

PARÂMETROS ESPERMÁTICOS E FISIOLÓGICOS DE VARRÕES CRIADOS EM CLIMA SEMI-ÁRIDO

(Spermatic and physiological parameters variation of boars created in semi-arid climate)

Ricardo TONIOLLI*; Luciana de Souza TONIOLLI; Daianny Barboza GUIMARÃES; Lina Raquel Santos ARAÚJO; Aline Viana DIAS; Ludymila Furtado CANTANHÊDE; Tatyane Bandeira BARROS

Laboratório de Reprodução Suína e Tecnologia de Sêmen (LRSTS) da Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará. Av. Dr. Silas Munguba, 1700. Campus do Itaperi, Fortaleza-CE. CEP: 60.740-000. *E-mail: ricardo.toniolli@uece.br

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo verificar a influência das variações ambientais sobre parâmetros espermáticos, fisiológicos e níveis séricos de testosterona em varrões. Utilizou-se 8 varrões mestiços (12 e 36 meses), submetidos a coletas de sêmen semanais. Foram coletados dados: temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UA), índice de temperatura e umidade (ITU), concentração, volume, total de espermatozoides, vigor e motilidade espermáticos, temperatura retal (TR), temperatura escrotal (TE) e níveis séricos de testosterona. Os 18 meses experimentais foram divididos em trimestres: julho a setembro; outubro a dezembro; janeiro a março; abril a junho e os reprodutores distribuídos em três faixas etárias 12, 24 e 36 meses. Maiores médias de TA e ITU foram registrados no período E2. Enquanto TA, UA e ITU mais baixos, foram observados nos períodos E1 e E5. Observou-se efeito da interação trimestre x idade dos varrões para todas as variáveis analisadas, exceto para vigor espermático o qual sofreu efeito apenas da idade dos machos ($p < 0,05$) e para os níveis de testosterona que não diferiu entre trimestres ou entre faixas etárias. Concentrações espermáticas baixas foram observadas em E5 para varrões com 12 e 24 meses ($p < 0,05$). Animais mais jovens produziram um menor volume de sêmen em E2 a E4. Observou-se redução do total de espermatozoides e da motilidade em animais jovens em E2. Maiores médias de TE e TR foram observadas nos períodos E2 e E3 em varrões de diferentes idades. Condições ambientais podem influenciar parâmetros espermáticos e fisiológicos de varrões, portanto devem ser consideradas para a garantia de uma produção espermática uniforme durante o ano.

Palavras-Chave: Ambiente, qualidade espermática, temperatura escrotal, testosterona.

ABSTRACT

This study aimed to verify the influence of environmental variations on sperm, physiological parameters and serum testosterone levels in boars. Eight crossbred boars were used (12 and 36 months), subjected to weekly semen collections. The following data were collected: temperature (TA), relative humidity (UA), temperature-humidity index (UTI), concentration, volume, total sperm, spermatic vigor and motility, rectal temperature (RT), scrotal temperature (TE) and serum testosterone levels. The 18 experimental months were divided into quarters: July to September; October to December; January to March; April to June and the breeders were distributed in three age groups 12, 24 and 36 months. Higher TA and ITU averages were recorded in the E2 period. While lower TA, UA and

ITU were observed in periods E1 and E5. An effect of the quarter-age interaction of the boars was observed for all variables analyzed, except for sperm vigor, which was affected only by the age of the males ($p < 0.05$) and for testosterone levels that did not differ between quarters or between age groups. Lower sperm concentrations were observed in E5 for boars with 12 and 24 months ($p < 0.05$). Younger animals produced a lower volume of semen at E2 to E4. In the warmest period (E2), there was a reduction in the total semen sperm cells and motility in young animals. Higher means of scrotal and rectal temperature were observed in periods E2 and E3 in boars of different ages, whereas the lowest values were recorded in E5, which corresponded to the period with the lowest UTI. Environmental conditions can influence sperm and physiological parameters of boars, so they must be considered to ensure uniform sperm production throughout the year.

Key words: Environment, sperm quality, scrotal temperature, testosterone.

INTRODUÇÃO

Para cada espécie animal existe uma faixa de temperatura de conforto, conhecida como zona termoneutra. Ela é definida como a faixa de temperatura ambiente, onde a produção animal é ótima. Esta zona é limitada inferiormente pela temperatura crítica inferior, onde o animal necessita aumentar a taxa de produção de calor para manter a homeotermia. No outro extremo, é limitada pela temperatura crítica superior, região onde o animal deve perder calor para manter a temperatura corporal equilibrada (SOUZA, 2002).

Qualquer estímulo ambiental sobre um indivíduo, que sobrecarregue os seus sistemas de controle, resulta em estresse (FONSECA, 2019). O estresse é uma reação do organismo a qualquer alteração do ambiente, na tentativa de manter a homeostase e no caso de estresse térmico, realizar também a termorregulação (RODRIGUES *et al.*, 2010).

Os mecanismos de transferência de calor ocorrem por condução, convecção e radiação. Como o suíno não possui glândulas sudoríparas funcionais, ele recorre a dois processos básicos para a liberação de calor latente: a respiração e a evaporação de água (FONSECA, 2019).

Os suínos são sensíveis a elevadas temperaturas devido ao seu metabolismo elevado, à sua limitada capacidade de eliminação de calor corporal, à presença de tecido adiposo subcutâneo e pelo reduzido número de glândulas sudoríparas presentes na pele (PANDORFI *et al.*, 2008; SANTOS *et al.*, 2018). Eles simplesmente não transpiram e são mais sensíveis à ação do aumento do calor, pois quando a sua temperatura corporal atinge 44,4 °C, eles podem morrer por hipertermia (BRANDT *et al.*, 1995).

Sabe-se que o estresse calórico pode comprometer diferentes funções reprodutivas, tais como a ocorrência e intervalo entre ovulações; demonstração de estro; viabilidade dos gametas; sobrevivência dos embriões; desenvolvimento fetal e diminuição da libido (RAY *et al.*, 1993). A espermatogênese é afetada em condições de altas temperaturas devido ao aquecimento local dos testículos e ao desequilíbrio hormonal e metabólico decorrente do estresse térmico (LI *et al.*, 2015ab). A qualidade do ejaculado pode ser comprometida, havendo uma diminuição do volume espermático, da concentração e da motilidade dos espermatozoides, bem como o aparecimento de células morfológicamente anormais e de danos ao DNA da célula espermática (ZANARDO, 2016; PEÑA JÚNIOR *et al.*, 2019). Portanto, o presente estudo teve como objetivo verificar os

efeitos da variação ambiental sobre parâmetros seminais e fisiológicos de reprodutores suínos criados em clima semi-árido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Reprodução Suína e Tecnologia do Sêmen (FAVET/UECE), no período de julho de 2011 a dezembro de 2012. O período foi distribuído em seis trimestres para avaliação conforme esquema a seguir: E1 = julho a setembro de 2011; E2 = outubro a dezembro de 2011; E3 = janeiro a março de 2012; E4 = abril a junho de 2012; E5 = julho a setembro de 2012; E6 = outubro a dezembro de 2012.

Em que E1, E2, E5 e E6 corresponderam aos períodos secos e E3 e E4 aos períodos chuvosos. Durante o período experimental foram coletados dados de temperatura, umidade, características e qualidade dos ejaculados, dados fisiológicos e níveis séricos de testosterona de varrões.

Índices de temperatura e umidade

Os dados ambientais foram obtidos simultaneamente, três vezes por semana (2^a, 4^a e 6^a feiras) em dois horários, as 9:00 e as 15:00 horas. A temperatura ambiente (TA) e umidade relativa do ar (URA) foram medidas através de termohigrômetro digital (Incoterm[®], Brasil), instalado no galpão onde os animais estavam alojados, a uma altura de 1,5 metros do chão. A partir dos dados de temperatura ambiente e umidade relativa do ar calculou-se o índice de temperatura e umidade (ITU) durante todo o período avaliado utilizando a equação proposta por Buffington *et al.* (1982): $ITU = 0,8 Ta + UR(Ta - 14,3)/100 + 46,3$; onde: Ta é a temperatura média do ar (°C) e UR é a umidade relativa média do ar (%). Para análise e interpretação dos dados utilizou-se a escala proposta por Hahn *et al.* (2009) para animais domésticos em geral. Tal escala considera um valor de ITU com as seguintes interpretações: 01. ≤ 74 indica condição normal, não estressante; 02. Entre 75 e 78 é considerado crítico (início de desconforto térmico); 03. Entre 79 e 83, indica perigo (alto estresse térmico); 04. > 83 constitui emergência (estresse térmico extremo).

Local, machos e coleta de sêmen

O sêmen de 08 (oito) reprodutores mestiços com idade variando entre 12 e 36 meses, alojados em baias individuais, foi coletado uma vez por semana durante dezoito meses, através da técnica da mão enluvada, em recipiente com capacidade para 500 mL, coberto por gaze e protegido por copo térmico. Esses animais foram agrupados conforme a faixa etária em que se encontravam no início do período experimental (12, 24 e 36 meses), tendo suas características espermáticas e fisiológicas avaliadas nos 18 meses subsequentes. Todos os reprodutores encontravam-se em sistema rotineiro de coleta, sendo utilizado o ejaculado total após separação da parte gelatinosa em filtro apropriado e posterior descarte. Após a coleta, os ejaculados identificados eram levados ao laboratório para o seu processamento. Os animais eram alimentados com ração balanceada, que apresentava

3.150 Kcal de energia metabolizável e 14% de PB, com um consumo por reprodutor de 2,5 Kg distribuídos em dois arraçoamentos diários. A água foi servida *ad libitum* por meio de bebedouros tipo chupeta.

Qualidade do ejaculado *in natura*

Após a coleta, a qualidade do ejaculado *in natura* foi avaliada pelas seguintes características: concentração espermática ($\times 10^6$ spz/mL) em espectrofotômetro; volume (mL) em balança digital; total de espermatozoides ($\times 10^9$ spz), vigor espermático (0 a 5) e total células móveis (motilidade - %). A análise do vigor e motilidade, foram feitas colocando-se uma gota de 15 μ L de sêmen entre lâmina e lamínula e com leitura em microscopia óptica a um aumento de 200 vezes.

Parâmetros fisiológicos

Os parâmetros fisiológicos avaliados foram a temperatura retal e escrotal mensurados três vezes por semana (2^a, 4^a e 6^a feiras) em dois horários, as 9:00 e as 15:00 horas. A temperatura retal foi mensurada por meio de termômetro veterinário digital com escala até 44 °C (Incoterm[®], Brasil) introduzido diretamente no reto do animal, a profundidade de 5 cm, de forma que o bulbo ficasse em contato com a mucosa do animal por dois minutos. Na determinação da temperatura escrotal foi utilizado termômetro digital infravermelho (CA380, Cason[®], China), com medidas feitas na superfície da bolsa escrotal a uma distância máxima de 1,0 m.

Determinação dos níveis de testosterona

Para determinação dos níveis de testosterona, quinzenalmente coletou-se sangue da veia da orelha dos reprodutores utilizando seringas descartáveis. Após a coleta o sangue foi centrifugado para obtenção do soro, que foi armazenado a -20 °C até a dosagem hormonal. Os níveis de testosterona sérica foram determinados pelo método de quimioluminescência e os resultados expressos em ng/dL. Amostras com hemólise acentuada não foram utilizadas para a análise.

Análise Estatística

O presente trabalho foi conduzido sob um delineamento experimental de blocos ao acaso, no qual foram avaliados 6 trimestres e 3 idades de reprodutores. As variáveis foram submetidas à análise estatística de variância (ANOVA) por meio do programa estatístico R e posterior comparação de médias por meio dos testes de Tukey, adotando uma probabilidade de 5% ($p < 0,05$). Os níveis séricos de testosterona devido à instabilidade passaram por transformação logarítmica para posterior análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dados ambientais

As médias de temperatura ambiente, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade estão expostas na Tab. 01. Os períodos E2 e E6, que

corresponderam ao trimestre de outubro a dezembro, caracterizaram-se por apresentar uma temperatura média elevada (>29 °C) quando comparado aos períodos compreendidos entre janeiro a setembro (E1, E3, E4 e E5), quando as temperaturas foram mais baixas. A temperatura se manteve fora da zona de termoneutralidade para reprodutores suínos para a qual considera-se 18 a 22 °C (CURTIS, 1983) e inclusive, na maior parte do tempo acima de 26 °C que corresponde a temperatura crítica superior, segundo Perdomo *et al.* (1985), a partir desse limite os animais já estão em estresse térmico.

Tabela 01: Temperatura ambiente, da umidade relativa do ar e do índice de temperatura e umidade (ITU), nas diferentes estações compreendidas no período de julho de 2011 a dezembro de 2012.

	Temperatura (°C)	Umidade (%)	ITU
E1	27,5 ^b	62,8 ^b	76,6 ^c
E2	29,4 ^a	63,2 ^b	79,3 ^a
E3	27,4 ^b	74,9 ^a	78,0 ^b
E4	27,2 ^b	72,3 ^a	77,3 ^b
E5	27,4 ^b	56,4 ^c	75,5 ^c
E6	29,2 ^a	54,5 ^c	77,8 ^b
Média	27,9±1,3	64,4±9,9	77,3±1,6
CV (%)	4,5	15,4	2,1
Valor de P	<0,0001	<0,0001	<0,0001

E1 e E5: julho, agosto e setembro; E2 e E6: outubro, novembro e dezembro; E3: janeiro, fevereiro e março; E4: abril, maio e junho. DP: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; ^{a,b,c}letras diferentes nas colunas, diferem pelo teste de Tukey p<0,05.

Em relação a umidade relativa do ar, maiores valores corresponderam ao período das chuvas entre janeiro e junho (E3 e E4) e menores percentuais médios foram registrados no último semestre (E5 e E6), mostrando um período seco mais rigoroso em 2012 que o do ano anterior. A umidade relativa do ar mostrou-se próxima ao desejável para suíno macho reprodutor durante todo o período avaliado, entre 50 e 70% (TOLON *et al.*, 2010).

Quanto ao ITU médio, este manteve-se abaixo da zona de perigo para os animais segundo Oliveira *et al.* (2006). Porém, para Hahn *et al.* (2009) os animais já estariam em início de desconforto térmico (ITU entre 75 e 78). Somente no período E2, os animais passaram por momentos de alto estresse térmico, caracterizado por um ITU entre 79-83 (HAHN *et al.*, 2009). Já os meses de julho a setembro (E1 e E5) apresentaram menores valores de ITU comparados aos demais períodos, porém ainda considerados críticos.

Qualidade do ejaculado *in natura*

Todos os parâmetros espermáticos sofreram influência da interação trimestre x idade (p<0,05), exceto o vigor espermático com diferenças estatísticas apenas relacionadas à idade dos varrões (Tab. 02).

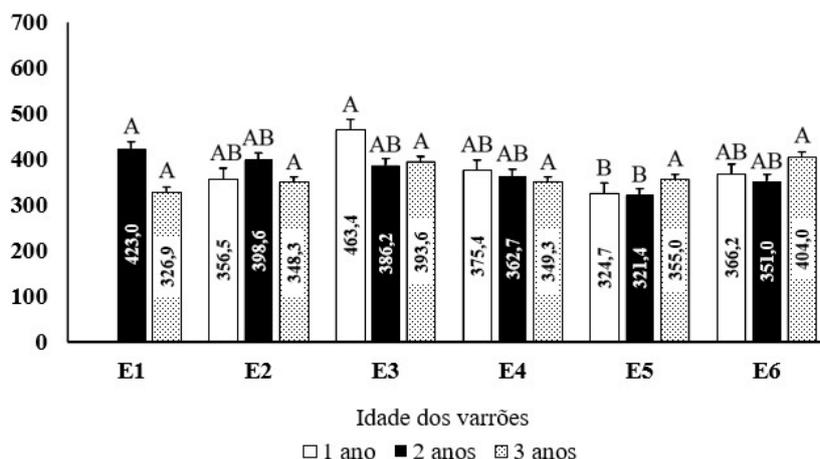
Tabela 02: Coeficiente de variação na concentração espermática, volume, total de espermatozoides (sptz), vigor e motilidade espermática, do sêmen de reprodutores suínos no período de julho de 2011 a dezembro de 2012.

	Concentração (x10 ⁶ sptz/mL)	Volume (mL)	Total de Sptz (x10 ⁹ sptz)	Vigor (0 a 5)	Motilidade (%)
Média	368,3±113,6	257,2±84,9	89,0±21,7	4,2±0,4	89,0±5,7
CV (%)	30,8	33,0	24,3	8,9	6,4
Valor de P					
Trimestre	0,0011	0,0195	0,2575	0,5360	0,0336
Idade	0,4437	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Trimestre x idade	0,0029	0,0415	0,0020	0,3370	0,0056

CV: Coeficiente de variação

No desdobramento da interação estatística trimestre x idade em relação à concentração espermática (Gráf. 01), animais jovens (12 meses) apresentaram sêmen mais concentrado em E3 (463,3 x10⁶ sptz/mL), no período chuvoso, quando comparado a E5 (324,7 x10⁶ sptz/mL), que correspondeu ao período seco (p<0,05). Já os varrões com 24 meses apresentaram sêmen mais concentrado em E1 (423,0 x10⁶ sptz/mL) quando comparado a E5 (321,4 x10⁶ sptz/mL). Enquanto animais com mais idade (36 meses) não sofreram variação sazonal em relação a este parâmetro (p>0,05).

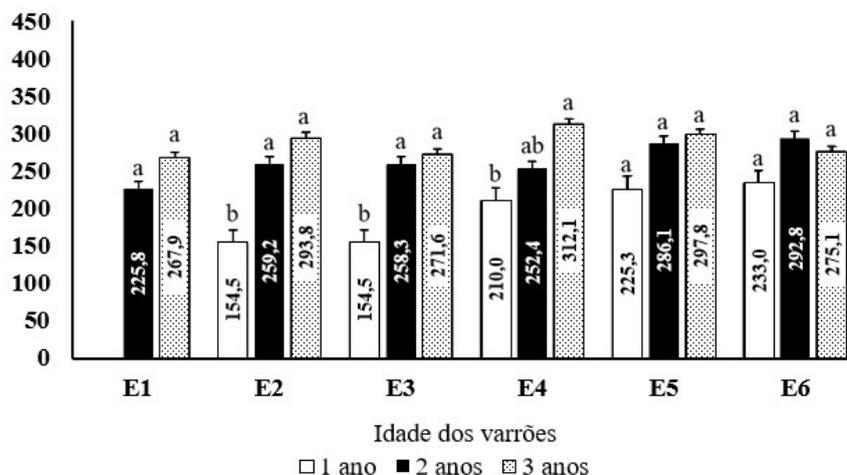
Gráfico 01: Concentração espermática (x10⁶ sptz/mL) do ejaculado de varrões de diferentes idades (1, 2 e 3 anos), nas estações do ano compreendidas entre julho de 2011 a dezembro de 2012.



E1 e E5: julho, agosto e setembro; E2 e E6: outubro, novembro e dezembro; E3: janeiro, fevereiro e março; E4: abril, maio e junho; Letras maiúsculas distintas = diferenças entre os trimestres em uma mesma idade pelo teste de Tukey a 5%.

O volume do sêmen variou entre os varrões de diferentes idades em E2, E3 e E4 (Gráf. 02), em que animais mais jovens produziram menores volumes de sêmen (154,5 a 210 mL) quando comparados aos reprodutores com mais idade (p<0,05), cujo volume variou de 252,4 a 312 mL, nos demais trimestres avaliados o volume médio produzido foi semelhante entre os machos, independentemente da idade.

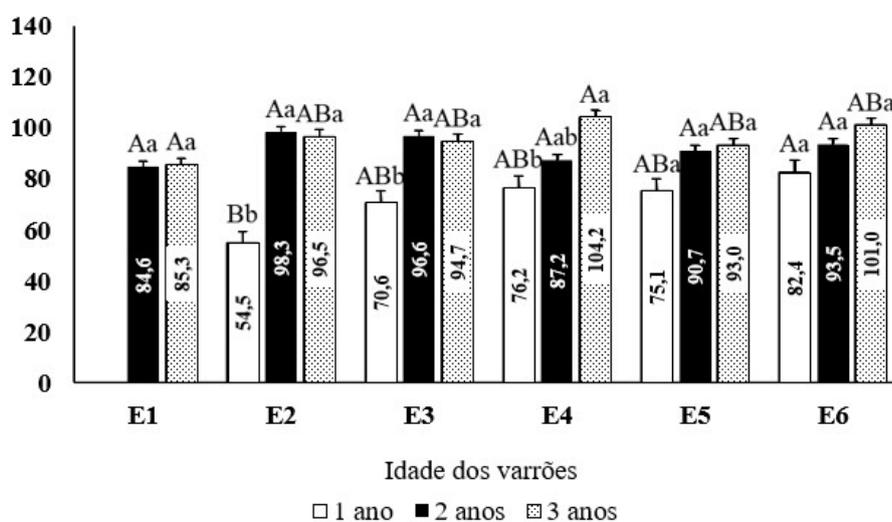
Gráfico 02: Volume (mL) de sêmen de varrões de diferentes idades (1, 2 e 3 anos), nas estações do ano compreendidas entre julho de 2011 a dezembro de 2012.



E1 e E5: julho, agosto e setembro; E2 e E6: outubro, novembro e dezembro; E3: janeiro, fevereiro e março; E4: abril, maio e junho; Letras minúsculas distintas = diferenças entre idades no mesmo trimestre pelo teste de Tukey a 5%.

Em relação ao total de células espermáticas produzidas (Gráf. 03), animais com aproximadamente 12 meses de idade apresentaram em E6 maiores valores comparados a E2 ($p < 0,05$), $82,4 \times 10^9$ e $54,5 \times 10^9$ spz respectivamente. Já animais mais velhos ejacularam uma maior quantidade de espermatozoides em E4 ($104,2 \times 10^9$ spz) quando comparado a E1 ($85,3 \times 10^9$ spz). Em E2 e E3 animais jovens apresentaram produção inferior quando comparados a animais com 24 ou 36 meses de idade e no trimestre E4 foi diferente apenas de animais mais velhos ($p < 0,05$).

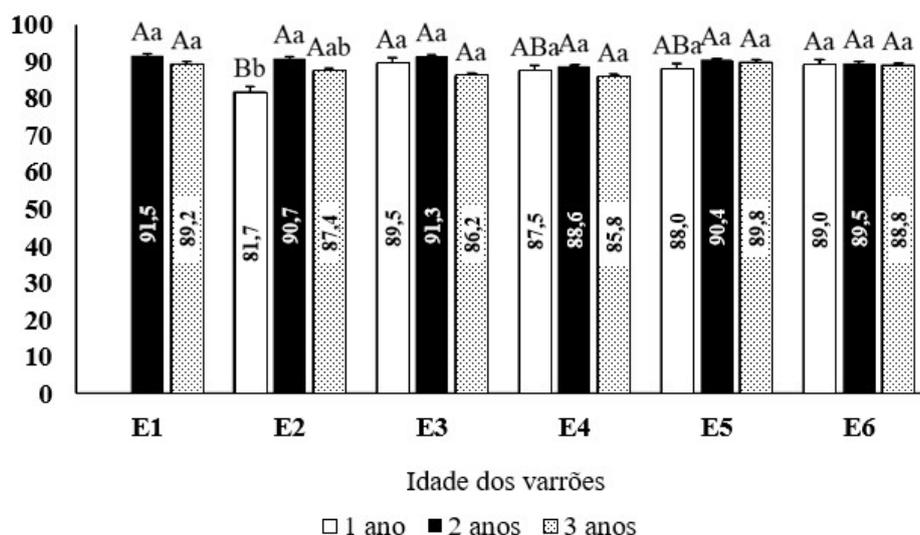
Gráfico 03: Total de espermatozoides ($\times 10^9$ spz) do ejaculado de varrões de diferentes idades (1, 2 e 3 anos), nas estações do ano compreendidas entre julho de 2011 a dezembro de 2012.



E1 e E5: julho, agosto e setembro; E2 e E6: outubro, novembro e dezembro; E3: janeiro, fevereiro e março; E4: abril, maio e junho; Letras maiúsculas distintas diferenças entre os trimestres em uma mesma idade; Letras minúsculas distintas diferenças entre idades no mesmo trimestre pelo teste de Tukey a 5%.

Quanto ao desdobramento da interação trimestre x idade da variável motilidade (Gráf. 04), animais jovens apresentaram menores percentuais de células móveis no trimestre E2 (81,7 %) em relação ao E3 (89,5 %) e E6 (89,0 %), quando o sêmen apresentou maiores valores de motilidade ($p < 0,05$). Também em E2 animais jovens apresentaram valores de motilidade inferiores aos de animais com 24 meses de idade (90,7 %), mas não diferente de animais mais velhos (87,4 %).

Gráfico 04: Motilidade espermática (%) do sêmen de varrões de diferentes idades (1, 2 e 3 anos), nas estações do ano compreendidas entre julho de 2011 a dezembro de 2012.

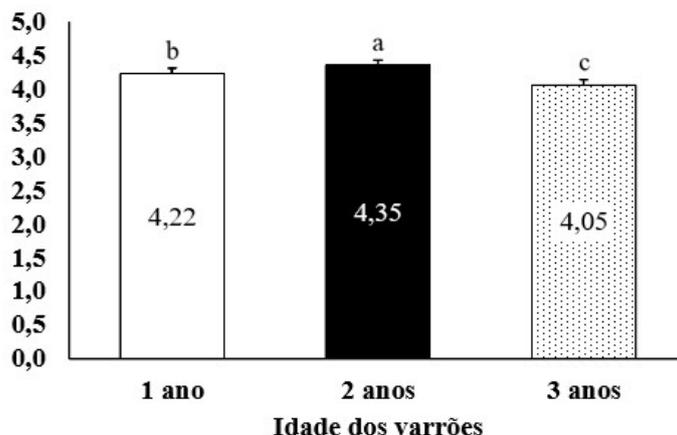


E1 e E5: julho, agosto e setembro; E2 e E6: outubro, novembro e dezembro; E3: janeiro, fevereiro e março; E4: abril, maio e junho; Letras maiúsculas distintas diferenças entre os trimestres em uma mesma idade; Letras minúsculas distintas diferenças entre idades no mesmo trimestre pelo teste de Tukey a 5%.

Para o vigor espermático observou-se apenas diferenças em relação à idade dos animais (Gráf. 05), em que animais com 24 meses apresentaram maior média de vigor espermático ($4,35 \pm 0,22$), seguido dos mais jovens ($4,22 \pm 0,33$), enquanto os varrões com mais de 36 meses ($4,05 \pm 0,37$) já apresentaram menores médias para esta característica ($p < 0,05$).

Reprodutores suínos expostos às variações sazonais podem apresentar oscilações em relação aos parâmetros espermáticos, como observado por diversos autores (ARGENTI, 2016; FRASER *et al.*, 2016; ZANARDO, 2016; GÓRSKI *et al.*, 2017; MICHOS *et al.*, 2019; PEÑA JÚNIOR *et al.*, 2019). Argenti (2016) observou um decréscimo de 34,5% ($311,9 \times 10^6$ vs $204,2 \times 10^6$) na concentração espermática de varrões como resultado de temperaturas mais elevadas durante o verão ($25,1 \text{ }^\circ\text{C}$) em relação ao outono ($16,7 \text{ }^\circ\text{C}$). Da mesma forma, Zanardo (2016) observou uma queda de 23,7% na concentração espermática durante o período chuvoso, no qual foram registradas temperaturas mais elevadas ($28 \text{ }^\circ\text{C}$) quando comparado ao período seco. Da mesma forma que a temperatura e umidade elevadas influenciam a concentração espermática, o incremento no valor do ITU, também provocou redução desse parâmetro (PEÑA JÚNIOR *et al.*, 2019).

Gráfico 05: Vigor espermático (%) do sêmen de varrões de diferentes idades (1, 2 e 3 anos), nas estações do ano compreendidas entre julho de 2011 a dezembro de 2012.



Letras distintas diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Assim temperaturas mais baixas vêm acompanhadas de aumento da concentração espermática, fato evidenciado em estudo posterior (GÓRSKI *et al.*, 2017). Neste estudo a concentração espermática variou entre os trimestres avaliados, porém dentro dos grupos de varrões de mesma idade. Assim maiores concentrações foram registradas no período chuvoso (E3) e início do período seco (E1), nos quais foram registradas temperaturas mais baixas e menor ITU, em varrões com 12 ou 24 meses respectivamente. De forma semelhante, Fraser *et al.* (2016) observaram que varrões jovens (8-18 meses de idade) apresentaram sêmen mais concentrado no outono-inverno, em temperaturas mais baixas (-6 a 12 °C), em relação a primavera-verão, período caracterizado por temperaturas mais elevadas e maior amplitude térmica (3 a 24 °C).

Calor e umidade elevada podem resultar em estresse crônico, interferindo negativamente na espermatogênese (KUNAVONGKRIT *et al.*, 2005). Temperaturas acima de 29 °C foram associadas à perda de peso dos testículos e degeneração dos túbulos seminíferos, fazendo com que o volume total do sêmen fosse reduzido, afetando negativamente sua concentração e motilidade (JOHNSON e GOMES, 1969). Além disso, tais efeitos negativos podem persistir de quatro a seis semanas após a remoção do fator estressante (CURTIS, 1983), em função do tempo de produção e maturação dos espermatozoides nos testículos e no epidídimo respectivamente.

A estação do ano afetou o volume de sêmen produzido por coleta, assim animais sob altas temperaturas produzem um menor volume de sêmen, como evidenciado por Zanardo (2016). Por outro lado, Fraser *et al.* (2016) relataram que no outono e inverno (1,75 °C; 87%) um maior volume de sêmen foi produzido em comparação ao período de primavera e verão (15,08 °C; 78,8%) em animais com idade acima de 19 meses. Esses autores justificam que o aumento do volume no outono-inverno estaria associado a maior atividade das glândulas acessórias e a redução do volume relacionado aos efeitos das altas temperaturas sobre o reprodutor no momento anterior à coleta (KNECHT *et al.*, 2014). Neste estudo não foram evidenciadas diferenças entre o volume de sêmen produzido nas estações do ano, mas sim em relação à idade, em que animais mais jovens apresentaram volume de sêmen reduzido comparado aos de mais idade.

De acordo com Jankeviciute e Zilinskas (2002) o volume do ejaculado, a concentração e a morfologia espermática são significativamente afetados pela idade. O volume total do ejaculado aumenta com o avançar da idade do varrão, enquanto a concentração diminui. Falkenberg *et al.* (1992) relataram que machos atingem a produção espermática ideal com o término do crescimento, com aproximadamente 2,5 a 3,0 anos de idade. Dessa forma os machos mais jovens produziram um menor volume de sêmen e espermatozoides por ejaculado, por ainda sem encontrarem em crescimento, sendo observadas melhorias nos parâmetros espermáticos com o decorrer do tempo.

O total de espermatozoides produzidos por ejaculado também pode ser influenciado pelo clima, independentemente da idade, os varrões produziram mais células espermáticas no período outono-inverno, sob temperatura mais amena, em relação a primavera-verão (FRASER *et al.*, 2016). Da mesma forma neste estudo, varrões jovens produziram uma quantidade menor de células espermáticas no trimestre mais quente quando comparado ao último trimestre, fato que também pode estar relacionado à idade desses animais, uma vez que o total de espermatozoides é resultado do volume e da concentração espermática, parâmetros afetados pela idade do macho (JANKEVICIUTE e ZILINSKAS, 2002).

A motilidade espermática, assim como observado neste estudo, sofre variação sazonal, Michos *et al.* (2019) detectaram melhores resultados de cinética espermática no período frio (outubro a junho, com temperatura média de 12,5 °C) comparado à estação quente (julho e setembro, com temperatura média de 23,9 °C). Enquanto Górski *et al.* (2017) observaram aumento do percentual de espermatozoides com motilidade progressiva na primavera (78,33%) e no verão (78,09%), em que foram registradas temperaturas de 11,31 °C e 18,76 °C e umidade de 66,71 % e 65,93%, para primavera e verão respectivamente comparado ao outono (74,19 %) em que foi registrada temperatura média de 6,26 °C combinada a uma maior umidade relativa do ar de 84,05% (GÓRSKI *et al.*, 2017). A motilidade espermática é influenciada pela combinação temperatura e umidade, neste estudo apenas animais com aproximadamente 12 meses apresentaram diferenças entre os períodos avaliados, com menores percentuais de espermatozoides móveis registrados no período seco (E2) em que os animais estavam sob estresse térmico (ITU >79) em relação ao período chuvoso (E3) e fim do período seco (E6).

Enquanto a motilidade sofreu variação sazonal o vigor espermático se manteve estável durante todo o período de análise, indo de encontro aos achados de Zanardo (2016), que observou redução do vigor espermático em períodos mais quentes do ano (28 °C). No presente estudo, o vigor espermático variou apenas em relação à idade dos reprodutores, em que animais com 24 meses de idade apresentaram melhores resultados. Nesse sentido, mudanças na qualidade espermática podem ser devido a vários fatores dentre eles a redução dos níveis hormonais e da atividade espermátogênica em decorrência das altas temperaturas (FRASER *et al.*, 2016).

Parâmetros fisiológicos e níveis séricos de testosterona

As temperaturas escrotal e retal apresentaram interação estatística entre trimestre x idade dos varrões, enquanto os níveis de testosterona não apresentaram diferenças estatísticas entre períodos e idade dos animais (Tab. 03).

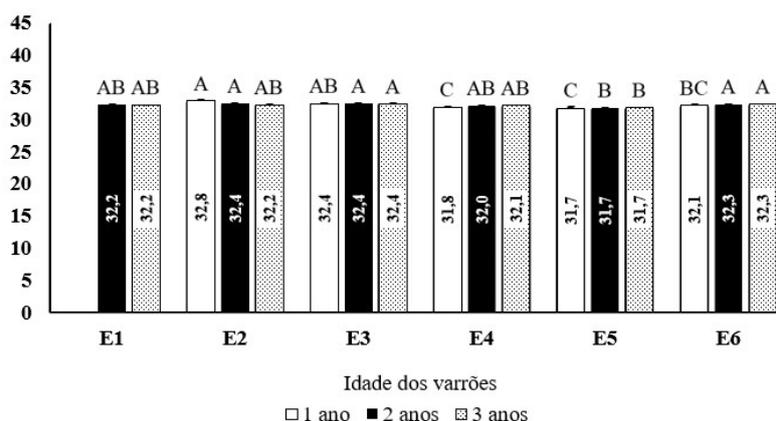
Tabela 03: Média, desvio padrão, coeficiente de variação e ANOVA de fatores de variação na temperaturas escrotal, temperatura retal e nível de testosterona sérica de reprodutores suínos no período de julho de 2011 a dezembro de 2012.

	Temperatura escrotal (°C)	Temperatura retal (°C)	Testosterona sérica (ng/dL)
Média	32,2±0,8	38,0±0,5	628,5±272,2
CV (%)	2,6	1,2	7,1*
Valor de P			
Trimestre	<0,0001	<0,0001	0,1880
Idade	0,5227	<0,0001	0,1110
Trimestre x idade	0,0113	0,0002	0,5600

CV: Coeficiente de variação; *CV após transformação logarítmica.

O período de mensuração das temperaturas escrotais pareceu exercer influência similar em varrões de diferentes faixas etárias, nos períodos E2 e/ou E3 observou-se maiores médias para esse parâmetro (acima de 32 °C), enquanto em E5 as menores médias foram registradas, se elevando novamente em seguida (Gráf. 06).

Gráfico 06: Médias de temperatura escrotal (°C) de varrões de diferentes idades (1, 2 e 3 anos), nas estações do ano entre julho de 2011 a dezembro de 2012.

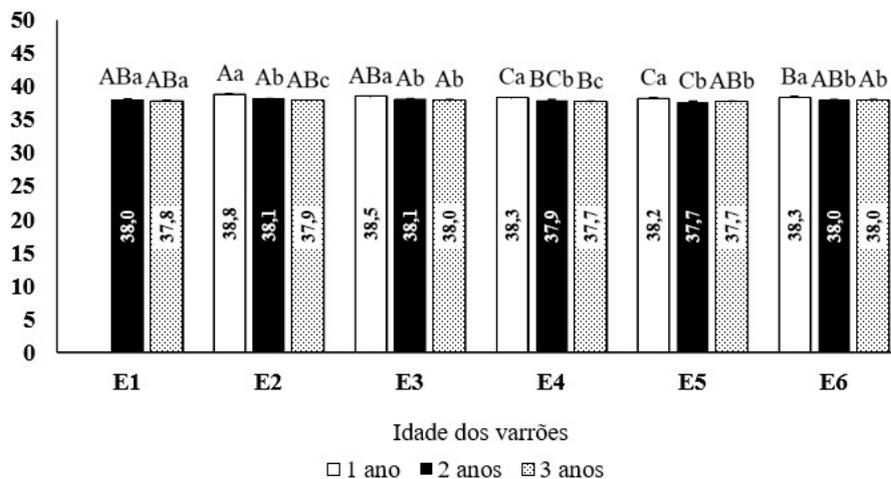


E1 e E5: julho, agosto e setembro; E2 e E6: outubro, novembro e dezembro; E3: janeiro, fevereiro e março; E4: abril, maio e junho; Letras maiúsculas distintas diferenças entre os trimestres em uma mesma idade; Letras minúsculas distintas diferenças entre idades no mesmo trimestre pelo teste de Tukey a 5%.

Em relação à temperatura retal (Gráf. 07), animais mais jovens apresentaram maiores valores (média 38,4 °C) em relação às outras faixas etárias (média de 38,0 °C em varrões com 24 meses e 37,8 °C em animais com 36 meses de idade) durante todo o período experimental, cujos valores variaram de 38,2 a 38,8 °C vs 37,7 a 38,2 °C, respectivamente. Varrões com 24 e 36 meses de idade só diferiram em relação a temperatura retal em E2 e E4, quando varrões mais velhos apresentaram temperatura retal mais baixa ($p < 0,05$).

Os níveis séricos de testosterona puderam ser avaliados apenas nos trimestres E3, E4 e E5 cujos valores não foram diferentes entre si nem em relação à idade dos reprodutores ($p > 0,05$).

Gráfico 07: Médias de temperatura retal (°C) de varrões de diferentes idades (1, 2 e 3 anos), nas estações do ano entre julho de 2011 a dezembro de 2012.



E1 e E5: julho, agosto e setembro; E2 e E6: outubro, novembro e dezembro; E3: janeiro, fevereiro e março; E4: abril, maio e junho; Letras maiúsculas distintas diferenças entre os trimestres em uma mesma idade; Letras minúsculas distintas diferenças entre idades no mesmo trimestre pelo teste de Tukey a 5%.

Nos suínos, assim como em outras espécies de mamíferos, os testículos são extra-abdominais e estão fora da cavidade do corpo para manter a temperatura intratesticular inferior à temperatura corporal central. A espermatogênese bem-sucedida depende da temperatura e a temperatura escrotal é de 2 a 8 °C abaixo da temperatura central (LI *et al.*, 2015b e 2018a). Os registros de temperatura da pele escrotal para suínos criados em áreas subtropicais provaram que é significativamente maior no verão do que no inverno (KUNAVONGKRIT *et al.*, 2005).

A faixa de temperatura estável dos testículos em varrões depende de um sistema termorregulador complexo que envolve troca contracorrente de calor do sangue quente que entra no testículo e drena sangue fresco do testículo através de um plexo arteriovenoso chamado plexo pampiniforme. O grau de resfriamento é ainda controlado por dois músculos: a túnica dartus no escroto, que regula a área da superfície e o músculo cremaster, no cordão espermático, que regula a posição do escroto em relação ao corpo. Esses músculos trabalham para contrair o escroto e aproximar os testículos para a cavidade abdominal quando eles estão frios (LI *et al.*, 2018a).

Como observado neste estudo, altas temperaturas ambientais podem levar ao incremento das temperaturas retais e escrotais. Nesse sentido, um aumento na temperatura testicular em mamíferos com testículos externos causa redução na produção de espermatozoides, diminuição da motilidade espermática e aumento da porcentagem de espermatozoides morfologicamente anormais (LI *et al.*, 2015b). Isso ocorre porque o processo contínuo de diferenciação das células germinativas não é estável, sendo, portanto, vulnerável a mais sensível aos estímulos de alta temperatura ambiente (LI *et al.*, 2013).

Neste estudo não se verificou efeito sazonal sobre os níveis séricos de testosterona. Entretanto, tem-se que a alta temperatura ambiente pode desencadear um ritmo anormal da secreção de testosterona. Li *et al.* (2015a) em seu estudo mostraram que a testosterona sérica aumentou significativamente em porcos miniatura expostos à

temperatura ambiente de 40 °C por 5 h diariamente, durante 8 dias consecutivos. Observou altas concentrações séricas de testosterona em varrões Duroc e Yorkshire na primavera quando comparada ao verão, outono e inverno. A testosterona desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de tecidos reprodutivos masculinos, dessa forma, distúrbios no ritmo de secreção de testosterona induzidos pelo calor implicam baixa qualidade do sêmen (LI *et al.*, 2018b).

CONCLUSÕES

O clima pode influenciar parâmetros espermáticos e características fisiológicas dos machos, sendo necessária maior atenção em relação à ambiência, principalmente nas centrais de inseminação em locais em que predominam as altas temperaturas como em animais criados no semi-árido, a fim de garantir uma produção uniforme de doses espermáticas durante o ano.

REFERÊNCIAS

- ARGENTI, L.E. Marcadores moleculares no sêmen suíno: identificação de novas proteínas no fluido epididimário e variação sazonal das defesas antioxidantes seminais. 2016. 109p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2016. <https://univates.com.br/bdu/bitstream/10737/1627/1/2016LauraEspindolaArgenti.pdf>
- BRANDT, G.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P.; HECK, A.; BONNEMANN, P.E.; GUIDONI, A.L.; UEMOTO, D.A. Efeito da temperatura corporal sobre a eficiência reprodutiva da fêmea suína. In: Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos. 1995, Blumenau, SC. Anais... Concórdia: ABRAVES e EMBRAPA Suínos e Aves, p.129, 1995. 415p.
- BUFFINGTON, D.E.; COLLIER, R.J.; CANTON, G.H. Shede management systems to reduce heat stress for dairy cows. St. Joseph: American Society of Agricultural engineers, 1982. 16p. (PAPER 82-4061).
- CURTIS, S.E. Environmental management in animal agriculture. 1ª ed., The Iowa State University: Ames, 1983. 410p.
- FALKENBERG, H.; PFEIFFER, H.; RITTER, E. Einfluss von alter und umweltfaktoren auf die spermatologische leistungsfähigkeit von besamungsebern. Archiv fur Tierzucht, v.35, p.581-590, 1992.
- FONSECA, F.N. Modelo paraconsistente de predição de estresse em suínos. 2019. 144f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Paulista, São Paulo, 2019.
- FRASER, I.; STRZEZEK, J.; FILIPOWICZ, K.; MOGIELNICKA-BRZOZOWSKA, M.; ZASIADCZYK, I. Age and seasonal-dependent variations in the biochemical composition of boar semen. Theriogenology, v.86, p.806-816, 2016.

GÓRSKI, K.; KONDRACKI, S.; WYSOKIŃSKA, A. Effects of season on semen parameters and relationships between selected semen characteristics in Hypor boars. *Turkish Journal of Veterinary Animal Sciences*, v.41, p.563-569, 2017.

HAHN, G.L.; GAUGHAN, J.B.; MADER, T.L.; EIGENBERG, R.A. Thermal indices and their applications for livestock environments. In 'Livestock Energetics and Thermal Environment Management'. Ed James A. DeShazer. American Society of Agricultural and Biological Engineers: St. Joseph, MI, p.113-130, 2009.

JANKEVICIUTE, N.; ZILINSKAS, H. Influence of some factors on semen quality of different breeds of boars. *Veterinary Zootechnie*, v.19, p.15-19, 2002.

JOHNSON, H.D.; GOMES, W.R. Effect of elevated ambient temperature on lipid levels and cholesterol metabolism in the ram tests. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.29, p.469-475, 1969.

KNECHT, D.; ŚRODOŃ, S.; DUZIŃSKI, K. The influence of boar breed and season on semen parameters. *South African Journal of Animal Science*, v.44, n.1, p.1-9, 2014.

KUNAVONGKRIT, A.; SURIYASOMBOON, A.; LUNDEHEIM, N.; HEARD, T.W.; EINARSSON, S. Management and sperm production of boars under differing environmental conditions. *Theriogenology*, v.63, p.657-667, 2005.

LI, Y.; LI, Z.; CHEN, J.; LI, C. High ambient temperature impacts semen quality in boars and potential molecular drug-targets and nutritional strategies for amelioration. *ASABE Paper n°. ILES18-077*. St. Joseph, MI.: ASABE, 2018b. 7p.

LI, Y., CAO, Y., ZHOU, X., WANG, F., SHAN, T., LI, Z., XU, W.; LI, C. Effects of zinc sulfate pretreatment on heat tolerance of Bama miniature pig under high ambient temperature. *Journal of Animal Science*, v.93, p.3421-3430, 2015a.

LI, Y., WANG, A., TAYA, K.; LI, C. Declining semen quality and steadying seminal plasma ions in heat-stressed boar model. *Reproductive Medicine and Biology*, v.14, p.171-177, 2015b.

LI, Y., LI, Z., JIA, X.; LI, C. Ambient high temperature induced cellular apoptosis and Nrf2/HO-1 signal pathway in testes of Bama miniature pigs. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*, v.49, n.6, p.1154-1162, 2018a.

LI, Y.; PIAO, Y.; NAGAOKA, K.; WATANABE, G.; TAYA, K.; LI, C. Preventive effect of tert-butylhydroquinone on scrotal heat-induced damage in mouse testes. *Genetics and Molecular Research*, v.12, n.4, p.5433-5441, 2013.

MICHOS, I.; TSAKMAKIDIS, I.; TSANTARLIOTOU, M.; TSOUSIS, G.; HADWEH, P.; BOSCO, C. Effect of seasonal infertility period on boar sperm proteins and quality characteristics. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, v.70, n.4, p.1875-1882, 2019.

OLIVEIRA, L.M.F.; YANAGI JUNIOR, T.; FERREIRA, E.; CARVALHO, L.G.; SILVA, M.P. Zoneamento bioclimático da região sudeste do Brasil para o conforto térmico animal e humano. *Engenharia Agrícola*, v.26, n.3, p.823-831, 2006.

PANDORFI, H.; 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, p.326-332, 2008.

PEÑA JR., S.T.; FELICITY STONE, F.; GUMMOW, B.; PARKER, A.J.; PARIS, D.B.B.P. Tropical summer induces DNA fragmentation in boar spermatozoa: implications for evaluating seasonal infertility. *Reproduction, Fertility and Development*, v.31, p.590–601, 2019.

PERDOMO, C.C.; KOZEN, E.A.; SOBESTIANSKY, J.; SILVA, A.P.; CORREA, N.I. Considerações sobre edificações para suínos. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO DE SUÍNOS, 4., 1985, Concórdia, SC. Anais... Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1985.

RAY, D.E.; HLBACH, T.J.; ARMSTRONG, D.V. Season and lactation number effects on milk production and reproduction of dairy cattle in Arizona. *Journal of Dairy Science*, v.75, p.2976, 1993.

RODRIGUES, N.E.B.; ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, E.T. Adaptações fisiológicas de suínos sob estresse térmico. *Revista Eletrônica Nutritime*, Artigo 110, v.7, n.2, p.1197-1211, 2010.

SANTOS, T.C.; CARVALHO, C.C.S.; SILVA, G.C.; DINIZ, T.A.; SOARES, T.E.; MOREIRA, S.J.M.; CECON, P.R. Influência do ambiente térmico no comportamento e desempenho zootécnico de suínos. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v.17, n.2, p.241-253, 2018.

SOUZA, P. Avaliação do índice de conforto térmico para matrizes suínas em gestação segundo as características do ambiente interno. 2002. 117p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

TOLON, Y.B.; BARACHO, M.S.; NÃÃS, I.A.; ROJAS, M.; MOURA, D.J. Ambiências térmica, aérea e acústica para reprodutores suínos. *Engenharia Agrícola*, v.30, p.1-13, 2010.

ZANARDO, J.A. Desempenho reprodutivo de varrões e matrizes suínas de diferentes linhagens durante as estações do ano. 2016. 94p. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. <http://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/17700/1/DesempenhoReprodutivoVarroes.pdf>