente de 24°C a 31°C. No entanto, a magnitude de aumento da temperatura cutânea foi inferior em suínos Creole quando comparado com suínos Large White.

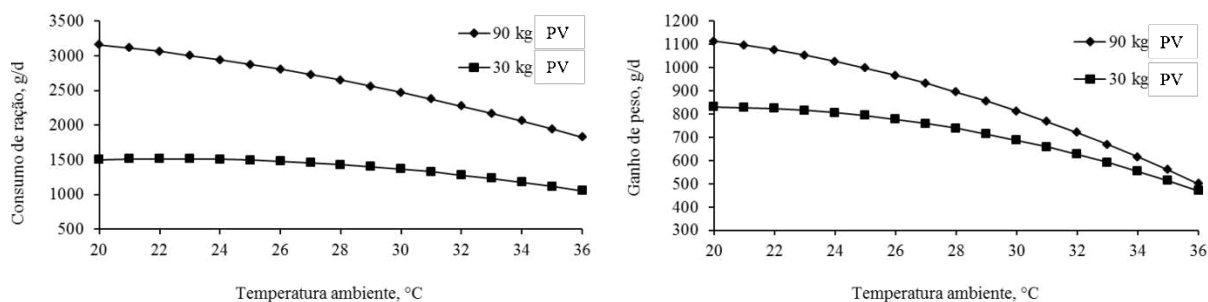
Devido diminuição do gradiente de temperatura entre a superfície dos animais e o ambiente, as perdas de calor pelos processos sensíveis tornam-se menos efetivas (RENAUDEAU; HUC; NOBLET, 2007). Desta maneira, os suínos se apóiam na dissipação de calor pelo mecanismo latente e na redução na ingestão de alimento para manutenção da homeotermia. Renaudeau, Huc e Noblet (2007) relataram que a frequência respiratória apresenta um aumento acima de 26°C da temperatura ambiente numa taxa de 12 mov/min, para cada grau na temperatura ambiente em suínos em crescimento. Kiefer *et al.* (2009) reportaram frequência respiratória de 46 mov/min em suínos mantidos a 21°C de temperatura ambiente e um aumento de 83 mov/min em ambiente de 31°C. A ineficiência das repostas

termorregulatórias pode resultar em aumento na temperatura retal. Segundo Collin *et al.* (2002), suínos de linhagem comercial com peso médio de 15kg tiveram aumento de 0,6°C na temperatura retal quando submetidos a ambiente de 33°C em comparação a 23°C.

No entanto, Manno *et al.* (2006) verificaram em suínos de 30 a 60kg de peso vivo em ambiente de 32°C, um aumento na temperatura cutânea de 9,5% e da frequência respiratória atingindo 97 mov/min. O aumento desses mecanismos sensível e latente foram suficientes em dissipar o calor e não apresentaram diferença na temperatura retal.

A redução no consumo alimentar consiste em um dos principais ajustes metabólicos dos animais para redução da produção de calor corporal, fato que pode agravar-se conforme o estado fisiológico do animal (lactação, gestação, faixa de peso). Em estudo de meta-análise, Renaudeau, Gourdine e St-pierre (2011) utilizando compilado de trabalhos (Figura 2), reportaram redução de 80g/dia no consumo do alimento, e 40 g/dia no ganho de peso para cada grau do aumento na temperatura ambiente entre 24 e 30°C, em suínos de 90 kg.

Figura 2- Efeito da temperatura ambiente no consumo de ração e ganho de peso em suínos de 30 e 90 kg de peso vivo.



Fonte: Adaptado de Renaudeau *et al.* (2011).

Além disso, foram evidenciados em outros trabalhos, a redução de 12% no consumo de ração em suínos na fase de crescimento de 15 a 30 kg submetidos à temperatura de 35°C quando comparados aos animais mantidos em ambiente termoneutro de 22°C (MANNON *et al.*, 2005). Em suínos na fase de crescimento e terminação submetidos em ambientes de 30°C e 31°C, Le Bellego *et al.* (2002) e Kiefer *et al.* (2009) constataram perdas de 15% e 14%, respectivamente.

Para Kiefer *et al.* (2009), a alta temperatura, além de reduzir em 25,5% o ganho de peso, implica na piora de 14% da conversão alimentar em suínos comerciais (Large White X Landrace) submetidos a temperatura de 31°C. No entanto, Kerr *et al.* (2003) e Manno *et al.* (2006), apresentaram melhora na eficiência alimentar em 4,35 e 6,3%, respectivamente, em suínos na fase de crescimento de 30 a 60 kg, submetidos a ambientes quentes. A melhora na conversão se dá devido à redução significativa na produção total de calor e melhores coeficientes de digestibilidade de nitrogênio e energia do que aqueles mantidos em conforto térmico com alimentação à vontade (COLLIN *et al.*, 2001).

Outro fator a ser mencionado quanto à conversão alimentar é a forma como a energia ingerida na dieta é utilizada no acabamento da carcaça do suíno. Le Bellego *et al.* (2002) reportaram menor teor de proteína e maior teor de lipídios em carcaças de suínos em crescimento mantidos a 30°C, quando comparadas com carcaças de animais mantidos a 23°C.

Além disso, ressalta-se que através dos programas de melhoramento genético houve uma significativa melhoria nos índices de produtividade (ganho de peso, deposição de carne, eficiência alimentar), e reprodutivas (tamanho da leitegada, número de tetos, longevidade). No entanto, genótipos modernos possuem menor adaptabilidade a desafios ambientais, por ter menor capacidade de mobilizar recursos fisiológicos e nutricionais para funções outras àquelas associadas ao crescimento e reprodução, tais como termorregulação e resposta imune (RAUW,2012; DUMONT *et al.*, 2014)

2.3. Alternativa da suinocultura frente ao aquecimento global

Em países tropicais e subtropicais, como o Brasil, as questões climáticas que influenciam na produção animal se agravam ainda mais, visto que as principais linhagens utilizadas no sistema produtivo brasileiro foram importadas da América do Norte ou da Europa Ocidental (RENAUDEAU *et al.*, 2011), estando sujeito a alteração na eficiência alimentar quando comparados aos suínos criados no país de origem.

Além de todas as tecnologias desenvolvidas nas instalações e no melhoramento genético, uma estratégia que tem ganhado destaque nos programas de seleção é a implantação de linhagens robustas, capazes de produzir nas mais variadas condições de temperatura. Animais robustos, que combinem alto potencial de produção e resiliência a estressores externos, evitando que a sua produção seja prejudicada, principalmente em determinadas condições de temperaturas ambientais.

Uma das primeiras raças naturalizadas brasileiras a serem registradas pela Associação Brasileira de Criadores de Suínos é a Piau. A seleção genética de suínos da raça Piau fez parte programas da Embrapa Suínos e Aves uma vez que a raça apresenta características de rusticidade, resistência a enfermidades, baixa exigência de manejo e alta adaptabilidade (SOLLERO, 2006; BULOS, 2013).

O nome Piau é de origem indígena, tendo como significado as palavras pintado e malhado. Os animais possuem pelagem oveira (branca-creme, com manchas pretas), apresentando-se nos portes grande, médio e pequeno. São caracterizados por ter a cabeça de tamanho médio e perfil cefálico retilíneo e subconcavilíneo, focinho de comprimento mediano e pouca papada, orelhas intermediárias entre ibéricas e asiáticas (SOLLERO, 2006; SARCINELLI *et al.*, 2007).

Figura 3- Suínos naturalizados da raça Piau



Fonte: O autor, 2019.

Os animais possuem distribuição harmônica entre as partes anterior e posterior do corpo. Nos aspectos reprodutivos, o suíno da raça Piau tem desempenho regular. Quanto ao desempenho produtivo, os animais apresentam baixo ganho de peso e possuem alta conversão alimentar quando comparados a suínos de linhagem comercial.

Durante os estágios precoces do crescimento, a taxa de ganho de peso aumenta até o indivíduo alcançar a puberdade, remetendo a uma taxa de crescimento linear. Depois, a taxa de crescimento diário começa a declinar gradualmente até o animal atingir o peso corporal adulto, quando então se estabiliza, e a deposição de gordura passa a superar a deposição de proteína (GONZALES *et al.*, 1993).

Segundo Montes *et al.* (2018), quando comparadas a fêmeas de linhagem comercial, fêmeas piau apresentaram menor peso ao nascimento (1016 vs1481 kg), menor

peso ao primeiro cio (56 vs 88kg). Porém, não foi observada diferença de idade para puberdade e maturidade sexual. Suínos da raça piau em fase de crescimento (127 dias de idade) apresentaram consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e espessura de toucinho de 2,6 kg/d, 0,7 kg/d, 3,8, e 26,9 mm, respectivamente (SOUSA JUNIOR, 2013).

Apesar das raças nativas apresentarem desempenho inferior às linhagens comerciais, elas podem conter alelos que definem características importantes para a produção animal, tais como: melhor qualidade da carne (BENEVENUTO JÚNIOR, 2001), maiores concentrações de anticorpos contra a infecção do *porcine circovirus-2* (BULOS, 2013), ou a menor ativação das respostas termorregulatórias.

As ativações termorregulatórias de diferentes raças de suínos foram demonstradas por Renaudeau, Huc e Noblet (2007) em que relataram o mesmo aumento linear de $0,22^{\circ}/^{\circ}\text{C}$ da temperatura cutânea em suínos Large White e Creole de raça nativa, porém a temperatura cutânea foi menor no Creole. Em relação à elevação da frequência respiratória em suínos Creole, iniciou-se na temperatura ambiente de $27,2^{\circ}\text{C}$, enquanto os Large White ocorreram em ambientes de $25,9^{\circ}\text{C}$ e, depois dessa ruptura, as raças compartilharam o mesmo aumento linear de 11,8 mov/min em média. Desta forma, os suínos naturalizados da raça Piau submetidos às condições de alta temperatura podem apresentar adaptabilidade ao calor frente às condições climáticas brasileiras.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

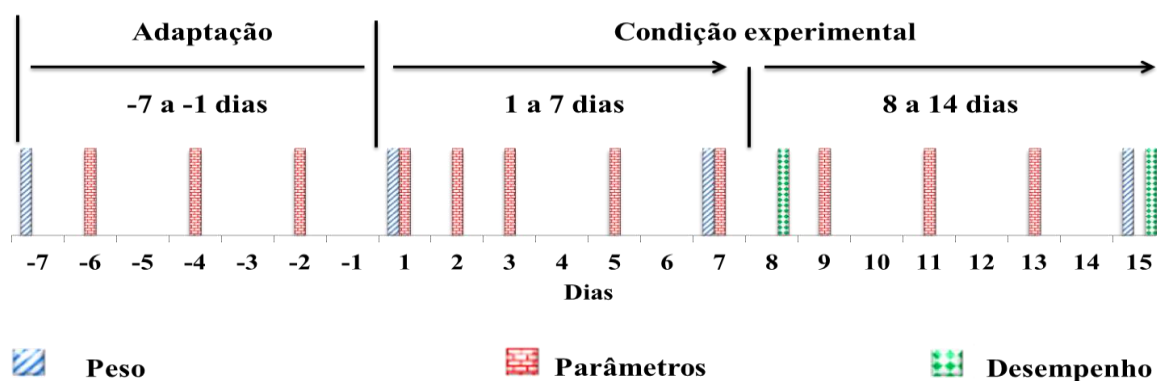
Os procedimentos experimentais foram revisados e aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Viçosa (protocolo nº 27/2018).

O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Melhoramento de Suínos da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Foram utilizados 28 suínos (21 machos castrados e 7 fêmeas) com idade média de 162 dias e peso vivo inicial de $64,4 \pm 1,9$ kg. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) e o animal foi considerado a unidade experimental. Os tratamentos consistiram em duas temperaturas ambientes: 22°C e 30°C. Foram utilizados 11 machos e 3 fêmeas na condição de 22°C, e 10 machos e 4 fêmeas na condição de 30°C.

Em cada condição experimental, os animais foram alojados em salas climatizadas em gaiolas individuais suspensas ($0,80 \times 1,60$ metros), com piso de plástico, divisórias de aço, dotadas de comedouro semiautomático e bebedouro tipo chupeta. O controle da temperatura ambiente, em cada sala climatizada, foi realizado por sistema automatizado de climatização composto por aquecedores elétricos, lâmpadas de infravermelho e sistema de resfriamento tipo *chiller*. A temperatura ambiente e a umidade relativa das salas foram monitoradas e registradas por meio de datalogger (Klima Logger, Thermo-Hygro-Station).

Os animais permaneceram nas salas climatizadas durante 21 dias divididos em período de adaptação de sete dias e subsequente período experimental de 14 dias. O período de adaptação (dias -7 a -1) permitiu aos animais se adaptarem às condições experimentais (gaiolas, arraçoamento e manejadores) e às medições dos parâmetros fisiológicos (temperaturas retal e cutânea e frequência respiratória). O período experimental foi subdividido em dois subperíodos: 1 a 7 dias e 8 a 14 dias para avaliação das respostas de curto e médio prazo ao estresse por calor. Durante o período de adaptação a temperatura das salas foi mantida a 24°C. Posteriormente, a temperatura de cada sala foi ajustada para 22°C ou 30°C, de acordo com as condições experimentais. O planejamento experimental é apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Planejamento experimental.



Para os parâmetros fisiológicos (temperatura cutânea, temperatura retal e frequência respiratória), e o desempenho (conversão alimentar, ganho de peso médio diário e consumo médio diário).

Durante a etapa de adaptação e experimental, os animais receberam *ad libitum* uma única ração formulada à base de milho e farelo de soja (Tabela 1) de acordo com as recomendações nutricionais para suínos machos em crescimento de linhagem comercial (ROSTAGNO *et al.*, 2017).

A alimentação fornecida e as sobras diárias foram pesadas para quantificar o consumo de ração médio diário (CMD). Os suínos foram pesados individualmente, em balança analógica, nos dias -7, 1, 7 e 15 para determinação do ganho médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA).

Tabela 1- Composição percentual e nutricional da ração experimental

Ingredientes	
Milho	77,30
Farelo soja	18,50
Óleo soja	1,00
Fosfato bicálcico	1,30
Calcário Calcítico	1,20
Sal	0,40
Mistura mineral ¹	0,10
Mistura vitamínica ²	0,10
L-lisina monocloreto	0,10
Total	100
Composição nutricional calculada	
EM (kcal/kg)	3280,00
Proteína bruta (%)	14,60
Lisina digestível (%)	0,683
Met.+ Cist. digestível (%)	0,440
Sódio (%)	0,170
Cálcio (%)	0,850
P total (%)	0,528
P disponível (%)	0,316

Minerais¹ fornecidos por kg de ração: Cobalto (min) 200mg/kg; Cobre (min) 10g/kg; ferro (min) 100g/kg; Iodo (min) 1.000 mg/kg; Manganês (min) 40g/kg; Selênio (min) 400mg/kg; Zinco (min) 100g/kg; Vitamínicos² fornecidos por kg de ração: Ácido fólico (min) 600mg/kg; Ácido Pantoténico (min) 16 g/kg; Biotina (min) 6000mg/kg; Etoxiquin (min) 100mg/kg; Niacina (min) 30g/kg; Vitamina A (min) 7000000 UI/kg, Vitamina B1 (min) 1500mg/kg; Vitamina B12 (min) 20000 mcg/kg; Vitamina B2 (min) 6000mg/kg; Vitamina B6 (min) 2000 mg/kg; Vitamina D3 (min) 2000000UI/kg; Vitamina E (min) 40000UI/kg; Vitamina K3 (min) 2000mg/kg.

As temperaturas cutâneas (nuca, dorso e flanco), temperatura retal e a frequência respiratória de cada animal foram mensuradas uma vez ao dia (15:00 horas) nos dias -4, -2, 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11 e 13. As medidas foram realizadas de acordo com os procedimentos previamente descritos por Renaudeau *et al.* (2008), primeiramente, a frequência respiratória foi mensurada por meio da contagem dos movimentos do flanco dos animais durante um período de 15 segundos, corrigindo-se os valores para 1 minuto (mov./min.). Em seguida, as temperaturas cutâneas (nuca, dorso e flanco) foram medidas por meio de termômetro digital

infravermelho portátil (Icel Manaus, TD 965) a 12 centímetros de distância do corpo do animal e 0,95 de emissividade. Para temperatura retal utilizou-se o termômetro clínico digital.

A realização das imagens termográficas ocorreu após realização da frequência respiratória. Para o procedimento, foi utilizada a câmera térmica C2 Flir (FLIR Systems AB). A câmera foi direcionada acima da linha do dorso dos animais pegando toda a superfície lateral do animal. O procedimento ocorreu nos dias -4, -2, 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11 e 13. As imagens termográficas foram analisadas por meio do software Therma CAM Researcher Pro 2.7 (FLIR Vision Systems). O software permite a realização de medições de temperatura da área total ou parcial. Para o experimento, áreas específicas foram delineadas usando ferramenta de desenho livre. Os dados de temperatura obtidos nas imagens foram nas regiões da nuca, dorso e flanco.

Ao final do período experimental, os animais foram submetidos a jejum alimentar de 12 horas e, em seguida, insensibilizados, abatidos e a meia carcaça direita foi separada e resfriada por um período de 24 horas. Na meia carcaça resfriada, na altura da 10ª costela, foram medidas a espessura de toucinho (a 6,5 cm da linha dorso-lombar, ponto P2) e a área do músculo *Longissimus dorsi* (área de olho de lombo). Para realização desta medida, a área do músculo foi limpa e coberta com filme de polietileno de baixa densidade. Em seguida, foi colocada uma transparência sobre o filme de polietileno e realizado o desenho do contorno do lombo. Para o cálculo da área, utilizou-se o software ImageJ (National Institutes of Health).

As variáveis estudadas foram analisadas por meio dos modelos linear geral (parâmetros de desempenho e carcaça) e misto (parâmetros termorregulatórios) do software SAS (SAS 9.2 Software, SAS Institute Inc) considerando os efeitos da temperatura ambiente, sexo, período ou dia experimental, e a interação entre os fatores. As sucessivas medidas de uma variável no mesmo animal ao longo do experimento foram especificadas como efeito repetido no tempo. Os efeitos considerados significativos a $P < 0,05$.

4 RESULTADOS

Durante o período experimental, a temperatura ambiente e umidade relativa do ar mantiveram-se, respectivamente, em $22,0 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $83,9 \pm 4,1\%$ na condição de termoneutralidade, e $30,0 \pm 1,01^{\circ}\text{C}$ e $68,3 \pm 4,4\%$ na condição de alta temperatura ambiente.

Os resultados do efeito da temperatura ambiente no desempenho e parâmetros de carcaça de suínos da raça Piau são apresentados na Tabela 2. Não foi observado interação entre temperatura ambiente e período experimental para nenhum dos parâmetros avaliados.

Independentemente do período experimental (1 a 7, 8 a 14 dias), suínos expostos a condição de alta temperatura ambiente tiveram menor ($P < 0.01$) consumo de ração (2042 vs. 2399g/d) e ganho de peso diário (443 vs. 565g/d) quando comparados aos animais mantidos em condição de termoneutralidade. A temperatura ambiente não afetou a conversão alimentar (4,7 g/g em média; $P > 0.05$). Os machos tiveram ganho de peso superior ao das fêmeas (570 vs. 438 g/d; $P < 0.01$).

Os suínos da raça Piau expostos a condição de alta temperatura ambiente não tiveram diferença ($P > 0,05$) na espessura de toucinho (3,15 cm, em média) e área de olho de lombo ($22,15 \text{ cm}^2$, em média) quando comparados aos animais mantidos em condição de termoneutralidade. Entretanto, suínos machos apresentaram maior área de olho de lombo ($24,0$ vs. $20,2 \text{ cm}^2$; $P = 0,04$) em relação às fêmeas.

Os efeitos da temperatura ambiente (22 e 30°C) nos parâmetros fisiológicos de suínos da raça Piau são apresentados na Tabela 3. Foi observado interação entre temperatura ambiente e dia experimental para todos os parâmetros avaliados. Portanto, o perfil de variação das respostas termorregulatórias ao longo do período experimental em função da temperatura ambiente é apresentado na Figura 5.

Durante a fase de adaptação (dias -4 e -2), os animais apresentaram valores similares de temperaturas cutâneas, frequência respiratória e temperatura retal em ambas condições experimentais. Quando expostos a temperatura ambiente de 30°C , os animais apresentaram persistente ($P < 0.01$) aumento na temperatura da nuca ($39,3$ vs. $36,9^{\circ}\text{C}$), dorso ($40,1$ vs. $37,8^{\circ}\text{C}$), flanco ($40,4$ vs. $38,1^{\circ}\text{C}$), e frequência respiratória (94 vs. 67 mov/min.). A temperatura retal não foi afetada pela exposição dos animais a alta temperatura ambiente ($39,3^{\circ}\text{C}$ em média; $P > 0,05$).

Tabela 2- Efeitos a curto (1 a 7 dias) e médio (8 a 14 dias) prazo da temperatura ambiente no desempenho e parâmetros de carcaça de suínos da raça Piau (*least square means* de 14 observações por tratamento)¹.

	22°C		30°C		Macho	Fêmea	RSD ²	<i>(P-valor)</i> ³		
	1 a 7 dias	8 a 14 dias	1 a 7 dias	8 a 14 dias				TA	Período	Sexo
Peso inicial (kg)	63,7	68,2	63,4	67,3	66,7	64,6	0,87	0,44	<0,01	0,03
Consumo de ração (g/d)	2403	2395	1982	2103	2293	2147	277	<0,01	0,45	0,29
Ganho de peso (g/d)	569	561	452	434	570,2	438,5	189	<0,01	0,79	<0,01
Conversão alimentar (g/g)	4,4	4,8	4,6	4,8	4,4	5,0	1,45	0,64	0,41	0,05
Peso Final (kg)	68,2	72,5	67,3	70,9	70,5	68,8	0,97	<0,01	<0,01	<0,01
Parâmetros de carcaça										
Espessura toucinho (cm)		3,10		3,21	3,13	3,19	4,6	0,59	-	0,79
Área olho de lombo (cm ²)		22,8		21,5	24,0	20,2	2,9	0,32	-	0,04

¹1 a 7 e 8 a 14 dias correspondem a períodos experimentais, de sete dias cada, para avaliação dos efeitos a curto e médio prazo, respectivamente, da temperatura ambiente

²RSD: *residual standard deviation*

³Dados analisados utilizando o procedimento GLM do SAS considerando os efeitos da temperatura ambiente (TA), período experimental, sexo e a interação entre os fatores.

Não apresentou interação entre os fatores temperatura ambiente e os períodos de dias

Tabela 3– Efeito da temperatura ambiente nos parâmetros fisiológicos de suínos da raça Piau (*least square means* de 14 observações por tratamento)¹

	Dias de experimento										RSD ²	(P-valor) ²		
	-4	-2	1	2	3	5	7	9	11	13		TA	Dia	Sexo
Temperatura da nuca (°C)														
22°C	37,1	36,9	36,8	36,6	37,3	36,2	36,7	36,9	37,0	37,4	0,8	<0,01	<0,01	0,36
30°C	36,7	37,2	40,5	40,0	39,9	39,6	39,5	39,5	39,6	39,8				
Temperatura do dorso (°C)														
22°C	38,0	37,9	37,6	37,6	38,1	37,2	37,6	37,7	37,8	38,3	0,7	<0,01	<0,01	0,98
30°C	37,9	37,9	41,1	41,0	40,5	40,5	40,3	40,2	40,5	40,9				
Temperatura do flanco (°C)														
22°C	38,2	38,2	38,0	38,0	38,3	37,6	37,8	38,0	38,1	38,6	0,7	<0,01	<0,01	0,51
30°C	38,4	38,2	41,4	41,1	40,7	40,7	40,5	40,3	40,7	41,2				
Frequência respiratória (mov./min.)														
22°C	73	73	73	72	70	61	60	59	63	67	16	<0,01	<0,01	0,63
30°C	68	72	116	110	103	94	96	93	96	92				
Temperatura retal (°C)														
22°C	39,4	39,2	39,2	39,2	39,2	39,1	39,0	39,1	39,2	39,1	0,2	0,19	<0,01	0,24
30°C	39,3	39,2	39,6	39,5	39,4	39,3	39,3	39,2	39,3	39,2				

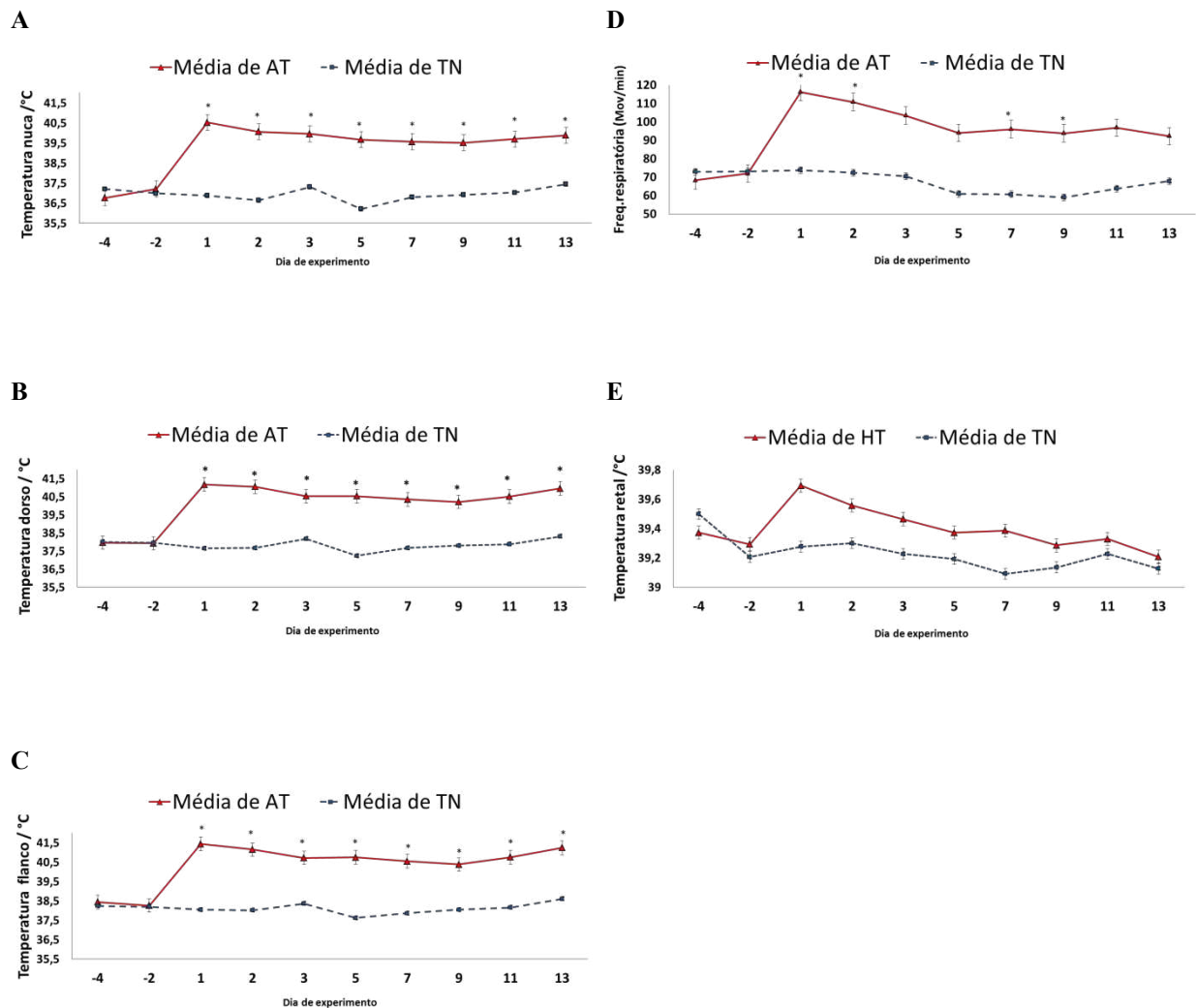
¹Dias experimentais, para avaliação dos efeitos da temperatura ambiente

²RSD: *residual standard deviation*

³Dados analisados utilizando o procedimento MIXED do SAS considerando os efeitos da temperatura ambiente (TA), dia experimental, sexo e a interação entre os fatores. As sucessivas medidas de uma variável no mesmo animal ao longo do experimento foram especificadas como efeito repetido no tempo.

Quando observado interação entre temperatura ambiente e dia experimental, o perfil de variação dos parâmetros fisiológicos foram representados na Figura 5.

Figura 5- Perfil de variação da temperatura de nuca (A), dorso (B), flanco (C), frequência respiratória (D) e temperatura retal (E) ao longo do período experimental, em função da temperatura ambiente, em ambiente de alta temperatura (AT) e termoneuro (TN).



Os efeitos da temperatura ambiente (22°C e 30°C) nas temperaturas cutâneas registradas por meio de imagens de câmera termográfica são apresentados na Tabela 4. Foi observado interação entre temperatura ambiente e dia experimental para os parâmetros da temperatura de nuca, dorso e flanco, avaliados neste estudo.

Tabela 4- Efeito da temperatura ambiente nos parâmetros fisiológicos de suínos da raça Piau pela câmara termográfica (27 observações ambiente de 22 e 30°C)¹

	Dias de experimento										RSD ²	(P-valor) ³		
	-4	-2	1	2	3	5	7	9	11	13		TA	Dia	Sexo
Temperatura da nuca (°C)														
22°C	36,9	36,3	36,4	36,2	36,4	36,3	35,9	35,9	36,4	36,2	0,37	<0,01	<0,01	0,50
30°C	36,6	36,5	37,9	37,6	37,4	37,3	37,2	37,5	37,2	36,9				
Temperatura do dorso (°C)														
22°C	36,9	36,4	36,6	36,3	36,7	36,4	36,2	36,2	36,6	36,3	0,30	<0,01	<0,01	0,24
30°C	37,0	36,7	38,0	37,9	37,7	37,5	37,5	37,7	37,5	37,3				
Temperatura do flanco (°C)														
22°C	37,5	36,8	37,0	36,9	37,1	36,9	36,8	36,6	37,1	36,9	0,32	<0,01	0,01	0,16
30°C	37,5	37,3	38,3	38,4	38,0	37,7	37,8	38,0	37,9	37,7				

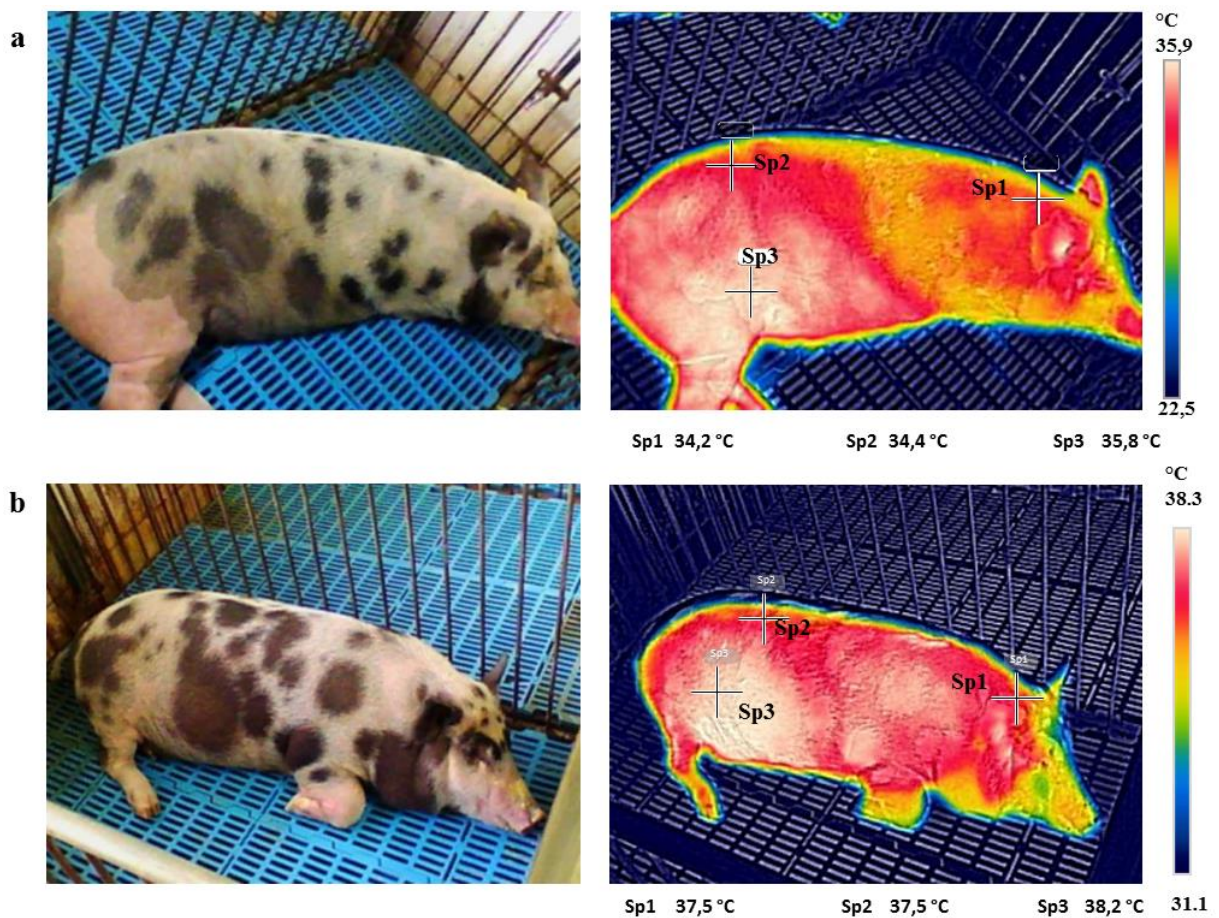
¹Dias experimentais, para avaliação dos efeitos da temperatura ambiente

²RSD: *residual standard deviation*

³Dados analisados utilizando o procedimento MIXED do SAS considerando os efeitos da temperatura ambiente (TA), dia experimental, sexo e a interação entre os fatores. As sucessivas medidas de uma variável no mesmo animal ao longo do experimento foram especificadas como efeito repetido no tempo

Durante a fase experimental (1, 2, 3, 5, 7, 9, 11 e 13) os suínos da raça Piau expostos a condição de 30°C apresentaram valores superiores ($P < 0,01$) de temperatura de nuca (37,2 vs. 36,3), dorso (37,5 vs. 36,5) e flanco (37,9 vs. 37,0) em relação aos animais submetidos a ambiente de 22°C. Na Figura 6, são representados os pontos analisados para obtenção das temperaturas de nuca (sp1), dorso (sp2) e flanco (sp3) dos animais.

Figura 6- Imagem da câmera termográfica e representação dos pontos analisados obtenção das temperaturas de nuca (sp1), dorso (sp2) e flanco (sp3) dos animais.



5 DISCUSSÃO

De acordo com Renaudeau *et al.* (2008), a temperatura crítica superior (ou limite superior da faixa de termoneutralidade) para suíno sem crescimento é, aproximadamente, 25°C. Consequentemente verificou-se que os suínos da raça Piau foram expostos a condições de termoneutralidade e alta temperatura ambiente, conforme os objetivos do estudo. Quando expostos a temperaturas ambientais acima da faixa de termoneutralidade, suínos mantêm a temperatura corporal por meio de respostas de dissipação e diminuição da produção de calor que afetam negativamente a eficiência produtiva e reprodutiva dos animais (RENAUDEAU *et al.*, 2011; CAMPOS *et al.*, 2014a, b). No presente estudo a exposição dos animais a temperatura ambiente de 30°C resultou em uma diminuição de 15% no consumo alimentar (-356 g/dia). Esta resposta caracteriza um ajuste termorregulatório para reduzir a produção de calor associada aos processos de ingestão, digestão, absorção, metabolismo e excreção dos alimentos (HUYNH *et al.*, 2005).

No presente estudo, o efeito do aumento da temperatura ambiente foi de -45 g/dia/°C no consumo de ração. Em estudo de meta-análise, Renaudeau *et al.* (2011), reportaram uma redução de 50 g/dia no consumo de alimento para cada grau Celsius de aumento na temperatura ambiente entre 24 e 30°C em suínos de 60 kg. Adicionalmente, nossos resultados estão de acordo com os de Bellego *et al.* (2002) e Kiefer *et al.* (2009), que reportaram redução de aproximadamente 15% e 14,3%, respectivamente, no consumo alimentar de suínos comerciais em fase de crescimento e terminação expostos a temperatura ambiente de 30°C. Por sua vez, Renaudeau, Huc e Noblet (2007) reportaram uma redução de 30% (-600g/dia) na ingestão de alimento em suínos da raça Creole entre os ambientes de 24 e 31°C na fase de terminação. Essa variabilidade na redução do consumo pode ser explicada por muitos fatores, incluindo raça, peso corporal, composição da dieta e faixa de temperatura.

Como consequência da redução no consumo alimentar, o ganho de peso dos suínos reduziu em 15 g/dia/°C com o aumento na temperatura ambiente. Valores estes inferiores a redução de 30 g/dia/°C no ganho de peso de suínos de 60 kg reportada no estudo de meta-análise de Renaudeau *et al.* (2011). Devido ausência do efeito da temperatura ambiente na conversão alimentar, a redução no ganho de peso observada no nosso estudo foi essencialmente consequência da redução no consumo alimentar. De forma similar, Renaudeau *et al.* (2011) observaram que, entre 20 e 30°C, a temperatura ambiente não afeta a conversão alimentar de suínos em crescimento e terminação.

Neste estudo, suínos da raça Piau apresentaram altos valores de conversão alimentar (4,65). De forma similar, Sousa Junior (2013) reportou conversão alimentar de 4,03 em suínos da raça Piau na fase de terminação (172 dias de idade e 65 kg de peso vivo). Parte destes resultados associado ao baixo potencial de deposição de proteína e alta deposição de lipídios comparados com genótipos modernos (GONZALES *et al.*,1993).

Além disso, no presente estudo os suínos machos castrados apresentaram um ganho de peso de 23,15% superior quando comparados às fêmeas. Valores estes, superiores ao 11,6% de ganho de peso em suínos da raça Piau com 65 kg de peso vivo registrado por Sousa Junior (2013).

Apesar do efeito negativo da alta temperatura ambiente no consumo de ração e ganho de peso, a exposição dos animais a 30°C não afetou a espessura de toucinho e área de olho de lombo. Esta ausência de efeito pode estar associada ao curto período experimental (14 dias) e à alta variabilidade dos resultados. Em contrapartida, Le Bellego *et al.*(2002) reportou diminuição na taxa de deposição de proteína em suínos expostos a condição de alta temperatura ambiente, e consequente aumento na deposição de lipídeos.

Durante a fase de adaptação (dias -4 e -2), na qual a temperatura das salas climatizadas foi mantida a 24°C, os animais apresentaram valores similares de temperatura cutânea, frequência respiratória e temperatura retal evidenciando status fisiológico similar entre os indivíduos. Portanto, as alterações subsequentes nas respostas fisiológicas dos animais foram associadas ao efeito da temperatura ambiente.

O aumento da temperatura cutânea observado a 30°C resulta do aumento da vasodilatação periférica. Este ajuste tem por objetivo aumentar a dissipação de calor da superfície corporal para o ambiente (COLLIN *et al.*, 2002; SPIERS, 2012). Desta forma, no primeiro dia de exposição a 30°C, os animais apresentaram um aumento de aproximadamente 9% nas temperaturas de nuca, dorso e flanco. De acordo, Renaudeau, Huc e Noblet (2007) relataram o mesmo aumento linear na temperatura cutânea de 0,22°C por cada grau de aumento na temperatura ambiente, variando de 24°C a 31°C, em suínos nativos Creole, com peso de 36 kg, bem como em suínos Large White, com peso de 50kg, alojados individualmente em salas climatizadas. No entanto, os valores da temperatura cutânea foram 0,3°C menor para Creole em relação à Large White. No presente estudo, os valores de temperatura cutânea foram superiores ao da temperatura retal. Este resultado pode ser parcialmente associado ao sistema de aquecimento das salas (lâmpadas infravermelhas).

Com a elevação da temperatura ambiente, a dissipação de calor pelos processos sensíveis torna-se menos eficaz. Conseqüentemente, os animais tornam-se dependentes da dissipação de calor latente para manutenção da temperatura corporal (RENAUDEAU; HUC; NOBLET, 2007). No presente estudo, este fato foi evidenciado pelo aumento da frequência respiratória dos animais (+27mov/min). Segundo Renaudeau, Huc e Noblet (2007) suínos Creole e Large White apresentaram ponto de ruptura de 27,2°C e 25,9°C, respectivamente. Acima do ponto de ruptura o aumento linear da frequência respiratória não foi afetada pela raça com 11,8 mov/min para cada aumento do graus Celsius.

Neste trabalho, observou-se uma queda de 20,6% ou -24 mov/min da frequência respiratória do primeiro dia de exposição ao calor até o 13º dia, redução ocorrida devido ao processo de aclimação. Segundo Renaudeau *et al.* (2010), a exposição dos suínos no ambiente de 24°C para 32°C, induziu um aumento da frequência respiratória no primeiro dia de 26 movimento por minuto, caracterizada como fase de aclimação e uma fase subsequente ao parâmetro que diminui até alcançar níveis constantes.

As frequências respiratórias observadas no presente estudo apresentaram valores maiores que encontrados por Kiefer *et al.* (2009) em suínos de linha comercial na fase de crescimento, em temperaturas de 21°C e 31°C com 45 e 83 mov/min, bem como valores de 57 e 87 mov/min em temperaturas de 24°C e 30°C, respectivamente, por Campos (2011).

Os suínos da raça Piau tiveram valores similares de temperatura retal para os ambientes de 22°C e 30°C. Do dia 1 até o 13ºdia de exposição a 30°C, os valores de temperatura retal apresentaram um declínio de 0,49°C. Essa diminuição pode estar associada à eficiência dos processos de dissipação de calor auxiliada pela redução no consumo alimentar durante a aclimação (RENAUDEAU *et al.*,2010).

Assim sendo, as variações de temperatura ambiente tem um efeito direto no desempenho dos suínos, implicando em perda econômica. A busca por raças robustas que sejam eficientes em dissipar o calor com menor perda do desempenho produtivo é um dos caminhos para solução frente ao aquecimento global.

6 CONCLUSÃO

Suínos naturalizados da raça Piau apresentaram efeitos negativos no desempenho produtivo, mas foram eficientes em manter a homeotermia em condições de alta temperatura ambiente.

7 REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M. *et al.* Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{7}{8}$ Holandes - zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.6, p.2000- 2008, 2005.

BELLEGO, L. Le.; VAN MILGEN, J.; NOBLET, J. Effect of high temperature and low-protein diets on the performance of growing-finishing pigs1. **Journal Of Animal Science**, v. 80, n. 3, p.691-701, 1 mar. 2002. Oxford University Press (OUP). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2527/2002.803691x>>.

BENEVENUTO JÚNIOR, Augusto Aloísio. Avaliação de rendimento de carcaça e de qualidade da carne de suínos comerciais, nativos e cruzados. 2001. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2001

BERNABUCCI, U. *et al.* Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. **Animal**, v. 4, n. 7, p.1167-1183, 14 maio 2010. Cambridge University Press (CUP). Disponível em < <http://dx.doi.org/10.1017/s175173111000090x>>.

BULOS, L. H. S. **Perfil sorológico e virêmico de suínos da raça Piau e linhagem comercial naturalmente infectados com o Porcine circovirus 2 em diferentes fases de produção** 2013. 40 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013

CAMPOS, P. H. R. F. **Efeito da aclimação à alta temperatura ambiente de porcos selecionado para admissão de alimentação residual**. 2011. 38 F. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Curso de zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

CAMPOS, P. H. R. F. *et al.* Effects of ambient temperature on energy and nitrogen utilization in lipopolysaccharide-challenged growing pigs1. **Journal Of Animal Science**, v. 92, n. 11, p.4909-4920, 1 nov. 2014b. Oxford University Press (OUP). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2527/jas.2014-8108>>

CAMPOS, P. H. R. F. *et al.* Physiological responses of growing pigs to high ambient temperature and/or inflammatory challenges. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 6, p.537-544, jun. 2017. Fap UNIFESP (SciELO). Disponível em<<http://dx.doi.org/10.1590/s1806-92902017000600009>>.

CAMPOS, P. H. R. F. *et al.* Thermoregulatory responses during thermal acclimation in pigs divergently selected for residual feed intake. **International Journal Of Biometeorology**, p.1545-1557, 4 jan. 2014a. Springer Science and Business Media. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00484-013-0759-3>>.

COLLIN, A. *et al.* Effect of high ambient temperature on feed intake, performance and heat production in piglets. **Journées de La Recherche Porcine**, v. 33, p.9-16. 2001.

COLLIN, A.; VAZ, M.; DIVIDICH, J. Effects of high temperature on body temperature and hormonal adjustments in piglets. **Reproduction Nutrition Development**, v. 42, n. 1, p.45-53, jan. 2002. EDP Sciences. Disponível em<<http://dx.doi.org/10.1051/rnd:2002005>>.

DUMONT, B. *et al.* Forty research issues for the redesign of animal production systems in the 21st century. **Animal**, v. 8, n. 8, p.1382-1393, 29 maio 2014. Cambridge University Press (CUP). Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1017/s1751731114001281>>.

FAOSTAT. FAO Statistical databases, electronic versions. **Food and agriculture organization of the united nations** 2010. Disponível em: <www.fao.org.br>.

GAUGHAN, J. *et al.* **Response of Domestic Animals to Climate Challenges**. Biometeorology For Adaptation To Climate Variability And Change, [s.l.], p.131-170, 2009. Springer Netherlands. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-8921-3_7>.

GONZALES, E.; BERTO, D. A.; MACARI, M. Utilização de agonistas B adrenérgicos como repartidores de nutrientes em produção animal. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.22, p. 316–329, 1993.

HAFEZ, E.S.E. Adaptacion de los animales domésticos. Barcelona: Labor, 1973. 563p.

HUYNH, T. T. T. *et al.* Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities1. **Journal Of Animal Science**, [s.l.], v. 83, n. 6, p.1385-1396, 1 jun. 2005. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.2527/2005.8361385x>.

IPCC, 2013. **Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. eds. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp. Disponível em: <http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_Frontmatter_FINAL.pdf>.

KERR, B. J. *et al.* Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs1. **Journal Of Animal Science**, v. 81, n. 8, p.1998-2007, 1 ago. 2003. Oxford University Press (OUP). Disponível em <<http://dx.doi.org/10.2527/2003.8181998x>>.

KIEFER, C. *et al.* Resposta de suínos em crescimento mantidos em diferentes temperaturas. **Revista Archivos de Zootecnia**, v.58, n.221, p.55-64, 2009. Disponível em: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922009000100006>.

MANNO, M. C. *et al.* Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p.471-477, abr. 2006. Fap UNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982006000200019>>.

MANNO, M.C. *et al.* Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p.1963-1970, dez. 2005. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982005000600021>>.

MONTES, José Carlos *et al.* Aspects of sexual precocity and morphometry of uterus, placenta and embryos/fetuses in Piau breed and Commercial line gilts. **Theriogenology**, [s.l.], v. 105, p.75-83, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.09.007>

PEARCE, S. C. *et al.* The effects of heat stress and plane of nutrition on metabolism in growing pigs1. **Journal Of Animal Science**, v. 91, n. 5, p.2108-2118, 1 maio 2013. Oxford University Press (OUP). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2527/jas.2012-5738>>.

RAUW, W. M. Immune response from a resource allocation perspective. **Frontiers In Genetics**, v. 3, p.1-14, 2012. Frontiers Media SA. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3389/fgene.2012.00267>>.

RENAUDEAU, D. *et al.* Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. **Animal**, v. 6, n. 05, p.707-728, 8 dez. 2011. Cambridge University Press (CUP). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/s1751731111002448>>.

RENAUDEAU, D. *et al.* Effect of temperature level on thermal acclimation in Large White growing pigs. **Animal**, [s.l.], v. 2, n. 11, p.1619-1626, nov. 2008. Cambridge University Press (CUP). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/s1751731108002814>>.

RENAUDEAU, D. *et al.* Effect of temperature on thermal acclimation in growing pigs estimated using a nonlinear function1. **Journal Of Animal Science**, v. 88, n. 11, p.3715-3724, 1 nov. 2010. Oxford University Press (OUP). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2527/jas.2009-2169>>.

RENAUDEAU, D.; GOURDINE, J. L.; ST-PIERRE, N. R. A meta-analysis of the effects of high ambient temperature on growth performance of growing-finishing pigs. **Journal Of Animal Science**, v. 89, n. 7, p.2220-2230, 1 jul. 2011. Oxford University Press (OUP). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2527/jas.2010-3329>>.

RENAUDEAU, D.; HUC, E.; NOBLET, J. Acclimation to high ambient temperature in Large White and Caribbean Creole growing pigs1. **Journal Of Animal Science**, v. 85, n. 3, p.779-790, 1 mar. 2007. Oxford University Press (OUP). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2527/jas.2006-430>>.

RENAUDEAU, D.; LECLERCQ, S. M.; HERIN, M. Differences in skin characteristics in European (Large White) and Caribbean (Creole) growing pigs with reference to thermoregulation. **Animal Research**, v. 55, n. 3, p.209-217, maio 2006. EDP Sciences. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1051/animres:2006012>>.

RENAUDEAU, D. *et al.* Atténuer les effets de la chaleur sur les performances des porcs : la voie génétique. **Inra Prod. Anim.** v.17, n.2, p.93-108, 2004.

RHOADS, R. P.; BAUMGARD, L. H.; SUAGEE, J. K. 2011 AND 2012 EARLY CAREERS ACHIEVEMENT AWARDS: Metabolic priorities during heat stress with an emphasis on skeletal muscle1,2. **Journal Of Animal Science**, v. 91, n. 6, p.2492-2503, 1 jun. 2013. Oxford University Press (OUP). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2527/jas.2012-6120>>.

ROSTAGNO, H.S. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: Composição de alimentos e exigências nutricionais. 4ª.ed. Viçosa: UFV. 2017.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA L. C. Produção de suínos- Tipo carne. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Pró- Reitoria de Extensão – Programa institucional de Extensão. Boletim Técnico – PIE – UFES: 00507 – Editado: 25.05.2007.

SILVA, J. E. Thermogenic Mechanisms and Their Hormonal Regulation. **Physiological Reviews**, v. 86, n. 2, p.435-464, abr. 2006. American Physiological Society. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1152/physrev.00009.2005>>.

SOLLERO, B.P. **Diversidade Genética das Raças Naturalizadas de Suínos no Brasil por meio de Marcadores Microssatélites**. 2006. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)-Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília 2006.

SOUSA JUNIOR, A. A. O. **Proteína bruta em dietas para suínos machos castrados e fêmeas da raça Piau, nas fases inicial, de crescimento e de terminação**. 2013. 74 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/1830/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

SPIERS, D.E. **Physiological basics of temperature regulation in domestic animals**, In: Environmental Physiology of Livestock. Wiley-Blackwell Publications, Oxford, United Kingdom, p. 17-33, 2012.

TONIOLLI, R. *et al.* Influence of heat stress on the reproduction and production of male pigs. **Ciência animal**, v. 24, n. 2, p. 28-40, 2014. Disponível em: <http://www.uece.br/cienciaanimal/dmdocuments/artigo4_2014_2.pdf>.