

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

CAROLINA JULIANA BARROS MARQUEZ

Efeito da temperatura ambiente no dia da inseminação sobre índices reprodutivos de matriz  
suína em região tropical

Uberlândia

2020

CAROLINA JULIANA BARROS MARQUEZ

Efeito da temperatura ambiente no dia da inseminação sobre índices reprodutivos de matriz  
suína em região tropical

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de Medicina Veterinária da  
Universidade Federal de Uberlândia como  
requisito parcial para obtenção do título de  
bacharel em Medicina Veterinária

Orientadora: Prof. Dra. Mara Regina Bueno  
de Mattos Nascimento

Uberlândia

2020

CAROLINA JULIANA BARROS MARQUEZ

Efeito da temperatura ambiente no dia da inseminação sobre índices reprodutivos de matriz  
suína em região tropical

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de Medicina Veterinária da  
Universidade Federal de Uberlândia como  
requisito parcial para obtenção do título de  
bacharel em Medicina Veterinária

Uberlândia, 15 de dezembro de 2020.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dra. Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento, FAMEV - UFU/MG

---

Prof. Dra. Ana Luísa Neves Alvarenga Dias, FAMEV - UFU/MG

---

Ms. Amanda Aparecida Brito - Mestre em Ciências Veterinárias

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me concedido a oportunidade de ter mais uma formação e concretizar mais esse sonho.

À minha família e amigos por me apoiarem e estarem presentes em todos os momentos de conquistas e frustrações.

À professora Mara por me receber como orientada, pela paciência e pelos ensinamentos ao longo da jornada. Obrigada pelo crescimento profissional e pessoal, agradeço imensamente o apoio e a confiança.

À professora Ana Luísa pela disponibilização dos dados, pelo apoio e exemplo que contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional.

À Amanda, que me auxiliou tanto na pesquisa quanto nos melhores caminhos a seguir durante sua realização, além de compor a banca examinadora ao final desse trajeto.

Meu agradecimento a todos!

## RESUMO

As alterações climáticas e o desequilíbrio de variáveis térmicas são preocupações importantes e desafiadoras na produção animal. Condições climáticas adversas podem causar redução no desempenho reprodutivo de toda e qualquer espécie, em especial os suínos, particularmente sensíveis quando criados em regiões tropicais. Diante disso, o conhecimento da influência das condições meteorológicas sobre a fisiologia desses animais é fundamental para melhora de sua produção. Sendo assim, a pesquisa se destinou à identificação da temperatura ambiente no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba no período de setembro de 2013 a dezembro de 2018 no dia da inseminação e o estudo do seu efeito sobre determinados índices reprodutivos de matrizes suínas em ambiente tropical. Utilizou-se os dados da estação meteorológica Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para a determinação das temperaturas máxima e mínima no dia da inseminação das matrizes e cálculo da amplitude térmica. O levantamento de dados zootécnicos foi feito através do software S2 da Agriness de uma granja comercial. Finalmente, foi analisada a associação entre a temperatura ambiente e os índices reprodutivos das matrizes. Após o acompanhamento e análise dos dados estatísticos, foi observado que a média da temperatura máxima no dia da inseminação das porcas foi maior no grupo de matrizes prenhas em comparação com o grupo de não prenhas. Com isso, verificou-se que as temperaturas máxima, mínima e amplitude não interferiram na prenhez e parição das porcas.

**Palavras-chave:** Porcas. Ambiente tropical. Temperatura do ar. Desempenho reprodutivo. Prenhez.

## ABSTRACT

Climate change and the imbalance of thermal variables are important and challenging concerns in animal production. Adverse climatic conditions can cause a reduction in the reproductive performance of all species, especially pigs, which are particularly sensitive when raised in tropical regions. Therefore, the knowledge about the influence of meteorological conditions in the physiology of these animals is crucial for the improvement of the production. The research aims to identify the ambient temperature in Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba from september of 2013 to december of 2018 on the day of insemination and to study its effects on certain reproductive indexes of swine matrices in the tropical environment. Data from the meteorological station of the Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) was used to determine the maximum and minimum temperatures on the day of the insemination of the matrices and the thermal amplitude was calculated. The zootechnical data was collected from the Agriness S2 software from a commercial farm. Finally, the association between the ambient temperature and the reproductive indexes of the swine breeders was analyzed. After monitoring and analyzing the statistical data, it was observed that the average maximum temperature on the day of sows insemination was higher in the group of pregnant sows compared to the group of non-pregnant sows. It was verified that the maximum, minimum temperatures and amplitude did not interfere in the pregnancy and calving of the sows.

**Keywords:** Pig. Tropical environment. Air temperature. Reproductive performance. Pregnancy.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Média (desvio padrão), menor e maior temperaturas máxima (Tmax) e mínima (Tmin) e amplitude no dia da inseminação de porcas de 2<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup> ordem de parto que ficaram prenhas (1) ou não (2) e das que ficaram prenhas as que ficaram prenhas e que pariram (3) e que não pariram (4). 18
- .....
- Tabela 2 - Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais (temperaturas máxima (Tmax) e mínima (Tmin) e amplitude (Ampl) e variáveis de desempenho de matrizes suínas de 2<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup> ordem de parto (dias de gestação (DGest); número de nascidos vivos (NASV, de natimortos (Nati); de mortes ao nascimento (MORT N); de mumificados (Mum); massa corporal da leitegada (Massa corporal Leit) e massa corporal média do leitão (MCM L). 19
- .....

## SUMÁRIO

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2</b>   | <b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2.1</b> | <b>Conforto térmico como componente do bem-estar animal.....</b>                                   | <b>5</b>  |
| <b>2.2</b> | <b>Zona termoneutra e termorregulação.....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>2.3</b> | <b>Efeitos de estresse por calor na reprodução da matriz suína (fisiológica e bioquímica).....</b> | <b>7</b>  |
| <b>2.4</b> | <b>Infertilidade sazonal.....</b>  | <b>10</b> |
| <b>2.5</b> | <b>Desempenho reprodutivo (número de prenhez, parição e abortos).....</b>                          | <b>13</b> |
| <b>3</b>   | <b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Local e levantamento dos dados meteorológicos.....</b>  | <b>15</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Levantamento de dados de desempenho reprodutivo de matrizes suínas.....</b>                     | <b>15</b> |
| <b>3.3</b> | <b>Análise estatística.....</b>  | <b>16</b> |
| <b>4</b>   | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>   | <b>17</b> |
| <b>5</b>   | <b>CONCLUSÃO.....</b>  | <b>20</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>21</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Os suínos exigem uma faixa de temperatura ambiente ideal para estarem sob conforto térmico, chamada de zona de termoneutralidade. Na zona termoneutra, o equilíbrio entre produção e dissipação de calor é realizado com menor gasto energético, fazendo com que o animal esteja em melhor bem-estar. Essa faixa é determinada pela temperatura crítica inferior (TCI) e temperatura crítica superior (TCS). No ambiente tropical, a fêmea suína pode estar sob efeito de estresse por calor quando a temperatura ambiente for maior que a temperatura crítica superior, o que em países temperados, assim como nos tropicais, ocorre principalmente no verão, quando serão mais suscetíveis a problemas produtivos e reprodutivos (DE RENSIS; ZIECIK; KIRKWOOD, 2017).

Muito tem sido discutido a respeito do bem-estar animal e a necessidade de implementação de técnicas de manejo que proporcionem maior conforto aos animais. A demanda pela adequação da produção animal aos parâmetros de bem-estar está crescendo cada dia mais e o suinocultor não pode estar descompassado dos demais produtores, especialmente em relação às exigências dos consumidores. Para Bertoldo et al. (2012), dentro desse contexto, observa-se que a tensão causada pelo estresse por calor pode alterar várias funções fisiológicas e metabólicas, como crescimento, produção e reprodução. Dessa forma, o estresse térmico poderá prejudicar o ganho de peso pré-parto, levar à redução dos partos, ao aborto e outros fatores (BERTOLDO et al., 2012).

Devido à maioria dos estudos (AUVIGNE et al., 2010; IIDA; KOKETSU, 2013; IIDA; KOKETSU, 2014) com suínos em relação à infertilidade sazonal e índices reprodutivos ter sido desenvolvida em ambiente temperado, pouco se discute sobre a influência e impacto da temperatura e umidade em relação ao desempenho reprodutivo em ambiente tropical. Com isto, torna-se importante a realização de um estudo aprofundado da hipótese nessas regiões.

Por essas razões, a busca pelo conhecimento da relação entre o ambiente térmico e o desempenho reprodutivo das matrizes suínas em ambiente tropical é uma grande aliada do suinocultor, uma vez que trará dados para que seja possível aprimorar o ambiente dos animais na propriedade, evitar investimentos infrutíferos, o que gerará um impacto significativo nos seus resultados econômicos. Assim, neste estudo objetivou-se avaliar a associação entre o ambiente térmico e o desempenho reprodutivo de matrizes suínas em região tropical.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Conforto térmico como componente do bem-estar animal

É sabido que a demanda por alimentos crescerá nas próximas décadas (BRITT et al., 2018), o que ocorrerá por duas razões principais. A população mundial está em constante crescimento e acredita-se que poderá atingir 10,5 bilhões de pessoas até o ano de 2067 (NAÇÕES UNIDAS, 2017). Além disso, houve aumento da renda *per capita* em todo o mundo e, com isto, maior demanda por produtos alimentares, principalmente de origem animal (BRITT et al., 2018). Os autores Britt et al. (2018) afirmam também que neste mesmo período ocorrerão ainda mais mudanças no clima, gerando impacto na produção agropecuária e na distribuição da população mundial, devido à escassez de recursos.

Com o intuito de integrar as diferentes definições de bem-estar animal: respeito às emoções vivenciadas, funcionamento do organismo e comportamento no ambiente em que se encontra em comparação ao que lhe seria natural, o Conselho de Bem-estar dos Animais de Produção (Farm Animal Welfare Council - FAWC) determinou que o bem-estar de um animal estaria contemplado quando estivessem satisfeitas as cinco liberdades: nutrição e sanidade adequadas, ausência de desconforto físico e térmico, ausência de dor, medo e estresse, além da possibilidade de expressão dos comportamentos típicos da espécie. Assim, é com base na busca pelo atendimento a esses cinco requisitos que foi elaborada a legislação que prevê a observância ao bem-estar e proteção animal (LUDTKE et al., 2014). A falta do bem-estar animal em um sistema produtivo pode ser mais onerosa ao produtor, já que as condições ofertadas aos animais podem afetar negativamente sua produtividade, saúde e longevidade e, principalmente, a qualidade do produto. Assim, mudanças comportamentais e fisiológicas são fortes indicativos da presença ou ausência do bem-estar.

A busca por desenvolvimento e conhecimento dos sistemas de produção agropecuários em ambiente tropical deve ser priorizada. Com isto, conhecer a relação entre ambiente e animais de produção se torna fundamental.

Com o recente e intenso desenvolvimento da suinocultura no Brasil, diversos aspectos da produção têm sido aprimorados em razão dos avanços tecnológicos e do aprofundamento do estudo da espécie. A adaptação ao clima brasileiro é um grande desafio que os produtores enfrentam na realização da atividade.

Portanto, o estudo da espécie é primordial para que haja maior produtividade, maior

eficiência e para que seja feito um manejo adequado, o que influencia diretamente na performance reprodutiva. A atuação do profissional médico veterinário ou zootecnista, bem como a viabilidade da produção em si tornam-se facilitados com a compreensão das necessidades específicas desses animais, que, assim como ou talvez mais que quaisquer outros, precisam de conforto para que atinjam seu máximo potencial.

## **2.2 Zona termoneutra e termorregulação**

Como animais homeotérmicos, os suínos possuem temperatura corporal que varia entre 38,6 °C a 39,3 °C (FIALHO; OST; OLIVEIRA, 2001) e é regulada pelo centro termorregulador no hipotálamo. Segundo os autores Fialho, Ost e Oliveira (2001), as informações dos termorreceptores são enviadas ao hipotálamo desde a pele e outros tecidos que irão, conforme a necessidade e ordenação dessa região, gerar ou dissipar calor.

O estresse sofrido pelos animais pode decorrer de qualquer estímulo pelo ambiente que afete seus sistemas corporais de controle da temperatura, por exemplo. A região Sudeste, durante a maior parte do ano, tem como característica temperatura mais quente, havendo períodos em que se acentua e os animais reagem diminuindo a ingestão alimentar, com o objetivo de diminuir a temperatura corporal (que se elevou em decorrência do ambiente), o que reduz a produtividade (FIALHO, 1994), especialmente no caso das matrizes suínas, objetos do presente estudo.

Segundo Nääs, Tolon e Baracho (2014), em exposição a temperaturas adversas, ficam sob efeito de estresse não apenas pela alteração da temperatura corporal, mas também pela complexidade dos processos dissipadores e geradores de calor, que são processos metabólicos que requerem energia, nos quais a evaporação pelo aparelho respiratório é o mecanismo primário utilizado pelos animais para dissipar o excesso de calor corporal em um ambiente quente. A principal forma de perda de calor nessa espécie é por meio do aumento da taxa respiratória (evaporação), ou seja, do aumento dos movimentos respiratórios, aumentando o volume de ar que passa pelas vias aéreas (NÄÄS; TOLON; BARACHO, 2014).

Há diferentes formas de transferência de calor do animal para o meio, podendo ser elas latentes ou sensíveis (DESHAZER; HAHN; XIN, 2009). Condução, radiação e convecção são formas sensíveis, enquanto evaporação pela pele ou vias respiratórias é latente. Assim, o animal utilizará uma ou mais formas de perder calor para o ambiente, de forma a diminuir sua temperatura corporal e, conseqüentemente, a tensão sofrida com o calor. Em um

ambiente com alta temperatura, as formas de transferência de calor sensíveis são diminuídas e passam a ser ineficientes, momento em que a evaporação, enquanto único meio latente, ocupa a função de maior dissipador de calor (FIALHO; OST; OLIVEIRA, 2001).

A elevação da temperatura e da umidade do ar podem causar queda de desempenho reprodutivo na matriz. A zona termoneutra, faixa de temperatura na qual o animal se encontra em conforto térmico, é limitada pela temperatura crítica inferior e pela temperatura crítica superior (DA SILVA; CAMPOS MAIA, 2013). Abaixo da temperatura crítica inferior e acima da superior, tem-se um ambiente em que há maior exigência de atividade metabólica animal para sua termorregulação e conseqüente adaptação ao meio.

Diante disso, tem-se uma importante conseqüência do estresse por calor sofrido pela espécie: a redução de ingestão de alimentos. Por essa razão, em especial, a eficiência e performance reprodutiva são consideravelmente reduzidas nas matrizes suínas (MYER; BUCKLIN, 2018). Em decorrência da necessidade de dissipar calor, através do menor gasto de energia, esses animais, passam a ingerir menos alimento (REECE, 2008). Segundo Myer e Bucklin (2018), o principal motivo para que isso ocorra é o fato de que se alimentar, absorver nutrientes e digerir os alimentos significa gerar ainda mais calor, o que aumenta a temperatura corporal.

Dessa forma, há perda de peso, o que causa uma série de outras conseqüências, principalmente, a queda da taxa de reprodução, baixa produção de leite, etc (MYER; BUCKLIN, 2018; MUNS et al., 2016). Uma solução possível para amortizar os efeitos negativos ora discutidos é utilizar sistemas de resfriamento artificial. Além disso, aumentar a concentração de nutrientes e densidade energética da dieta pode auxiliar na redução dos prejuízos reprodutivos (MYER; BUCKLIN, 2018).

### **2.3 Efeitos de estresse por calor na reprodução da matriz suína (fisiológica e bioquímica)**

Diversos fatores podem exercer influência sobre um menor desempenho reprodutivo, que está associado principalmente à temperatura, umidade do ar e período de exposição à luz, o que pode interferir diretamente no intervalo entre desmame e estro, redução da taxa de prenhez, redução da taxa de partos, anestro e diminuição do tamanho de leitegada (BERTOLDO et al., 2012; DE RENSIS; ZIECIK; KIRKWOOD, 2017).

O estudo de Bertoldo et al. (2012) traz elementos plausíveis para a discussão a respeito da influência provocada pelo fotoperíodo e o estresse por calor na produção animal

da espécie suína. Ainda de acordo com estes autores, apesar da invariabilidade do fotoperíodo ano a ano, o número de horas de luz solar variou de forma significativa durante a pesquisa, o que exerce influência direta sobre os animais, considerando-se a secreção hormonal estimulada por esse fator. A secreção de LH, por exemplo, é reduzida no período do verão ao outono (BERTOLDO et al., 2012). Apesar de serem necessários aprofundamentos acerca dos dados obtidos pelo estudo, está claro o papel do fotoperíodo e do estresse por calor na contribuição para a piora na fertilidade desses animais.

Pouco se sabe a respeito, mas o desenvolvimento folicular, a produção de progesterona ovariana e a qualidade do oócito são fatores que têm mostrado sua relevância para além da simples regressão do corpo lúteo devida à falta de suprimento de LH, como antigos estudos revelam (BERTOLDO et al., 2012 apud TAST et al. 2002, p. 75). A pesquisa de Bertoldo et al. (2012) afirma que a competência do organismo para um desenvolvimento completo do oócito é gravemente prejudicada durante o período de infertilidade sazonal. A progesterona folicular é reduzida durante os meses de verão, o que está diretamente associado à perda da qualidade do oócito (BERTOLDO et al., 2012). A supressão endócrina tem relação importante com a não progressão da prenhez, além das consequências evidentes dessa supressão, o desenvolvimento pode nem ocorrer, uma vez que a própria implantação do embrião pode ser dificultada (BERTOLDO et al., 2012). Assim, o estresse ambiental e a perda nutricional sofridos pelas matrizes resultam em graves problemas de infertilidade.

Parto e lactação são consideradas as fases mais críticas da produção de suínos (DA SILVEIRA; ZANELLA, 2014). Na maternidade e durante o período pré-parto, o produtor se depara com um desafio constante para assegurar o maior número possível de leitões nascidos vivos e a maior produção de leite pela matriz, o que exige esforços desde a fase de inseminação das porcas.

Temperaturas muito altas não causam apenas redução no desempenho produtivo. Em situações em que sofrem tensão por estresse térmico, o estado imunológico dos suínos fica deprimido, resultando em queda da imunidade e maior propensão às infecções, segundo Nääs, Caldara e Cordeiro (2014). Há uma facilitação na transmissão de doenças gastrintestinais que podem ser evitadas com um simples controle de temperatura e umidade (NÄÄS; CALDARA; CORDEIRO, 2014).

Em um estudo recente focado no comportamento das matrizes em uma granja comercial em Ipameri/GO, identificou-se que nos dias em que a temperatura estava mais alta, as fêmeas apresentavam comportamento mais agitado e agressivo, o que fazia com que fosse necessário ligar aspersores durante o momento de alimentação, para que não houvesse brigas

entre os animais (SILVESTRE, 2020). Ainda segundo Silvestre (2020), o estresse ocorre não apenas pela alteração da temperatura corporal, mas pela complexidade dos processos dissipadores e geradores de calor, que também requerem gasto de energia.

Atualmente, há diferentes sistemas de resfriamento ambiental e práticas de manejo avançadas no sentido de reduzir os efeitos negativos do estresse por calor e outros desconfortos vividos pelos animais de produção. Entretanto, apesar das tecnologias envolvidas, ainda há comprometimento na eficiência produtiva.

As incertezas geradas a respeito do futuro climático mundial tornam a discussão ainda mais urgente, uma vez que a severidade e maior frequência das ondas de calor, além do aumento dos períodos mais quentes do ano levam a preocupações acerca da deficiência na produção desses produtos de origem animal. Isso porque a composição corporal dos leitões nascidos após o período de maior estresse por calor é alterada de forma alarmante, o que prejudica seu metabolismo, além da secreção hormonal (JOHNSON et al. 2015). Conforme estes mesmos autores, o estudo revela aumento no tecido adiposo do neonato, perfil endócrino correspondente a diabetes tipo II, entre outros, acredita-se que isso ocorra devido às mudanças alimentares da mãe durante o período de gestação. Os efeitos sofridos pelos leitões enquanto ainda no útero são extremamente mais representativos na sua composição corporal ao nascimento, o que demonstra a importância de uma gestação mais livre de fatores estressantes quanto possível (JOHNSON et al., 2015).

As matrizes utilizadas em outro estudo foram divididas entre um grupo que foi exposto a estresse por calor e outro mantido na zona de termoneutralidade (HALE et al., 2017). Neste mesmo estudo, avaliaram o tamanho e número de folículos ovarianos, vacuolização e camada granulosa dos oócitos e a presença de marcadores de autofagia ovariana e concluíram que a indução à autofagia ovariana ocorria em resposta ao estresse por calor. Diante disso, foi observado também que há a possibilidade de que os efeitos do estresse por calor possam ser cumulativos quanto ao desempenho reprodutivo, não sendo imediatamente observados (HALE et al., 2017).

Os efeitos do estresse por calor são observados não apenas durante a gestação e não afetam somente a matriz, ao passo que o aumento na sua temperatura tem influência direta na sua produção de leite, bem como na sua capacidade reprodutiva e no organismo dos leitões por ela gerados, além de outros problemas hormonais (HALE et al., 2017). Assim, efeitos econômicos importantes devem ser analisados e considerados pelos produtores e profissionais da área.

Devido à falta de concretude nas explicações a respeito do funcionamento do

organismo animal e os mecanismos que respondem ao que se chama de estresse de forma simplificada, torna-se difícil o trabalho dos profissionais no enfrentamento da resistência dos produtores à compreensão do tema. Contudo, um estudo sobre a suscetibilidade dos animais e tolerância ou não ao calor é primordial para a elaboração de estratégias que melhorem a produção durante o verão.

O estudo realizado por Seibert et al. (2016) buscaram tratar da relação entre a termorregulação da espécie e o estresse térmico. Estes autores verificaram que a habilidade de termorregulação não significa maior produtividade durante o período, no entanto, curiosamente, a capacidade individual de se adaptar melhor a diferentes temperaturas pode ser prevista com base nos parâmetros de termorregulação da espécie. Além disso, demonstrou a importância do genótipo e outros fatores biológicos no que tange à melhor adaptabilidade ao clima (SEIBERT et al., 2016). Trata-se de um quadro complexo de causas que levam determinadas raças e perfis a terem melhor capacidade de termorregulação ou a sofrerem mais os efeitos do estresse térmico (SEIBERT et al., 2016).

#### **2.4 Infertilidade sazonal**

A infertilidade sazonal está geralmente associada aos meses mais quentes do ano, quando há efeito do estresse por calor junto às consequências do aumento do fotoperíodo (BORTOLOZZO, 1997 apud WAN et al., 1994). Para a espécie em foco, a zona de termoneutralidade está entre 12 e 22 °C (BORTOLOZZO, 1997 apud BLOEMHOF et al., 2013, p. 17). Nas épocas mais quentes do ano, a temperatura ambiente pode ultrapassar os 30 °C, o que já é considerado estresse pelo calor, para esses animais (BORTOLOZZO, 1997 apud MCGLONE et al., 1988).

Diferentemente de outros animais homeotérmicos que apresentam uma reprodução altamente estacional, ou seja, períodos de fertilidade e infertilidade acentuada, os suínos não são considerados animais estacionais. No entanto, de acordo com alguns estudos (AUVIGNE et al., 2010; IIDA; KOKETSU, 2014), no verão e no início do outono no hemisfério norte, estes animais apresentam índices reprodutivos inferiores, ou seja, infertilidade sazonal.

Segundo Auvigne et al. (2010), a infertilidade sazonal pode ocorrer independente das temperaturas ambientais anuais e é mais influenciada pelo fotoperíodo. Segundo De Rensis, Ziecik e Kirkwood (2017), as causas para a infertilidade sazonal são variadas, mas em ambiente subtropical e tropical o fator determinante é o estresse térmico.

Em estudo realizado durante cinco anos em quatro regiões da França, 266

propriedades tiveram seus dados documentados (AUVIGNE et al., 2010). Os resultados obtidos pelos pesquisadores confirmaram a infertilidade sazonal, corroborada pela diferença considerável entre as taxas de fertilidade no verão e no inverno, com isto, o interesse econômico do estudo é evidente, uma vez que a cada ano, 25% das fêmeas tiveram sua fertilidade reduzida em, no mínimo, 7% (AUVIGNE et al., 2010).

Segundo os autores Auvigne et al. (2010), os mecanismos envolvidos no número de abortos ocorridos durante a infertilidade sazonal representam uma interação entre o eixo hipotálamo-hipofisário, efeitos sazonais e a necessidade subestimada de controle do ambiente em que as matrizes vivem. Essas interações, embora ainda não completamente esmiuçadas, são de extrema importância e contribuem diretamente para a interrupção precoce da prenhez durante o período de maior incidência de altas temperaturas (AUVIGNE et al., 2010).

Considera-se que ocorre a infertilidade sazonal quando há uma redução nos níveis reprodutivos se manifestando de forma sazonal, ou seja, apenas em alguns períodos em que ocorre mudança de clima, além das variações hormonais e comportamentais, ou seja, fisiológicas (BORTOLOZZO et al., 2011) decorrentes disso. Em países europeus, alguns períodos ou épocas do ano ocasionam infertilidade sazonal (AUVIGNE et al., 2010; IIDA; KOKETSU, 2013), que possui inquestionável relevância em razão da interferência econômica que representa na produção animal.

As mais diversas consequências podem ser geradas pela infertilidade sazonal no que tange ao desempenho reprodutivo animal. No caso das matrizes suínas, atraso na puberdade em leitoas, aumento no intervalo desmame-estro, redução na taxa de partos e redução no tamanho da leitegada (BERTOLDO et al., 2012; DE RENSIS; ZIECIK; KIRKWOOD, 2017). Além disso, como consequência de coberturas realizadas no final do verão e início do outono, é possível observar uma redução no número de matrizes desmamadas que estarão em condições corporais favoráveis a uma próxima cobertura (BORTOLOZZO, 2011 apud MCGLONE et al., 1988).

O hormônio responsável pelo ritmo circadiano, a melatonina, é sintetizada e secretada quando não há luz, sendo inibida na claridade. Assim, havendo mudança no fotoperíodo, ou seja, na duração do dia, esse hormônio sinaliza ao organismo do animal para a secreção de gonadotrofinas, como FSH (hormônio folículo estimulante) e LH (hormônio luteinizante) (BORTOLOZZO, 2011 apud HÄLLI et al., 2008). Além disso, observou-se que, durante o outono, a concentração de progesterona circulante nas fêmeas é menor do que em outras épocas do ano e que fêmeas gestantes possuem uma maior frequência de pulsos de LH durante o inverno que no verão (BORTOLOZZO, 2011 apud WRATHALL et al., 1986). A

concentração reduzida desses dois hormônios pode desencadear a interrupção da gestação o que levou à hipótese de que o fotoperíodo possa ser um dos agentes causadores da infertilidade sazonal (BORTOLOZZO, 2011 apud TAST et al., 2001).

Portanto, segundo Bortolozzo (2011), durante o verão, o estresse por calor e o fotoperíodo alteram o desenvolvimento dos folículos ovarianos e a qualidade do corpo lúteo, bem como dos oócitos e embriões, provocando efeitos deletérios na taxa parto e aumento do número de natimortos. No entanto, além disso, há outros efeitos observados, como puberdade tardia, prolongamento do intervalo entre o desmame e o estro, redução na leitegada, na taxa de prenhez e no anestro (DE RENSIS; ZIECIK; KIRKWOOD, 2017). Para esses autores, há inúmeras causas para a infertilidade, mas as conclusões obtidas na pesquisa revelaram que em altitudes tropicais e subtropicais o principal fator envolvido é, realmente, o estresse por calor. Uma hipótese sugerida para reduzir a infertilidade e minimizar seus efeitos foi o controle de temperatura e umidade nas instalações (DE RENSIS; ZIECIK; KIRKWOOD, 2017).

Pesquisas sobre o assunto podem se revelar contraditórias e até mesmo curiosas. Isso porque foi realizado um estudo epidemiológico com duração de um ano em dez sistemas de produção de suínos, com o intuito de investigar a existência de fatores de risco para explicar variações na produtividade das fêmeas, levando em consideração variáveis expressas de maneira individual (AMARAL et al., 2000). Neste mesmo estudo, após aplicação de um questionário sobre as informações sanitárias, instalações, genética e manejo, foram obtidos dados de 271 fêmeas. No que se refere ao número total de leitões nascidos, considerada pelos pesquisadores a melhor variável representativa do desempenho reprodutivo, as características que melhor distinguiram as fêmeas foram: antecedentes reprodutivos, infecção urinária, temperatura retal no dia da cobrição e até quatro dias após, tempo de cobrição, método de cobrição e soroconversão para parvovírus (AMARAL et al., 2000). Assim, essa pesquisa epidemiológica sugeriu que a possibilidade de melhoria no desempenho reprodutivo dos rebanhos mediante a identificação e correção desses fatores, especialmente mediante seleção de fêmeas com as características mais desejáveis: bons antecedentes reprodutivos (média > 10,8 leitões/parto), não ter hipertermia no dia da cobrição e nos quatro dias subsequentes, entre outros (AMARAL et al., 2000).

Por outro lado, podem não ser observados efeitos positivos com a redução da exposição ao estresse por calor, como foi verificado em um experimento realizado em Ponte Nova/MG, que avaliou um sistema de condicionamento térmico artificial para salas de porcas em gestação (NUNES et al., 2003). Neste estudo, as matrizes comerciais utilizadas foram 95 porcas Cambourough 22, de segundo parto em diante, divididas entre dois

tratamentos. No primeiro, 46 delas foram submetidas nos 35 primeiros dias de gestação a um sistema de condicionamento térmico artificial com o uso de ventiladores e nebulizadores, acionados de acordo com a temperatura do ar, automaticamente. O segundo tratamento imposto às demais porcas, no mesmo período de gestação, foi a não utilização de nenhum sistema de condicionamento térmico artificial. A temperatura ambiente variou entre 22,6 e 23,4 °C nos sistemas com e sem condicionamento, respectivamente. Após esses 35 dias, os dois grupos foram tratados com o mesmo manejo (NUNES et al., 2003). Apesar de ter sido eficiente em reduzir a temperatura do ar em 2 °C, o sistema de condicionamento não foi capaz de reduzi-la ao nível de conforto térmico dos animais (18-20 °C) (NUNES et al., 2003). Não obstante, a elevação da frequência respiratória foi capaz de manter a temperatura retal das porcas, o que reduziu o nível dos efeitos do estresse por calor, tornando desnecessária a utilização do condicionamento, além de não apresentar variação no desempenho reprodutivo quando comparado ao grupo em que estava ausente (NUNES et al., 2003). Portanto, não houve incremento na eficiência reprodutiva com o uso do sistema de condicionamento térmico (NUNES et al., 2003).

## **2.5 Desempenho reprodutivo (número de prenhez, parição e abortos)**

Há diferenças nos efeitos do estresse por calor nos períodos de reprodução em que a matriz se encontra. O estresse por calor no período entre sete dias antes da inseminação até 12 dias após tem um maior impacto no tamanho da leitegada (BLOEMHOF et al., 2013). Além disso, diferentes grupos respondem de maneira diversa a essas condições. Isso pode ser uma possibilidade de seleção genética para tolerância a altas temperaturas.

A taxa de parto em porcas foi 8% maior que a taxa de parto em primíparas, o que ocorreu em decorrência do desenvolvimento incompleto e devido à fase de crescimento em que se encontravam (BLOEMHOF et al., 2013). Uma das razões possíveis para essa diferença é a imaturidade do seu sistema endócrino, em comparação ao das múltiparas, além disso, a concentração da progesterona circulante produzida pelo corpo lúteo nas primíparas é menor que nas múltiparas, o que influencia diretamente na manutenção da prenhez e na sobrevivência do embrião (BLOEMHOF et al., 2013 apud JINDAL et al., 1996; ATHORN et al., 2011). Entre outras diferenças, o número total de leitões nascidos é quase um leitão a mais que nas primíparas (BLOEMHOF et al., 2013).

Segundo Bloemhof et al. (2013), o sofrimento de tensão por estresse no período de

21 a 14 dias antes da primeira inseminação tem um efeito maior sobre a taxa de parto. Por sua vez, o efeito negativo desse estresse observado nos sete dias antes até os doze dias após a inseminação foi mais representativo para o tamanho da leitegada (BLOEMHOF et al., 2013). Portanto, para que se preconize um maior número de partos, deve-se observar a temperatura máxima no 21º dia antes da inseminação e, se o objetivo for uma leitegada maior, a temperatura máxima importa mais no dia da inseminação (BLOEMHOF et al., 2013).

Em outro estudo, também foi reportada a relação entre a redução da leitegada e o estresse por calor, confirmando os dados acima explanados e fortalecendo as afirmações de que o estresse térmico afeta o número de leitões nascidos, bem como torna mais sensível ou não a matriz aos seus efeitos, a depender do período mais crítico com relação ao aumento de temperatura e ao período da gestação (WEGNER et al., 2016).

Trabalho científico de Campos et al. (2008), objetivou a avaliação do ambiente térmico e desempenho de animais alojados em dois modelos clássicos de maternidade utilizados no Brasil, uma delas parcialmente fechada por alvenaria e outra totalmente aberta. O trabalho foi desenvolvido em um sistema produtivo comercial localizado em Zona da Mata, no período de inverno em 2005. Os dados ambientais foram coletados continuamente e o desempenho avaliado em relação ao peso da ração consumida pelos animais para mensuração de seu ganho de peso, também foram avaliados dias de retorno ao cio e tamanho da leitegada (CAMPOS et al., 2008). Observou-se que a amplitude térmica na maternidade fechada por alvenaria foi menor do que na maternidade aberta, mas nenhuma delas foi capaz de proporcionar conforto térmico para as matrizes e somente no período entre 9 e 13 h as temperaturas do ar da maternidade fechada foram estatisticamente diferentes e inferiores à temperatura do ar da maternidade aberta (CAMPOS et al., 2008).

Além disso, também é relatada por Wegner et al. (2016) a ligação entre a ingestão alimentar, o desenvolvimento folicular, o peso ovariano, diâmetro e volume dos folículos. Durante a lactação, quando há maior necessidade energética, o estresse por calor afeta ainda mais os animais (WEGNER et al., 2016 apud RENAUDEAU; NOBLET, 2001). Como na primeira semana de vida, a demanda dos leitões por leite aumenta consideravelmente, se a mãe é exposta a desconforto térmico, produzirá leite insuficiente para a leitegada, o que afetará sua sobrevivência (WEGNER et al., 2016). Portanto, o parâmetro mais indicativo de estresse térmico nesses animais é, além da taxa de parto, o número de leitões desmamados (WEGNER et al., 2016).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local e levantamento dos dados meteorológicos

O estudo foi realizado no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, uma das 12 mesorregiões do estado de Minas Gerais. Os dados diários do ambiente térmico foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sendo eles temperatura máxima (Tmax) e temperatura mínima (Tmin) diária. A amplitude térmica foi calculada pela diferença entre Tmax e Tmin.

#### 3.2 Levantamento de dados de desempenho reprodutivo de matrizes suínas

Os dados reprodutivos foram coletados de setembro 2013 a dezembro de 2018 pelo banco de dados do software S2 da Agriness, o sistema de gestão de dados de uma granja comercial de produção de leitões localizada no Cerrado brasileiro (18° 91'S, 48° 25'W e 875m de altitude) na mesorregião do Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brasil. Foram analisados índices das matrizes suínas de segunda, terceira, quarta e quinta ordem de parto, pois são consideradas as fêmeas com os melhores índices reprodutivos do rebanho (ANTUNES, 2018).

Dispostos no sentido Leste-Oeste, com 25m de distância entre si, comprimento, largura e pé direito, respectivamente, de 225; 13 e 3 m, os galpões de gestação totalizam uma área de 2.925 m<sup>2</sup> cada um, cobertos com telha de fibrocimento, beiral de 1,25 m. Além disso, cada galpão possui na projeção do beiral uma tela de polipropileno com 80% de sombreamento. Os galpões continham duas fileiras de ventiladores [kw (Hp-cv)0,37; (1/2)] com 100cm de diâmetro, a uma altura de 2 m, que eram ligados manualmente quando o termômetro termohigrômetro digital (AK28 new) marcava uma temperatura maior que 26 °C.

Também havia nas instalações duas fileiras de nebulizadores, com quatro bombas, que funcionavam durante 15 minutos a cada 45 minutos de intervalo, por meio do uso de *timer*. Finalmente, havia uma fileira de árvores (*Azadirachta indica*) com distância de 5 m entre si a uma distância de 5 m do beiral no mesmo sentido dos galpões.

Os dados de desempenho reprodutivo utilizados eram registrados no *software*, tendo sido coletadas informações de 23.008 inseminações. As fêmeas da granja eram Landrace x Large White F1, alojadas em gaiolas de gestação. Sua alimentação era feita de forma individual, por meio de *drops* automáticos, ingestão de água por bebedouros do tipo chupeta e

o diagnóstico de gestação realizado com ultrassom portátil.

### 3.3 Análise estatística

Para verificar se havia diferenças nos índices reprodutivos ocasionadas pelo efeito de aumento da temperatura as matrizes foram divididas em dois grupos: prenhas (1) e não prenhas (2). Além disso, também foram avaliadas variáveis referentes à duração da gestação e características dos leitões, sendo, para isso, feita a divisão das matrizes entre as que pariram e as que não pariram: pariu (3) e não pariu (4).

Os dados meteorológicos e reprodutivos foram armazenados no programa Microsoft® Excel® e para análise e interpretação dos resultados foi utilizado o programa R Core Team (R).

Primeiramente, foram calculadas as médias de temperatura máxima por prenhez, bem como por parição. O mesmo cálculo foi feito para as médias de temperatura mínima e amplitude térmica, bem como o cálculo do desvio padrão foi realizado para todas as variáveis.

Os dados foram submetidos aos testes de Kolmogorov-Smirnov e Lilliefors. Como os dados não atenderam aos pressupostos, foi utilizada a análise não paramétrica (teste de Kruskal-Wallis). Para a análise, foi estabelecido o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

Posteriormente, foi feita a correlação de Pearson entre as variáveis ambientais (temperaturas máxima e mínima e amplitude) e variáveis de desempenho de matrizes suínas de 2ª a 5ª ordem de parto (dias de gestação; número de nascidos vivos, de natimortos; de mortes ao nascimento; de mumificados; massa corporal da leitegada e massa corporal média do leitão).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média da temperatura máxima externa no dia da inseminação das porcas foi maior no grupo de matrizes prenhas em comparação com o grupo de não prenhas, já, a temperatura mínima e amplitude não diferiram (Tabela 1). Este resultado não era esperado uma vez que a maior temperatura é conhecida por prejudicar os índices reprodutivos. Como foi observado por Amaral et al. (2000), que classificaram a hipertermia no dia da cobertura como fator de risco para o desempenho reprodutivo da fêmea.

Uma possível explicação para este resultado é que o ambiente externo não tenha interferido nas condições meteorológicas dentro do galpão, uma vez que estes eram equipados com ventiladores e nebulizadores que eram acionados quando a temperatura do ar alcançava 26 °C. Além disso, havia uma fileira de árvores externamente aos galpões que amenizava a exposição solar. Portanto, é possível que esses incrementos às instalações tenham sido capazes de reduzir o impacto causado pelas altas temperaturas.

Outra possível explicação é que os prejuízos nos índices reprodutivos decorrentes da temperatura elevada são maiores em primíparas que em múltíparas, em razão do estado fisiológico das primíparas (TUMMARUK et al., 2010).

Ainda na tabela 1, nota-se que entre as matrizes que ficaram prenhas, as temperaturas máxima e mínima e amplitude no dia da inseminação não diferiram entre os grupos de porcas que pariram e não pariram.

O número de dias de gestação, de leitões nascidos vivos, de natimortos, de mortalidade ao nascer, de mumificados e a massa corporal da leitegada e do leitão foram, respectivamente, de  $114,85 \pm 1,12$ ;  $12,35 \pm 3,19$ ;  $0,08 \pm 1,24$ ;  $0,008 \pm 0,16$ ;  $0,34 \pm 0,72$ ;  $17,05 \pm 4,53$  e  $1,38 \pm 0,10$ . Em muitas granjas, o período de gestação médio é 115 dias ou até mesmo mais, devido ao melhoramento genético aplicado, sendo que muitas fêmeas tem gestação de 117 dias e parto sem indução (ANTUNES, 2018).

A média do tamanho da leitegada preconizada por Antunes (2018) é de 14 leitões nascidos vivos para fêmeas não primíparas. No que se refere ao peso médio do leitão ao nascer, deve variar entre 1.350 g e 1.450 g e, caso a leitegada seja muito numerosa, 1.350 g é admissível (ANTUNES, 2018). Os valores médios de massa corporal dos leitões se encontram dentro dessa faixa esperada.

Tabela 1: Média (desvio padrão), menor e maior temperaturas máxima (Tmax) e mínima (Tmin) e amplitude no dia da inseminação de porcas de 2ª a 5ª ordem de parto que ficaram prenhas (1) ou não (2) e das que ficaram prenhas as que ficaram prenhas e que pariram (3) e que não pariram (4).

|  |   | N*    | Média                     | Menor | Maior |
|--|---|-------|---------------------------|-------|-------|
| <b>Prenhas e não prenhas</b>             |   |       |                           |       |       |
| Tmax                                     | 1 | 22571 | 29,34 ± 2,84a             | 16,40 | 38,30 |
|  | 2 | 436   | 29,04 ± 2,56b             | 16,40 | 36,20 |
| p-valor                                  |   |       | 0,01564                   |       |       |
| Tmin                                     | 1 | 22571 | 19,00 ± 2,46a             | 7,30  | 27,20 |
|  | 2 | 436   | 18,79 ± 2,31a             | 11,60 | 24,30 |
| p-valor                                  |   |       | 0,07315                   |       |       |
| Amplitude                                | 1 | 22571 | 10,34 ± 2,32a             | 1,40  | 19,20 |
|  | 2 | 436   | 10,24 ± 2,15a             | 1,40  | 16,00 |
| p-valor                                  |   |       | 0,1993                    |       |       |
| <b>Prenhas que pariram e não pariram</b> |   |       |                           |       |       |
| Tmax                                     | 3 | 21925 | 29,34 ± 2,84 <sup>a</sup> | 16,40 | 38,30 |
|  | 4 | 646   | 29,25 ± 2,70 <sup>a</sup> | 19,40 | 37,70 |
| p-valor                                  |   |       | 0,171                     |       |       |
| Tmin                                     | 3 | 21925 | 18,99 ± 2,45 <sup>a</sup> | 7,30  | 27,20 |
|  | 4 | 646   | 18,95 ± 2,43 <sup>a</sup> | 10,30 | 27,20 |
| p-valor                                  |   |       | 0,3811                    |       |       |
| Amplitude                                | 3 | 21925 | 10,34 ± 2,32 <sup>a</sup> | 1,40  | 19,20 |
|  | 4 | 646   | 10,30 ± 2,19 <sup>a</sup> | 3,10  | 17,80 |
| p-valor                                  |   |       | 0,3684                    |       |       |

\*N= Número de observações; letras diferentes, em cada variável do ambiente térmico, diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5%.

Todas as correlações entre as variáveis ambientais (temperaturas máxima e mínima e amplitude) e as variáveis de desempenho de matrizes suínas de 2ª a 5ª ordem de parto (dias de gestação; número de nascidos vivos, de natimortos; de mortes ao nascimento; de mumificados; massa corporal da leitegada e massa corporal média do leitão) foram não significativas. Portanto, não houve associação entre as características de produtividade

avaliadas, levando em consideração as temperaturas máxima e mínima e amplitude (Tabela 2).

Tabela 2: Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais (temperaturas máxima (Tmax) e mínima (Tmin) e amplitude (Ampl) e variáveis de desempenho de matrizes suínas de 2ª a 5ª ordem de parto (dias de gestação (DGest); número de nascidos vivos (NasV, de natimortos (Nati); de mortes ao nascimento (Mort N); de mumificados (Mum); massa corporal da leitegada (MC Leit) e massa corporal média do leitão (MCM L).

|      | DGest               | NasV                 | Nati                 | Mort N               | Mum                  | MC Leit              | MCM L                |
|------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Tmax | 0,011 <sup>ns</sup> | -0,001 <sup>ns</sup> | -0,002 <sup>ns</sup> | 0,006 <sup>ns</sup>  | 0,000 <sup>ns</sup>  | -0,011 <sup>ns</sup> | -0,038 <sup>ns</sup> |
| Tmin | 0,018 <sup>ns</sup> | -0,011 <sup>ns</sup> | -0,014 <sup>ns</sup> | 0,020 <sup>ns</sup>  | -0,027 <sup>ns</sup> | -0,009 <sup>ns</sup> | -0,001 <sup>ns</sup> |
| Ampl | -0,06 <sup>ns</sup> | 0,010 <sup>ns</sup>  | 0,012 <sup>ns</sup>  | -0,014 <sup>ns</sup> | 0,028 <sup>ns</sup>  | -0,005 <sup>ns</sup> | -0,045 <sup>ns</sup> |

ns = não significativo.

Além disso, em estudo realizado em uma granja comercial localizada no Município de Ipameri, Goiás, de maio a julho de 2019, foram observadas 30 reprodutoras de mesma linhagem comercial e com o período gestacional em intervalo de 70-80 dias e 100-110 dias, alojadas em sistema de baias coletivas em grupos de 10 fêmeas por baia (SILVESTRE, 2020). Durante o período da pesquisa e na parte da manhã e tarde, foram coletados dados comportamentais através fotos, vídeos e etograma, dados ambientais coletados a cada 30 minutos, além de imagens termográficas e frequência respiratória das reprodutoras (SILVESTRE, 2020). Foi observado que durante a manhã as matrizes permaneciam mais tempo se alimentando e em movimento, enquanto no período da tarde o comportamento de ócio era predominante (SILVESTRE, 2020). Ademais, no final da gestação aparentavam estar mais calmas que no período anterior, assim como outros efeitos comportamentais devido às condições meteorológicas (SILVESTRE, 2020). Concluíram que a temperatura ambiental e a idade gestacional interferiram no comportamento das reprodutoras alojadas em sistema de gestação coletiva (SILVESTRE, 2020).

## **5 CONCLUSÃO**

Em região tropical, o ambiente térmico no dia da inseminação não interfere no número de prenhez ou parição de fêmeas suínas, quando alojadas em galpões adequados no que diz respeito ao conforto térmico.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, A. L. *et al.* Fatores de risco associados ao desempenho reprodutivo da fêmea suína. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 52, n. 5, p. 479-486, out. 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352000000500013>. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-09352000000500013&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352000000500013&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 02 dez. 2020.
- ANTUNES, R. C. **O ensino da produção industrial de suínos: uma visão crítica**. 1. ed. Uberlândia: Gráfica e Editora Edibrás, 2018, p. 125. Disponível no site: [http://www.famev.ufu.br/system/files/conteudo/ensino\\_da\\_producao\\_industrial\\_de\\_suinos\\_-\\_uma\\_visao\\_critica.pdf](http://www.famev.ufu.br/system/files/conteudo/ensino_da_producao_industrial_de_suinos_-_uma_visao_critica.pdf). Acesso em: 02 nov. 2020.
- AUVIGNE, V. *et al.* Seasonal infertility in sows: a five year field study to analyze the relative roles of heat stress and photoperiod. **Theriogenology**, Stoneham, v. 74, p. 60 – 66, mar. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.12.019>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20189636>. Acesso em: 03 mai. 2018.
- BERTOLDO, M. J. *et al.* Seasonal variation in the ovarian function of sows. **Reproduction Fertility and Development**, Melbourne, v. 24, p. 822-834, fev. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1071/RD11249>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22781933>. Acesso em: 03 mai. 2018.
- BLOEMHOF, S. *et al.* Effect of daily environmental temperature on farrowing rate and total born in dam line sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, issue 6, p. 2667-2679, jun. 2013. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5902>. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/91/6/2667/4717192?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 12 jul. 2019.
- BORTOLOZZO, F. P. *et al.* A influência da temperatura corporal sobre a eficiência reprodutiva em fêmeas suínas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 1997, Foz do Iguaçu. **Anais [...]** Foz do Iguaçu: Abraves, 1997. P.281- 282.
- BORTOLOZZO, F.P. *et al.* Infertilidade sazonal no suíno: caracterização e consequências durante a fase gestacional. *In*: VI SINSUI – SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 2011, Porto Alegre. **Anais [...]** Porto Alegre: Setor de Suínos - FaVet/UFRGS, 2011. p.117-131. Disponível em: <https://www.conferencebr.com/conteudo/arquivo/anais-vi-sinsui-2011-1482167492.pdf#page=123>. Acesso em: 22 set. 2020.
- BRITT, J. H. *et al.* Invited review: Learning from the future – a vision for dairy farms and cows in 2067. **Journal American Dairy Science Association**, Champaign, v. 101, n. 5, p. 3722-3741, mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14025>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29501340>. Acesso em: 03 jul. 2018.
- CAMPOS, A. *et al.* Ambiente térmico e desempenho de suínos em dois modelos de maternidade e creche. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 3, p. 187-193, mai. jun. 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305226701004>. Acesso em: 20 nov. 2020.

DA SILVA, R. G.; CAMPOS MAIA, A. S. **Principles of animal biometeorology**. New York: Springer, 2013. v. 2. 283 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5733-2>.

DA SILVEIRA, P. R. S.; ZANELLA, E. L. Manejo da fêmea suína nos dias que antecedem ao parto. **Produção de suínos: teoria e prática**. 1. ed. Brasília: ABCS, 2014. cap. 11, p. 462-467.

DE RENSIS, F.; ZIECIK, A. J.; KIRKWOOD, R. N. Seasonal infertility in gilts and sows: Aetiology, clinical implications and treatments. **Theriogenology**, Stoneham, v. 96, p. 111 – 117, jul. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.04.004>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28532826>. Acesso em: 03 mai. 2019.

DESHAZER, J. A.; HAHN, G. L.; XIN, H. Basic Principles of the Thermal Environment and Livestock Energetics, *In*: DESHAZER, J.A. (Ed.) **Livestock Energetics and Thermal Environmental Management**, St. Joseph, Michigan, 2009. cap. 1, p. 1-22.

FIALHO, E.T. Influência da temperatura ambiental sobre a utilização da proteína e energia em suínos em crescimento e terminação. *In*: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São Paulo. **Anais [...]** São Paulo: CBNA, 1994. p.63-83.

FIALHO, E.T.; OST, P. R.; OLIVEIRA, V. Interações ambiente e nutrição – Estratégias nutricionais para ambientes quentes e seus efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos. *In*: 2ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína, 2001, Concórdia. **Anais [...]** Santa Catarina: 2001. Disponível em: [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais01cv2\\_fialho\\_pt.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais01cv2_fialho_pt.pdf). Acesso em: 23 jun. 2019.

HALE, B.J. *et al.* Heat stress induces autophagy in pig ovaries during follicular development. **Biology of Reproduction**, Champaign, v. 97, issue 3, p. 426-437, set. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1093/biolre/iox097>. Disponível em: <https://academic.oup.com/biolreprod/article/97/3/426/4096254>. Acesso em: 20 jun. 2019.

IIDA, R.; KOKETSU, Y. Interactions between climatic and production factors on returns of female pigs to service during summer in Japanese commercial breeding herds. **Theriogenology**, Stoneham, v. 80, p. 487 – 493, jun. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.05.011>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23756040>. Acesso em: 03 mai. 2018.

IIDA, R.; KOKETSU, Y. Climatic factors associated with peripartum pig deaths during hot and humid or cold seasons. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 115, p. 166 – 172, abr. 2014. DOI: [10.1016/j.prevetmed.2014.03.019](https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.03.019). Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24785123>. Acesso em: 03 mai. 2018.

JOHNSON, J.S. *et al.* Effects of utero heat stress on postnatal body composition in pigs: I. Growing phase. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 93, Issue 1, p. 71-81, jan. 2015. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8354>. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article/93/1/71/4701513>. Acesso em: 15 jun. 2019.

LUDTKE, C. *et al.* Perspectivas para o bem-estar animal na suinocultura. **Produção de suínos: teoria e prática**. 1. ed. Brasília: ABCS, 2014. cap. 4, p. 133-145.

MUNS, R. *et al.* High environmental temperature around farrowing induced heat stress in crated sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 94, p. 377-384, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2015-9623>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26812342>. Acesso em: 16 dez. 2020.

MYER, R.; BUCKLIN, R. Influence of Hot-Humid Environment on Growth Performance and **Reproduction of Swine**1 This document is AN107, one of a series of the Animal Sciences Department, UF/IFAS Extension, 2018. Disponível em: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/files/AN/AN10700.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2019.

NÄÄS, I. A.; CALDARA, F. R.; CORDEIRO, A. F. S. Conceitos de ambiência na definição de instalações em suinocultura. **Produção de suínos: teoria e prática**. 1. ed. Brasília: ABCS, 2014. cap. 21, p. 877-884.

NÄÄS, I. A.; TOLON, Y. B.; BARACHO, M. S. Conforto ambiental em suínos: conceitos e dados. **Produção de suínos: teoria e prática**. 1. ed. Brasília: ABCS, 2014. cap. 21, p. 869-876.

NUNES, C. G. V. *et al.* Efeito do condicionamento térmico ambiental sobre o desempenho reprodutivo da fêmea suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 854-863, ago. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000400010>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982003000400010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982003000400010&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 01 dez. 2020.

REECE, W. O. Temperatura corporal e sua regulação. *In*: DUKES, H. H. **Fisiologia dos animais domésticos**. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. cap. 14, p. 346-359.

SEIBERT, J. *et al.* Reproducibility of heat stress susceptibility and future reproductive success during heat stress in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 94, p. 155-156, abr. 2016. DOI: <https://doi.org/10.2527/msasas2016-331>. Disponível em: [https://academic.oup.com/jas/article-abstract/94/suppl\\_2/155/4704409?redirectedFrom=fulltext](https://academic.oup.com/jas/article-abstract/94/suppl_2/155/4704409?redirectedFrom=fulltext). Acesso em: 08 jul. 2019.

SILVESTRE, P. N. **Comportamento e bem-estar de reprodutoras suínas em duas idades gestacionais alojadas em sistema de gestação coletiva**. 2020. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/10514>. Acesso em: 02 dez. 2020.

TUMMARUK, P. *et al.* Influence of repeat-service and weaning-to-first-service interval on farrowing proportion of gilts and sows. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 96, p. 194-200, nov. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.06.003>. Acesso em: 05 dez. 2020.

UNITED NATIONS. **World Population Prospects: The 2017**. Disponível em: [https:// esa.un.org/unpd/](https://esa.un.org/unpd/). Acesso em: 13 mar. 2018.

WEGNER, K. *et al.* Effects of temperature and temperature humidity index on the reproductive performance of sows during summer months under a temperate climate. **Animal Science Journal**, Tóquio, v. 11, p. 1334 – 1339, mar. 2016. DOI:

<https://doi.org/10.1111/asj.12569>. Disponível em:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26989052>. Acesso em: 03 mai. 2018.