



# Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 17, Nº 01, jan/fev de 2020

ISSN: 1983-9006

[www.nutritime.com.br](http://www.nutritime.com.br)

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

## RESUMO

O estresse calórico exerce efeitos diretos e indiretos na produção animal em todas as fases, acarretando em redução na produtividade com consequentes prejuízos econômicos. O estresse por calor também tem influência negativa no desempenho reprodutivo destes animais. Dessa forma, torna-se indispensável o conhecimento das respostas fisiológicas e comportamentais das matrizes suínas submetidas ao estresse calórico, para a adoção de estratégias nutricionais, de manejo e ambiência que sejam capazes de minimizar os efeitos prejudiciais da temperatura ambiental elevada sobre o bem-estar e a eficiência produtiva e reprodutiva das fêmeas suínas. A presente revisão destaca os efeitos das altas temperaturas no desempenho produtivo e reprodutivo destes animais.

**Palavras-chave:** desempenho, reprodução, calor, suínos.

## Efeitos das altas temperaturas no desempenho produtivo e reprodutivo de fêmeas suínas

Desempenho, reprodução, calor, suínos.

Jessica Mansur Siqueira Furtado<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Doutora em Zootecnia – Universidade Federal de Viçosa – UFV. E-mail: [jessicasiq@gmail.com](mailto:jessicasiq@gmail.com).

## EFFECTS OF HIGH TEMPERATURES ON THE PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF SOWS

### ABSTRACT

Heat stress has direct and indirect effects in all phases of animal production, with reduction of productivity with consequent economic losses. Heat stress also has a negative influence on the reproductive performance of these animals. Thus, it is essential to know the physiological and behavioral responses of sows submitted to heat stress for the adoption of nutritional, management and ambience strategies that are able to minimize the negative effects of high environmental temperature on the animal welfare and the productive and reproductive efficiency of sows. The present review highlights the effects of high temperatures on the productive and reproductive performance of these animals.

**Keyword:** performance, reproduction, heat, swines.

## INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios da suinocultura está relacionado à exploração do máximo potencial genético do animal, tanto no aspecto produtivo quanto reprodutivo. A busca da máxima eficiência, durante muitos anos, esteve voltada para o atendimento das necessidades de sanidade, manejo e nutrição. Porém, os avanços obtidos nestas áreas têm sido limitados pelos fatores ambientais, principalmente pelo ambiente térmico no qual os animais são submetidos.

Fatores ambientais externos e o microclima dentro das instalações exercem efeitos diretos e indiretos na produção animal em todas as fases de produção, acarretando redução na produtividade com consequentes prejuízos econômicos. As instalações zootécnicas devem ser projetadas para minimizar a influência dos fatores climáticos externos, principalmente da temperatura ambiente, que leva ao desconforto térmico. As variações ambientais podem ser controladas por diferentes materiais de construção, dimensionamento dos espaços físicos disponíveis, densidade e sistemas de ventilação e refrigeração. É importante também, o conhecimento das respostas ou adaptações fisiológicas dos animais relacionados ao ambiente térmico que nos permite a tomada de medidas e alterações no manejo e da nutrição, além das instalações e equipamentos, objetivando a maior eficiência da atividade.

As principais companhias produtoras de genética suína disponibilizam animais provenientes de programas de melhoramento genético desenvolvidos na América do Norte e na Europa, geralmente sob condições de climas temperado e subtropical, com controle otimizado do ambiente térmico, sem propiciar uma resposta clara da adaptação desses animais ao clima tropical. Diante das dificuldades de aclimação destes animais nos trópicos, a busca imediata de alternativas que viabilizem a criação permitindo a expressão do potencial genético e o bem-estar dos animais, torna-se imprescindíveis para estas regiões.

O Brasil apresenta uma enorme área territorial e clima diversificado entre as regiões. Em grande parte do país, observa-se temperatura do ar elevada associada à umidade relativa do ar também alta du-

rante maior parte do ano. A exposição contínua de fêmeas suínas a este tipo de ambiente térmico pode afetar a produção de leite durante o período de lactação na maternidade, e o comportamento estral, que ocasionam redução na taxa de concepção e aumento da mortalidade embrionária (RENAUDEAU et al., 2003).

## HOMEOTERMIA E REGULAÇÃO DA TEMPERATURA CORPORAL

Os animais homeotérmicos mantêm a temperatura corporal dentro de certos limites relativamente estreitos, mesmo com a variação da temperatura ambiental. Para os animais homeotérmicos manterem a temperatura corporal relativamente constante, eles necessitam, através de variações fisiológicas, comportamentais e metabólicas, produzir calor (para aumentar a temperatura corporal quando a temperatura diminui) ou perder calor para o meio (diminuir a temperatura corporal no estresse calórico).

O estado em que o animal encontra o equilíbrio, ou seja, em que não há nenhuma sensação de frio ou de calor, chama-se de zona de conforto térmico ou zona termoneutra. Quando a temperatura ambiente ultrapassa o limite superior da zona de conforto, o sistema termorregulador é ativado para manter o equilíbrio térmico entre o animal e o ambiente, o que representa um esforço extra e, conseqüentemente, mudanças na produtividade. Além do mais, suínos mantidos em ambientes termoneutros tendem a expressar seu potencial genético máximo. No entanto, quando expostos ao estresse térmico, o consumo de ração, ganho de peso e a eficiência alimentar são reduzidos.

Os animais homeotérmicos, em função da raça, nível de produção, estágio fisiológico e plano nutricional, apresentam uma faixa de temperatura ambiente na qual se encontram em conforto térmico, denominada zona de termoneutralidade. Na zona de termoneutralidade, o sistema termorregulador não é acionado, seja para capturar ou dissipar calor. Assim, o gasto de energia para manutenção é mínimo, resultando em máxima eficiência produtiva. Os limites da zona de termoneutralidade são: a temperatura crítica inferior (TCI) e a temperatura crítica superior (TCS). Abaixo da TCI, o animal entra em estresse pelo frio, e acima da TCS, em estresse pelo calor.

O suíno adulto é um animal que tem dificuldade em perder calor para o ambiente, sendo então, muito sensível às temperaturas elevadas (CAVALCANTI, 1998). Nessa espécie, as perdas de calor se dão por meios sensíveis de condução, radiação e convecção e por meio latente de evaporação da água, que pode ocorrer pelo sistema respiratório (DESHAZER et al., 2009). Os mecanismos regulatórios são acionados de acordo com a temperatura ambiente.

A perda de calor pela respiração é determinada pela diferença da pressão de vapor e da temperatura do ar expirado e inspirado (DESHAZER et al., 2009). Quando altas temperaturas estão associadas à umidade elevada, ocorre limitação nos mecanismos termorreguladores evaporativos (NÄÄS, 2000). Assim, a forma latente de perda de calor (evaporação), é inversamente proporcional ao teor de umidade, ou seja, quanto maior esta variável, mais comprometida estará a perda de calor por evaporação (SANTOS et al., 2006).

A temperatura do ar e a umidade são consideradas os principais elementos climáticos responsáveis pelo incremento calórico à temperatura corporal dos animais (SHORODE et al., 1960). Quando o animal não consegue dissipar o calor excedente por meio de mecanismos sensíveis e latentes, a temperatura retal é elevada acima dos valores fisiológicos normais, demonstrando que o suíno está sob condições de estresse, que é um dos fatores responsáveis pela baixa produtividade animal nos trópicos (SANTOS et al., 2006).

Um estudo desenvolvido em câmara climática mostrou que fêmeas suínas respondem imediatamente ao estresse por calor aumentando a temperatura retal, da pele e das glândulas mamárias, além de aumentar a frequência respiratória a fim de tentar aumentar a perda de calor por evaporação (RENAUDEAU et al., 2001). Porém, segundo SPENCER et al. (2003), quando os animais são expostos ao calor por um período de tempo prolongado, estes apresentam ajustes fisiológicos sugestivos de um processo de aclimação.

À medida que a temperatura ambiente aumenta o suíno de forma geral, responde fisiologicamente a essa mudança, na tentativa de manter sua temperatura corporal dentro de uma faixa ótima.

Quando expostos ao calor, ocorre ajustes circulatórios que promovem a vasodilatação periférica, elevando a temperatura da pele e dessa forma, favorecendo a perda de calor de forma sensível para o meio ambiente (BARROS et al., 2010). Com essa vasodilatação periférica, ocorre a diminuição de fluxo de fluidos e nutrientes para as glândulas mamárias, desta forma, os nutrientes carregados não são suficientes para promover a síntese normal do leite (BLACK et al., 1993). Avaliando o fluxo de sangue nas glândulas mamárias, Renaudeau et al. (2003) observaram uma menor circulação sanguínea para a produção de 1kg de leite nas fêmeas suínas submetidas a altas temperaturas (28 °C) do que naquelas submetidas a temperaturas mais amenas (20 °C). Estes resultados demonstraram que há um aumento do sangue circulante nos capilares da região para dissipar o calor, e, como o sangue está diretamente relacionado com a secreção láctea, este pode ser um possível mecanismo de redução na produção de leite em matrizes suínas.

Segundo Quiniou & Noblet (1999), a perda de calor por evaporação em suínos criados em baias individuais depende unicamente da frequência respiratória, devido ao fato desses animais não terem como chafurdarem e, portanto, estarem geralmente com a pele muito seca. Sainbury (1972) cita que em animais criados em grupo em ambientes com temperatura dentro da zona de termoneutralidade, 15% das perdas de calor dos suínos são por meio de condução, 40% por radiação, 35% por convecção e 10% por evaporação. Quando a temperatura ambiental está acima de 30 °C predominam as perdas por processos evaporativos (SORESEN, 1964).

Outro fator a ser considerado diz respeito às alterações comportamentais das matrizes, sendo comum observar uma menor frequência e intervalo entre amamentações diárias em matrizes mantidas sob estresse calórico, o que se reflete sobre a produção de leite (RENAUDEAU & NOBLET, 2001). Uma modificação na postura das matrizes que permanecem mais tempo deitadas (min/dia), permite um aumento de 6% na circulação sanguínea das tetas (RENAUDEAU et al., 2002), podendo estar relacionada com a redistribuição de sangue para

os capilares da pele, no sentido de incrementar a transferência de calor para o meio ambiente através do processo de condução, dificultando a síntese de leite (RENAUDEAU et al., 2003). Além do mais, a permanência por mais tempo nesta posição reduz a atividade do animal no comedouro, podendo este mecanismo ser utilizado para redução na produção de leite em matrizes sob estresse calórico.

### **CONFORTO TÉRMICO DE MATRIZES SUÍNAS**

Por muito tempo, a máxima eficiência na produção animal foi buscada no atendimento das necessidades de manejo, genética, sanidade e nutrição. Porém, os avanços nessas áreas têm sido limitados por fatores ambientais, principalmente pelo ambiente térmico em que os animais são criados (HANNAS, 1999).

Para que se obtenha o conforto térmico dentro de uma instalação, é necessário que o balanço térmico seja nulo. Neste sentido, o calor produzido pelo organismo animal somado ao calor ganho do ambiente deve ser igual ao calor perdido por meio de radiação, convecção, condução e evaporação (ESMAY, 1982).

Segundo Brown-Brandl et al. (2001), suínos com alta deposição de proteína produzem um calor adicional, que aumenta a dificuldade para a manutenção da homeotermia em ambientes com temperatura do ar elevada. Essa dificuldade faz com que as novas linhagens sejam mais susceptíveis ao estresse por calor. Nas últimas décadas, a porcentagem de produção de calor nos suínos se elevou em torno de 15%, devido ao aumento da quantidade de carne magra nas novas linhagens.

A zona de conforto térmico dos suínos depende de vários fatores (NUNES, 2012). Alguns estão ligados ao animal, como peso, idade, estado fisiológico, alimentação e genética. Outros estão ligados ao ambiente, como a temperatura, velocidade do ar, umidade relativa, energia radiante, tipo de piso, entre outros. Devido a esses diversos fatores, existem grandes diferenças na literatura em relação às faixas de temperaturas ideais e os limites de temperatura crítica inferior e superior para as diferentes categorias de suínos (HANNAS, 1999).

A zona de conforto térmico para porcas se encontra

entre 18 e 21 °C e a umidade relativa, em torno de 50 a 70% (MOURA, 1999). Temperaturas acima dessa faixa têm sido associadas a falhas reprodutivas e perdas econômicas na produção. Segundo NÄÄS (2000), o limite crítico de temperatura máxima para porcas está em torno de 24 °C, enquanto a umidade relativa esteja entre 70 e 80%.

### **EFEITOS DO ESTRESSE POR CALOR NO DESEMPENHO PRODUTIVO**

Nas duas últimas décadas, a seleção para alta prolificidade, intensificada nos programas de melhoramento genético das empresas fornecedoras de animais de reposição, induziu, indiretamente, o incremento na produção de leite das matrizes suínas (EISSEN et al., 2000). Todavia, em condições ambientais de termoneutralidade, a produção de leite depende da interação dos fatores relacionados com a ordem de parição (EISSEN et al., 2000), estágio de lactação, tamanho de leitegada, nutrição e status metabólico da fêmea (KIM et al., 2001) e peso corporal dos leitões (KING et al., 1997).

O consumo de ração pelas porcas durante o período de lactação pode ser insuficiente para satisfazer as exigências para a produção de leite. Além disso, diversos fatores ambientais podem reduzir esse consumo (GOURDINE et al., 2006). Em regiões tropicais, a temperatura pode ser o principal fator ambiental envolvido na redução do consumo (QUINIOU & NOBLET, 1999). Essa redução ocorre frequentemente, quando a temperatura ambiental excede a zona de termoneutralidade, a qual pode variar entre 15 e 20°C (BLACK et al., 1993; DE BRAGANÇA, et al., 1998). Assim, as porcas no verão quase sempre se encontram estressadas pelo calor, havendo, portanto, redução no consumo da dieta. Segundo Renaudeau et al. (2001), esse ajuste no consumo ocorre como tentativa de o organismo reduzir a produção de calor proveniente do seu metabolismo.

Renaudeau & Noblet (2001) observaram que quando fêmeas suínas foram mantidas em ambientes com temperatura elevada (29 °C), houve um declínio de até 30% na produção de leite, em relação àquelas criadas sob condições de conforto térmico (20 °C). A queda na produção de leite foi associada ao menor consumo alimentar das matrizes (RENAUDEAU et al., 2003).

Além da seleção genética, altas temperaturas é um dos fatores que influenciam o consumo voluntário de ração de porcas em lactação (O'GRADY et al., 1985). No verão, matrizes em período de lactação são frequentemente expostas a altas temperaturas e com isso, ocorre uma redução no consumo de ração (BLACK et al., 1993; QUINIOU & NOBLET, 1999).

Experimentos desenvolvidos em câmaras climáticas revelaram que matrizes suínas respondem imediatamente ao estresse por calor através da redução do consumo voluntário de ração e consequentemente redução da ingestão de energia, sendo observada uma queda de até 35% do consumo quando a temperatura ambiente aumentou de 20 para 32 °C (BARB et al., 1991). Dessa mesma forma, DE BRAGANÇA et al. (1998) observaram em porcas primíparas em lactação uma redução de 43% do consumo voluntário de ração quando submetidas a 30 °C em relação àquelas mantidas sob 20 °C de temperatura ambiente.

Apesar das fêmeas primíparas serem mais sensíveis ao estresse térmico por já apresentarem um reduzido consumo alimentar voluntário (MARTINS et al., 2006), os efeitos negativos sobre esta variável também são observados em fêmeas múltiparas, sendo encontradas reduções de 12,11 (RENAUDEAU et al., 2001) e 12,69 kcal de energia digestível por dia (QUINIOU & NOBLET, 1999) quando a temperatura ambiental excede aos 18 °C.

Nas regiões mais quentes, como nos trópicos, é de se esperar que as fêmeas já estejam mais adaptadas às oscilações da temperatura ambiente e concentrem suas atividades de ingestão alimentar nas horas mais frias do dia (MARTINS et al., 2006), não havendo um declínio tão brusco no consumo alimentar conforme visto nos experimentos citados acima.

Os efeitos negativos do estresse calórico sobre o consumo alimentar voluntário se refletem em alterações da condição corporal da matriz, sendo comum observar uma maior perda de peso corporal (DE BRAGANÇA et al., 1998; QUINIOU & NOBLET, 1999; RENAUDEAU et al., 2001) em relação àquelas matrizes mantidas em ambientes com temperaturas mais próximas de sua zona de conforto.

Neste sentido, pelo fato de disponibilizarem menos gordura corporal, a perda de tecidos é particularmente preocupante para as fêmeas de genótipos desenvolvidos para o crescimento de tecidos magros, que se utiliza de tecidos proteicos corporais para atender a intensa produção de leite, principalmente após atingir o pico de lactação (MARTINS, 2004).

Em relação à espessura de toucinho, observa-se que a perda durante a lactação é mais acentuada em matrizes expostas a altas temperaturas, sendo detectados valores de 1,9 mm (DE BRAGANÇA et al., 1999) a 2,2 mm (SPENCER et al., 2003) a menos ao desmame, em relação àquelas fêmeas mantidas sob conforto térmico.

Porcas em condições de termonutralidade alimentadas à vontade apresentam um padrão de procura de alimento bem característico, com dois picos principais ocorrendo um pela manhã e outro no final da tarde (DOURMAD, 1993). Sob calor intenso e constante, a redução no consumo alimentar foi associada com alterações comportamentais, sendo observada uma diminuição no tamanho das refeições diárias (min/dia) e no tempo de ingestão (min/dia), principalmente durante as refeições realizadas no período noturno, quando as fêmeas ficam menos ativas. Independente do período do dia foi observado uma maior relação entre o consumo de água: alimento (L/dia) e uma permanência proporcionalmente menor das matrizes em atividades em pé (min/dia) em matrizes (QUINIOU et al., 2000b).

Porém, quando há uma oscilação diária na temperatura ambiente, as matrizes ajustam seu metabolismo, de modo a concentrar suas atividades ingestivas nos horários mais frios do dia, principalmente no início da manhã, minimizando os efeitos deletérios da alta temperatura ambiental e do incremento calórico corporal sobre o consumo alimentar (RENAUDEAU et al., 2003).

Considerando que as fêmeas jovens de primeiro e segundo parto ainda estão sujeitas a uma alta taxa de crescimento, a elevação da temperatura ambiental durante a lactação, limitará, consideravelmente, o desempenho reprodutivo destas

fêmeas, e isto resultará em uma baixa produtividade com uma elevada taxa de descarte (PRUNIER et al., 1997).

Assim, o consumo adequado de nutrientes durante a lactação é fundamental para a síntese do leite e a manutenção do potencial reprodutivo subsequente das porcas (SPENCER et al., 2003). Já a ingestão insuficiente de nutrientes pode resultar na mobilização de diferentes tecidos corporais, aumentando o intervalo desmame/cio e, conseqüentemente, os dias não produtivos das porcas.

Podem ser observados também efeitos negativos das altas temperaturas na produção de leite e ganho de peso dos leitões. Uma redução do crescimento médio dos leitões em amamentação foi verificada quando as porcas foram mantidas em maternidades com temperatura ambiental acima de 29 °C (DE BRAGANÇA et al., 1998; QUINIOU & NOBLET, 1999; RENAUDEAU et al., 2003). Como o ganho de peso dos leitões neste período é indicativo da produção de leite, pode-se inferir que altas temperaturas provocam diminuição da produção de leite de porcas em lactação. Além disso, há um forte efeito indireto causado pela redução drástica do consumo de ração, coincidindo com alterações fisiológicas na temperatura retal e na frequência respiratória (QUINIOU & NOBLET, 1999).

Além da produção de leite, podem também ser observadas alterações na composição do leite. Ricalde & Lean (2000) encontraram redução no teor de gordura e aumento de cinzas e lactose do leite de porcas mantidas em condições de estresse por calor (27 a 40 °C) quando comparadas àquelas submetidas a temperaturas mais amenas. Em contrapartida, Prunier et al. (1997) não observaram alterações na gordura do leite de porcas que permaneceram em temperaturas de 27 a 30 °C. De acordo com Renaudeau & Noblet (2001), não há efeitos diretos da temperatura ambiental sobre os principais constituintes do leite, mas pode haver uma tendência de aumento nos teores de matéria seca, cinzas e energia do leite em fêmeas suínas submetidas ao estresse por calor.

Os efeitos do estresse calórico sobre a composição do leite resultam das mudanças observadas na

síntese, absorção e metabolismo dos principais substratos (glicose, triglicerídeos, ácidos graxos voláteis, aminoácidos e lactato) usados para a síntese do leite, em consequência do baixo consumo alimentar e da mobilização de tecidos corporais, e dos quais dependerá necessariamente o grau de variação dos principais constituintes lácteos.

Com relação à taxa de mortalidade dos leitões, Martins (2004) observou aumento de cerca de 10% na morte de leitões por esmagamento nos horários de pico de temperatura elevada. Isso se deve ao fato de as fêmeas ficarem inquietas mudando constantemente de posição e os leitões reduzirem o tempo de uso e frequência de acesso ao abrigo escamoteador, permanecendo em áreas de gaiolas mais próximas das matrizes quando a temperatura ambiente está mais elevada. Portanto, este deve ser um cuidado a ser tomado quando os animais forem submetidos a altas temperaturas na maternidade.

#### **EFEITOS DO ESTRESSE POR CALOR NO DESEMPENHO REPRODUTIVO**

A base para o sucesso na criação dos animais de produção se fundamenta nos conhecimentos em reprodução, nutrição e sanidade. Para obtenção de lucro máximo, o ideal seria que todas as fêmeas e machos tivessem uma taxa reprodutiva de 100%, nenhuma mortalidade de leitões e sem nenhuma doença afetando o rebanho. As variações de temperatura ambiente é o principal fator externo responsável pela infertilidade em fêmeas suínas, representando perdas econômicas durante os períodos mais quentes do ano (PELTONIEMI et al., 2000).

Muitas vezes, os animais são alojados em situações que não propiciam um conforto térmico adequado e, com isso, o potencial reprodutivo ou produtivo desses animais não é expresso na totalidade. Diminuição das taxas de fertilidade e aumento das taxas de retornos ao cio e de abortos e, ainda, aumento da mortalidade embrionária são alguns dos efeitos negativos das altas temperaturas em matrizes em gestação.

O estresse é uma resposta do animal às situações que provocam ansiedade, medo e alterações comportamentais, resultantes de perturbações fisiológicas e metabólicas. Em animais reprodutores,

tais alterações são muito evidentes quando a temperatura do ambiente se torna acima da temperatura de conforto e sua resposta se traduz em problemas patológicos e rendimentos sub-ótimos que muitas vezes passam despercebidos em curto prazo.

Os efeitos da temperatura ambiental na vida reprodutiva dos suínos são mais evidentes do que seu efeito no ganho de peso, podendo afetar a reprodução em várias fases do ciclo reprodutivo (MÜLLER et al., 1982). Estas fases incluem o período desde o desenvolvimento da puberdade até a primeira concepção, tais como atraso no início do período reprodutivo ou condição corporal deficiente no início da vida reprodutiva. Além disso, estes autores observaram também uma redução na taxa de ovulação, diminuição da implantação de embriões no início da gestação, aumento da mortalidade embrionária, diminuição do comportamento sexual e produção de leitegadas fracas ou inviáveis. Segundo Clark et al. (1981), alguns desses efeitos ocorrem diretamente nos órgãos reprodutivos ou via concentração de hormônios, agindo no ciclo estral, no comportamento sexual, na gestação, parto, lactação e intervalo desmame-estros.

Dentre as falhas reprodutivas mais observadas em uma granja, está o retorno ao estros, a pseudo-gestação e abortamento (de origem infecciosa ou não infecciosa). Essas falhas reprodutivas, além de contribuírem com o aumento dos dias não produtivos de um plantel, também contribuem negativamente com o aumento da taxa de descarte das mesmas (FILHA et al., 2006).

O retorno ao estros é um dos grandes desafios na suinocultura e deve ser diagnosticado o quanto antes para evitar grandes prejuízos econômicos. Em cada cio que não há fertilização, são contabilizados dias não produtivos. Este problema possui diversas causas, o que requer uma análise completa da situação das reprodutoras, para assim, identificar corretamente o problema.

Em alguns estudos desenvolvidos em ambiente com temperatura elevada artificialmente, não foi percebida alteração no intervalo desmame-estros (SCHOENHERR et al., 1989; RENAUDEAU et al.,

2001), mas, uma menor proporção de matrizes retornou ao estros, imediatamente, no pós-desmame (PRUNIER et al., 1997; DE BRAGANÇA et al., 1998) aumentando, desta forma, os dias não produtivos do plantel de reprodutores. O efeito calórico sobre o incremento no número de dias para atingir o estros pós-desmame é mais preocupante nas fêmeas primíparas, pelo fato das mesmas terem menos reservas de tecidos corporais, conseqüentemente, disponibilizando menos substratos para o reestabelecimento da atividade reprodutiva (SPENCER et al., 2003).

Os abortamentos contribuem de forma negativa nos índices reprodutivos numa granja, pois com a perda da prenhez, há uma diminuição da taxa de parto, conseqüentemente, reduzindo o número de leitões produzidos ao ano (MELLAGI et al., 2006).

A Tabela 1 apresenta os efeitos da temperatura no desempenho reprodutivo em matrizes.

**Tabela 1** – Efeito da temperatura no desempenho reprodutivo em matrizes suínas

Item	26 – 27 °C	30 °C	33 °C
Número de matrizes	74	80	80
Matrizes em estros	74	78	73
Matrizes em anestros	0	2	7
Número de retorno ao estros	2	8	8
Número de matrizes concebidas	67	67	62
Taxa de concepção (%)	90	85	78

Fonte: Adaptado Serres (1992).

No período de calor, algumas fêmeas apresentam dificuldades em eliminar calor corporal, gerando quadros de hipertermia (BRANDT et al., 1995), o que pode comprometer o desempenho reprodutivo das matrizes. A condição mais crítica ocorre quando o estresse por calor acontece no dia da cobertura ou nos primeiros dias de gestação, ocasionando maior taxa de retorno ao cio, menor taxa de parto, bem como menor tamanho da leitegada (WENTS et al., 2001), devido ao comprometimento da sobrevivência dos conceptos (OMTVEDT et al., 1971). Porém, o efeito das temperaturas ambientais altas sobre a so-

brevivência embrionária não depende só da temperatura em si, mas também da duração do período de calor em que as fêmeas estão submetidas (EINARSSON et al., 1996).

Segundo Bortolozzo et al. (1997), a intensidade e a duração dos períodos de temperaturas elevadas estão associadas à dificuldade de fertilização e podem afetar a fixação e sobrevivência dos conceptos, principalmente na fase inicial da gestação. Ainda segundo estes autores, o estresse por calor pode, também, causar diminuição do fluxo sanguíneo uterino, hipertermia maternal, alteração no metabolismo endócrino da fêmea, maior taxa de retorno ao cio, menor taxa de parição e tamanho de leitegada.

O estresse por calor diminui o desempenho reprodutivo por ter impactos na viabilidade e na mortalidade dos embriões (WILLIAMS, 2009). Em um trabalho realizado por Wildt et al. (1975), porcas submetidas ao estresse por calor (40,2 °C) na fase inicial da gestação, entre 2 a 13 dias, apresentaram maior mortalidade embrionária e menores tamanhos de leitegada que as mantidas em ambiente termoneutro (24 °C).

Alguns autores relatam que temperaturas superiores a 24°C, causam diminuição da fertilidade da fêmea e altas porcentagens de retorno ao cio (WENTZ et al., 1997; LOVE et al., 1995; PELTONIEMI et al., 1999; BORTOLOZZO et al., 1997).

Wentz et al. (2001) constataram que fêmeas suínas que apresentaram hipertermia no dia da inseminação artificial (IA) ou nos primeiros quatro dias após a IA manifestaram maiores taxas de retorno ao estro, menores taxas de prenhez e de parto, menor número de embriões aos 30-35 dias de gestação e menor número de leitões nascidos.

Os mecanismos pelos quais a temperatura ambiental induz distúrbios reprodutivos estão ligados ao consumo alimentar e mudanças endócrinas principalmente.

A redução do consumo alimentar e/ou as perdas de reservas corporais de matrizes submetidas ao estresse por calor durante a lactação, pode alterar o status metabólico do animal, disponibilizando menos substratos para o desenvolvimento normal das funções

reprodutivas (RENAUDEAU et al., 2001).

Pesquisas indicam envolvimento da temperatura ambiental no controle endócrino do desenvolvimento folicular. PELTONIEMI et al. (2000) observaram que em ambientes de altas temperaturas houve uma redução na secreção do hormônio luteinizante (LH) em fêmeas suínas. A ativação do eixo hipotálamo-hipófise adrenais em situações de estresse calórico aumenta a concentração sérica de cortisol, ao mesmo tempo em que inibe o eixo reprodutivo (hipotálamo-hipófise-gônadas), reduzindo a pulsatilidade do GnRH no hipotálamo. Em todos os casos, como a secreção de LH e FSH pela hipófise é regulada de modo positivo pelo GnRH, e nas fêmeas submetidas ao calor a formação dos folículos é seriamente prejudicada.

A elevação da temperatura ambiente altera todo o complexo endócrino responsável pela iniciação e manutenção da lactação, promovendo um desequilíbrio hormonal como consequência da ativação excessiva do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal e/ou pela produção alterada de outros hormônios fora deste eixo regulatório (BLACK et al., 1993). Assim, sob estresse calórico, as matrizes reduzem a atividade da tireoide e, conseqüentemente, as concentrações séricas de triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) provocando uma diminuição na taxa metabólica e, de certa forma, justificando uma menor produção de leite destas fêmeas.

A reprodução na espécie suína é de fundamental importância no desempenho econômico da atividade suinícola. Sabe-se que não bastam apenas bons padrões nutricionais e boas práticas de manejo no plantel, mas também que os índices reprodutivos sejam elevados. Portanto, para a obtenção de bons índices é necessário o monitoramento de todos os fatores que possam influenciar o desempenho reprodutivo (ALVARENGA et al., 2011).

#### **ESTRATÉGIAS PARA ATENUAR OS EFEITOS DO ESTRESSE POR CALOR NO DESEMPENHO DE FÊMEAS SUÍNAS**

A adequação das instalações e o desempenho dos animais frente às variações climáticas é um desafio permanente da suinocultura. As variáveis meteorológicas possuem uma grande influência no

desempenho dos animais, tanto no aspecto reprodutivo como no ganho de peso (CAMPOS et al., 2008). As características das instalações podem minimizar os efeitos do estresse pelo calor em fêmeas. A adaptação das instalações, levando em conta a localização, orientação solar, pé direito, materiais de cobertura, arborização, sombreamento e ventilação natural, irão permitir o acondicionamento térmico natural antes de serem adotados os mecanismos artificiais (CAMPOS et al., 2002).

A permanência das matrizes suínas fora da zona de conforto compromete o desempenho destes animais principalmente no período de lactação, devido à diminuição do consumo voluntário de ração e produção de leite. Práticas como nebulização, ventilação, gotejamento, resfriamento de piso, resfriamento de nuca e uso de processos evaporativos adiabáticos são alternativas para amenizar as perdas produtivas (GAVA et al., 2010). A ingestão insuficiente de nutrientes pode resultar na mobilização de diferentes tecidos corporais, aumentando o intervalo desmame-estro e, conseqüentemente, os dias não produtivos das porcas (HAESE et al., 2010).

Castro et al. (2011) avaliaram o ambiente térmico e o comportamento de matrizes e leitões em celas, confeccionadas com ardósia e alvenaria como alternativa nas construções de maternidade e verificaram que as fêmeas alojadas nas celas em ardósia deitaram com maior frequência, indicando um maior conforto térmico.

Ao estimar as respostas termorreguladores de matrizes em lactação, Martins et al. (2008) observaram um aumento na temperatura retal e frequência respiratória em períodos de pico de calor, demonstrando baixa adaptabilidade destes animais ao estresse por calor. Estes autores também afirmam que essas fêmeas podem ser criadas em ambientes com temperatura acima do conforto térmico, desde que sejam empregadas medidas para minimizar o estresse por calor nas horas mais quentes do dia, principalmente para fêmeas primíparas.

Em estudos mais recentes, Nazareno et al. (2012)

verificaram que o sistema de ar livre permitiu melhor condicionamento térmico ambiental e parâmetros fisiológicos mais adequados em criação de matrizes suínas no período de gestação, quando comparadas às matrizes criadas em confinamento.

Pandorfi et al. (2006) e Pandorfi et al., (2007), Pandorfi et al. (2008) e Silva et al. (2008), estudaram diferentes sistemas de alojamento para matrizes no período de gestação, caracterizando aspectos do ambiente e as variáveis que influenciam o sistema de produção, determinando as condições favoráveis ao melhor desempenho animal. Estes autores verificaram que as matrizes se mostraram menos estressadas e com maior conforto ambiental no confinamento em baias coletivas.

Avaliando o efeito do resfriamento adiabático com utilização de ventilação associada à nebulização controlada no desempenho de porcas gestantes, SOUZA & NÄÄS (2005) observaram que esta prática reduziu o número de leitões mumificados, devido ao maior conforto térmico oferecido às matrizes ao longo da gestação.

A temperatura da água de consumo também tem efeitos no desempenho de matrizes. Jeon et al. (2006) estudaram os efeitos da temperatura da água no desempenho de matrizes e leitões lactentes em condições de estresse por calor e verificaram que o consumo de ração e de água, produção de leite e conseqüente ganho de peso dos leitões, foram superiores quando a temperatura da água fornecida era de 15 °C em comparação com 22°C. A água de bebida funciona como um mecanismo de refrigeração, aumentando em até 0,5 °C a resistência ao calor (NÄÄS, 2000).

Desta forma, o fornecimento de água potável e fresca para a matriz minimiza as perdas ocorridas através da ofegação, disponibilizando uma maior quantidade água para a produção de leite e manutenção das funções orgânicas. Recomenda-se que a temperatura da água seja próxima de 15 °C quando as matrizes tiverem submetidas a uma temperatura ambiente em torno de 25 °C, resultando em aumento do consumo de alimentos (3,82 vs 5,36 kg/dia) e de água (31,21 vs 38,06 L/dia); na produção de leite (5,83 vs 7,12 kg/dia) e no ganho

diário dos leitões (187 vs 214 g/dia/leitão) em relação aos animais que recebem água a 22 °C (JEON et al., 2006).

Outra medida recomendada é umedecer a ração, pois, ao ingeri-la o animal gastará energia para aquecer o alimento contribuindo, assim, para reduzir a temperatura corporal, além do que, o fornecimento de ração umedecida, por si só, aumenta em 5% o consumo alimentar no período de lactação, reduzindo a perda de peso das fêmeas suínas (GENEST & D'ALLAIRE, 1995). Deve-se fracionar a ração aumentando o número de pequenas refeições durante o dia (QUINIOU et al., 2000b), ou ainda, fornecê-la à vontade. Para os períodos quentes do ano, o arraçoamento nos horários mais frios (geralmente à noite) pode ser usado, desde que atenda as expectativas de consumo fisiológico da matriz (MARTINS et al., 2006).

Para atenuar as diferenças no ganho em peso dos leitões e melhorar o desempenho no pré-desmame e pós-desmame, deve-se indicar o fornecimento de ração pré-inicial para os leitões, quando as matrizes forem mantidas sob estresse térmico, sendo incluídos substitutos lácteos nas suas formulações (SPENCER et al., 2003).

Outra estratégia que pode ser utilizada para diminuir o efeito das altas temperaturas no desempenho de matrizes suínas é a modificação da ração. Durante os períodos quentes, as rações fornecidas aos animais devem ser formuladas de forma a reduzir a produção de calor endógeno no processo de digestão e metabolismo do alimento, e ao mesmo tempo, ser palatável e atrativa para assegurar o consumo adequado, principalmente para porcas primíparas, para atender às exigências de manutenção e produção. Uma alternativa usada diz respeito à redução do incremento calórico das dietas através da inclusão em níveis adequados de proteínas, fibras, amido e gorduras. É recomendado reduzir a proteína bruta na dieta com a inclusão de aminoácidos essenciais industriais para manter o balanço adequado destes na dieta de matrizes mantidas em ambientes com altas temperaturas (RENAUDEAU et al., 2001).

A inclusão de gordura animal ou vegetal pode determinar um aproveitamento mais eficiente da dieta

pelas porcas, pois uma menor quantidade de calor é desperdiçada por unidade de energia utilizada, sendo observado um aumento no teor de gordura do leite e conseqüentemente um incremento no potencial de crescimento dos leitões (SCHOERHERR et al., 1989). Como a gordura melhora a palatabilidade e diminui a pulverulência das rações, elas podem induzir um melhor consumo alimentar voluntário pelas matrizes, e indiretamente, favorecer as condições gerais de produção de leite e desempenho reprodutivo subsequente.

Outra medida importante que deve ser levado em consideração é a escolha do genótipo a ser introduzido na granja. Apesar de não haver uma seleção genética voltada para adaptação ao clima tropical, deve-se escolher linhagens selecionadas para uma maior capacidade de consumo alimentar durante a lactação, minimizando os prejuízos causados pela incidência de temperaturas elevadas sobre este parâmetro (EISSEN et al., 2000).

#### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estresse calórico afeta o desempenho produtivo (peso corporal, espessura de toucinho, escore corporal visual e composição de tecidos corporais) e reprodutivo (intervalo desmame-estro e a duração do estro) das matrizes suínas em lactação. São observadas alterações fisiológicas e comportamentais das fêmeas suínas, levando a uma queda na produção de leite e redução no potencial de crescimento dos leitões, o que influencia negativamente a produtividade da granja.

Desta forma, torna-se indispensável em nível dos sistemas de produção de suínos tecnificados, sob condições de clima tropical, a adoção de estratégias no âmbito da nutrição, da ambiência e do manejo que sejam capazes de minimizar os efeitos prejudiciais da temperatura ambiental elevada sobre o bem-estar e a eficiência reprodutiva dos animais, em especial das matrizes primíparas e de suas leitegadas durante o período de lactação.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALVARENGA, A. L. N.; ZANGERONIMO, M. G.; OBERLENDER, G.; SOLIS MURGAS, L. D. S.; Aspectos reprodutivos e estresse na espécie suína. Lavras: Editora UFLA. Boletim Técnico, n.86, p.1-40, 2011.

- BARB, C.R.; ETIENNE, M. J.; KRAELING, R. R.; MARPLE, D. N.; RAMPACEK, G. B.; RAHE, C. H.; SARTIN, J. L. Endocrine changes in sows exposed to elevated ambient temperature during lactation. **Domestic Animal Endocrinology**, v.8, p.117-127, 1991.
- BARROS, P. C.; OLIVEIRA, V. CHAMBÓ, E. D.; SOUZA, L. C. Aspectos práticos da termorregulação em suínos. **Nutritime**, v.7, n.3, 2010.
- BLACK, J. L.; MULLAN, B. P.; LORSCHY, M. L.; GILES, L. R. Lactation in the sow during heat stress. **Livestock Production Science**, v.35, p.153–170, 1993.
- BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I.; BRANDT, G.; NOBRE, JR. A influência da temperatura corporal sobre a eficiência reprodutiva em fêmeas suínas. In: Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos, Foz do Iguaçu, **Anais...** Abraves, p.281-282, 1997.
- BRANDT, G.; WENTS, I.; BORTOLOZZO, F. P. Efeito da temperatura corporal sobre a eficiência reprodutiva da fêmea suína. In: Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos, Blumenau – SC. **Anais...** Concórdia: ABRAVES e EMBRAPA Suínos e Aves, p.129, 1995.
- BROWN-BRANDL, T. M.; EIGENBERG, R. A.; NIENABER, J. A.; KACHMAN, S. D. Thermoregulatory profile of a newer genetic line of pigs. **Livestock Production Science**, v.71, p.253-260, 2001.
- CAMPOS, A. T.; KLOSOWSKI, E. S.; GASPARINO, E.; CAMPOS, A. T. Estudo do potencial de redução da temperatura do ar por meio de sistema de resfriamento adiabático evaporativo na região de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, v.24, n.5, p.1575-1581, 2002.
- CAMPOS, J. A.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; SILVA, J. N.; CARVALHO, C. S.; MAUIRI, A. L. Ambiente térmico e desempenho de suínos em dois modelos de maternidade e creche. **Revista Ceres**, v.55, n.3, p.187-193, 2008.
- CASTRO, J. O.; CAMPOS, A. T.; FERREIRA, R. A.; JÚNIOR, T. Y.; TADEU, H. C. Uso de ardósia na construção de celas de maternidade: l-efeito sobre o ambiente e comportamento de suínos. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.3, p.458-467, 2011.
- CAVALCANTI, S. S. **Suinocultura dinâmica**, Belo Horizonte: Itapuã Editora e Gráfica Ltda, 494p, 1998.
- DE BRAGANÇA, M. M.; MOUNIER, M.; PRUNIER, A. Does feed restriction mimic the effects of increased ambient temperature in lactating sows? **Journal of Animal Science**, v.76, p.2017-2024, 1998.
- DESHAZER, J. A.; HAHN, G. L.; XIN, H. Basic principles of the thermal environment and livestock energetics. In: DESHAZER, J. A. (ed). **Livestock energetic and thermal environmental management**. St. Joseph: ASABE, chap.1, p.1-22, 2009.
- DOURMAD, J.Y. Standing and feeding behavior of the lactating sow. Effect of feeding level during pregnancy. *Appl. Animal Behavior Science*, v.37, p.311-319, 1993.
- EINARSSON, S.; MADEJ, A.; TSUMA, V. The influence of stress on early pregnancy in the pig. **Animal Reproduction Science**, v.42, p.165-172, 1996.
- EISSEN, J. J.; KANIS, E.; KEMP, B. Sows factors affecting voluntary feed intake during lactation. **Livestock Production Science**, v.64, p.147-165, 2000.
- ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. Westport: Avi, 325p, 1982.
- GAVA, D.; HEIM, G.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Cuidados com a fêmea desde o período pré-parto até o desmame. In: BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. *Suinocultura em ação- A fêmea suína em lactação*. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS, p.119-166, 2010.
- GENEST, M.; D'ALLAIRE, S. D. Feeding strategies during the lactation period for first parity sows. **Canadian Journal of Animal Science**, v.75, p.461-467, 1995.
- GOURDINE, J. L.; BIDANEL, J. P.; NOBLET, J. et al. Effects of season and breed on the feeding behavior of multiparous lactating sows in tropical humid climate. **Journal of Animal Science**, v.84, p.469-480, 2006.
- KIM, S. W.; EASTER, R. A.; HURLEY, W. L. The regression of unsuckled mammary glands during lactation in sows: The influence of lactation stage, dietary nutrients, and litter size. **Journal of Animal Science**, v. 79, p.2659-2668, 2001.
- KING, R. H.; MULLAN, B. P.; DUNSHEA, F. R.; DOVE,

- H. The influence of piglet body weight on milk production of sows. **Livestock Production Science**, v.47, p.169-174, 1997.
- HAESE, D.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; KILL, J. L.; SILVA, F. C. O.; SANTOS, F. A.; ABREU, M. L. T. Avaliação de rações de alta densidade nutricional para porcas em lactação no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1503-1508, 2010.
- HANNAS, M. I. Aspectos fisiológicos e a produção de suínos em clima quente. In: SILVA, I. J. O. **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Piracicaba: FEALQ, p.1-33, 1999.
- JEON, J. H.; YEON, S. C.; CHOI, Y. H.; MIN, W.; KIM, S. W.; KIM, P. J.; CHANG, H. H. Effects of chilled drinking water on the performance of lactating sows and their litters during high ambient temperatures under farm conditions. **Livestock Science**, v.105, p.86-93, 2006.
- LOVE, R. J.; KLUPIEC, C.; THORNTON E. J.; EVAN, G. An interaction between feeding rate and season affects fertility of sows. **Animal Reproduction Science**, v.39, p.275-284, 1995.
- MARTINS, T. D. D. Influência de variáveis fisiológicas e comportamentais sobre o desempenho de matrizes suínas híbridas e suas leitegadas na Zona da Mata de Pernambuco. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 176 p, 2004.
- MARTINS, T. D. D.; COSTA, A. N.; SILVA, J. H. V.; LUDKE, J. V.; BRASIL, L. H. A.; VALENÇA, R. M. B.; SOUSA, N. M. Comportamento alimentar de fêmeas suínas em lactação mantidas em ambiente quente. **Arch. Zootec.**, v.55, p.109-112, 2006.
- MARTINS, T. D. D.; COSTA, A. N.; SILVA, J. H. V. Respostas termorreguladoras de matrizes suínas híbridas em lactação, mantidas em ambiente quente. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.3, p.961-968, 2008.
- MOURA, D. J. Ventilação na suinocultura. In: SILVA, I. J. O (Ed.) **Ambiência e qualidade na produção indústria; de suínos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p.149-179, 1999.
- MÜLLER, P. B. Bioclimatologia Aplicada aos Animais Domésticos. 2ª ed. Porto Alegre: Sulina, p.183, 1982.
- NÄÄS, I. A. A **influência do meio ambiente na reprodução de porcas**. In: 5º SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA. Expo Center Norte, São Paulo- SP, 2000.
- NAZARENO, A. C.; SILVA, I. J. O.; NUNES, M. L. A.; CASTRO, A. C.; KÉSIA O. S. MIRANDA, K. O. S.; TRABACHINI, A. Caracterização bioclimática de sistemas ao ar livre e confinado para a criação de matrizes suínas gestantes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.3, p.314-319, 2012.
- NUNES, M. L. A. **Bem-estar de matrizes suínas em gestação: Estimativa da condição de conforto térmico, análise comportamental e produtiva no alojamento coletivo com uso de cama**. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.
- O’GRADY, J. F.; LYNCH, P. B.; KEARNEY, P. A. Voluntary feed intake by lactating sows. **Livestock Production Science**, v.12, p.355–365, 1985.
- OMTVEDT, I. T.; NELSON, R. E.; EDWARDS, R. L.; STEPHENS, D. F.; TURMAN, E. J. Influence of heat stress during early, mid and late pregnancy of gilts. **Journal of Animal Science**, v.32, p.312-317, 1971.
- PANDORFI, H.; DA SILVA, I. J. O.; CARVALHO, J. L.; PIEDADE, S. M. S. Estudo do comportamento bioclimático de matrizes suínas alojadas em baias individuais e coletivas. **Engenharia Rural**, v.17, n.1, p.1-10, 2006.
- PANDORFI, H.; SILVA, I. J. O.; GUISELINI, C.; PIEDADE, S. M. S. Uso da lógica fuzzy na caracterização do ambiente produtivo para matrizes gestantes. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.1, p.83-92, 2007.
- PANDORFI, H.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. S. Conforto térmico para matrizes suínas em fase de gestação, alojadas em baias individuais e coletivas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.3, p.326–332, 2008.
- PELTONIEMI, O. A. T.; LOVE, R. J.; HEINOMEN, M.; TUOVINEM, V.; SALONIEMI, H. Seasonal and management effects on fertility of the sow: a descriptive study. **Animal Reproduction Science**, v.55, p.47-61, 1999.
- PELTONIEMI, O. A. T.; TAST, A.; LOVE, R. J. Factors effecting reproduction in the pig: seasonal

- effects and restricted feeding of the pregnant gilt and sow. **Animal Reproduction Science**, v.60, p.173-184, 2000.
- PRUNIER, A.; DE BRAGANÇA, M. M.; LE DIVIDICH, J. Influence of high ambient temperature on lactational performance of sows. **Livestock Production Science**, v.52, p.123-133, 1997.
- QUINIOU, N.; NOBLET, J. Influence of high ambient temperatures on performance of multiparous lactating sows. **Journal of Animal Science**, v.77, p.2124-2134, 1999.
- QUINIOU, N.; RENAUDEAU, D.; DUBOIS, S.; NOBLET, J. Influence of high ambient temperatures on food intake and feeding behavior of multiparous lactating sows. **Animal Science**, v.70, p.471- 479, 2000.
- RENAUDEAU, D.; NOBLET, J. Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on sow milk production and performance of piglets. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1540-1548, 2001.
- RENAUDEAU, D.; LEBRETON, Y.; NOBLET, J.; DOURMAD, J. Y. Measurement of blood flow through the mammary gland in lactating sows: Methodological aspects. **Journal of Animal Science**, v.80, p.196- 201, 2002.
- RENAUDEAU, D.; NOBLET, J.; DOURMAD, J. Y. Effect of ambient temperature on mammary gland metabolism in lactating sows. **Journal of Animal Science**, v.81, p.217-231, 2003.
- RICALDE, R. H. S.; LEAN, I. J. The effect of tropical ambient temperature on productive performance and grazing behavior of sows kept in outdoor system. **Livestock Research for Rural Development**, n. 12, 2000.
- SAINBURY, D. W. B. Climatic environment and pig performance. In: COLE, D. J. A. (Ed). **Pig Production**. London: Butterworths, p.91-105, 1972.
- SANTOS, J. R. S.; SOUZA, B. B.; SOUZA, W. H.; CEZAR, M. F.; TAVARES, G. P. Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.5, p.995-1001, 2006.
- SERRES, H. Influence of tropical climate on pig behavior. In: SERRES, H. **Manual of pig production in tropics**. p. 26-34, CAB International, Oxon, United Kingdom, 2002.
- SILVA, I. J. O.; PANDORFI, H.; PIEDADE, S. M. S. Influência do sistema de alojamento no comportamento e bem-estar de matrizes suínas em gestação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.348-357, 2008.
- SHORODE, R. R.; QUAZI, F. R.; RUPEL, I. W. Variation in rectal temperature, respiration rate, and pulse rate of cattle as related to variation in four environmental variables. **Journal of Dairy Science**, v.43, n.9, p.1235-1244, 1960.
- SORENSEN, P. H. Influencia del ambiente climatic en la production del cerdo. In: Morgan, J. T. **Nutricion de Aves y Cerdos**. Zaragoza: Acribia, p.97-116, 1964.
- SOUZA, P.; NÄÄS, I. A. Uso de acondicionamento ambiental para matrizes suínas em gestação. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.42, n.3, p.216-221, 2005.
- SPENCER, J. D.; BOYD, R. D.; CABRERA, R. Early weaning to reduce tissue mobilization in lactating sows and milk supplementation to enhance pigs weaning weight during extreme heat stress. **Journal of Animal Science**, v.81, n.8, p.2041-2052, 2003.
- WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P.; BRANDT, G.; HECK, A.; BENNEMANN, P. E.; GUIDONI, A. L.; UEMOTO, D. A. A hipertermia durante o estro pode afetar o desempenho reprodutivo de fêmeas suínas. **Ciência Rural**, v.31, n.4, p.651-656, 2001.
- WILDT, D. E.; RIEGLE, G. D.; DUKELOW, W. R. Physiological temperature response and embryonic mortality in stressed swine. **American Journal of Physiology**, v.229, p.1471-1475, 1975.
- WILLIAMS, A. M. **Effects of heat stress on reproduction and productivity of primiparous sows and their piglets performance**. Tese – University of Missouri, Columbia, 2009.