

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

JOÃO ANTONIO ZANARDO

**DESEMPENHO REPRODUTIVO DE VARRÕES E MATRIZES SUÍNAS DE
DIFERENTES LINHAGENS DURANTE AS ESTAÇÕES DO ANO**

**UBERLÂNDIA
2016**

JOÃO ANTONIO ZANARDO

**DESEMPENHO REPRODUTIVO DE VARRÕES E MATRIZES SUÍNAS DE
DIFERENTES LINHAGENS DURANTE AS ESTAÇÕES DO ANO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Doutorado, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de doutor em Ciências Veterinárias.

Área de concentração: Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Mauricio Machaim
Franco

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

UBERLÂNDIA
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

Z27d
2016 Zanardo, João Antonio, 1964
Desempenho reprodutivo de varrões e matrizes suínas de diferentes
linhagens durante as estações do ano / João Antonio Zanardo.
- 2016.
94 p. : il.

Orientador: Mauricio Machaim Franco.
Coorientadora: Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa
de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.
Inclui bibliografia.

1. Veterinária - Teses. 2. Suíno - Reprodução - Teses. 3.
Temperatura - Teses. I. Franco, Mauricio Machaim, 1965-. II.
Nascimento, Mara Regina Bueno de Mattos. III. Universidade Federal
de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.
IV. Título.

JOÃO ANTONIO ZANARDO

**DESEMPENHO REPRODUTIVO DE VARRÕES E MATRIZES SUÍNAS DE
DIFERENTES LINHAGENS DURANTE AS ESTAÇÕES DO ANO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Doutorado, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de doutor em Ciências Veterinárias.

Área de concentração: Produção Animal.

Uberlândia, 29 de abril de 2016.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Maurício Machain Franco
(Orientador – CENARGEN – EMBRAPA)

Prof. Dr. Robson Carlos Antunes
(Examinador – UFU)

Prof. Dra. Belchiolina Beatriz Fonseca
(Examinadora – UFU)

Prof. Dra. Eneida Cezar Mastrantonio
(Examinadora – UNIPAC)

Prof. Dr. Antonio Batista Sancevero
Examinador - UNITRI

Uberlândia
2016

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária pela oportunidade do curso de Doutorado.

Ao professor Robson Carlos Antunes pelo apoio, cooperação, estímulo e amizade.

À Empresa GRINPISA – (Grupo de Investimentos Privados S.A.) pela disponibilização de sua granja comercial para realização do experimento.

Ao meu Orientador Maurício Machaim Franco e Coorientadora Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento.

Aos professores, servidores e colegas de curso de Mestrado e Doutorado pelo estímulo e cooperação.

Dedico este trabalho a meus pais (In memoriam), esposa e filhos, pelo estímulo, carinho e apoio incondicional.

RESUMO

Na suinocultura industrial brasileira, apesar de avanços constantes no melhoramento genético, nutrição, e no manejo, ocorrem problemas de sazonalidade da produção de leitões desmamados principalmente devido às estações do ano que podem impactar diretamente na lucratividade. Estes problemas podem ser agravados devido às raças e linhagens utilizadas no Brasil serem todas de origem de países de clima temperado. Para o suinocultor é difícil determinar as relações entre temperaturas internas dos galpões, umidade relativa do ar e amplitudes térmicas máximas que possam proporcionar boas taxas reprodutivas para varrões e matrizes alojados em galpões convencionais. A falta de pesquisas para produção de índices ambientais para suínos de fácil interpretação, e que não dependam de aparelhos de manuseio complicado e de alto custo também é considerado um fator negativo pelos produtores. Objetivou-se com este experimento avaliar os efeitos das estações do ano sobre o desempenho reprodutivo de varrões Agrocères PIC 425, Agrocères PIC 337 e D.B. Dambred LM 6200, e de matrizes suínas Agrocères Canborough22, Penarlan Naima e DB90 Danbred, além de desenvolver-se um índice ambiental de fácil interpretação e utilização para suinocultores da região de Uberlândia – MG, utilizando-se das temperaturas máximas, precipitação pluviométrica acumulada mensal e da amplitude térmica do galpão. As características avaliadas durante as estações dos anos de 2013 e 2014 foram o volume e qualidade espermática dos ejaculados dos varrões e os principais índices reprodutivos de matrizes como número total de leitões nascidos vivos e número total de leitões desmamados/matriz/parto. A estação do ano que causou os piores resultados nas características reprodutivas de varrões e matrizes foi à primavera. Varrões de diferentes linhagens estão susceptíveis aos efeitos do estresse pelo calor da primavera ocasionando menor volume, concentração e problemas na morfologia espermática ($p < 0,05$). A primavera prejudica os índices reprodutivos das matrizes de diferentes linhagens ($p < 0,05$) e os suinocultores de Uberlândia estão sujeitos a prejuízos e evasão de receitas devido ao estresse térmico na reprodução que somados podem chegar a \$150.000,00 anuais para cada 1000 matrizes alojadas/ano.

Palavras-chave: Temperatura. *Sus scrofa domesticus*. Umidade relativa. Zona de conforto térmico. Amplitude térmica. Reprodução.

ABSTRACT

The industrial Brazilian pig farming despite of the constant advance in the genetic improvement, nutrition, and in handling, seasonality problems occur in the production of weaned piglet, mainly due to the stations of the year that can impact directly in the profitability. These problems can be deepen due to breed and line of decent used in Brazil are all source from tempered weather countries. To the pig farmer it's difficult to determine the relations between indoor temperature of the barns, relative humidity of the air and top thermal amplitude which can provide good reproductive rates for the boars and arrays lodged in conventional barns. The lack research to production of environmental indices of easy interpretation to pigs, which are not dependent of complicated handling machines and also which are not expensive is considered as a negative factor from the producers. the objective os this experiment is evaluate the effects of the stations of the year over the reproductive performance of the boars Agrocères PIC 425, Agrocères PIC 337 and D.B. Dambred LM 6200, and of arrays Agrocères Canborough 22, Penarlan Naima e DB90 Danbred, in addition develop an environmental index with easy interpretation and use to the pig farmers of the region of Uberlândia - MG, using the maxim temperatures, rainfall monthly accumulated and of the thermal amplitude of the barn. The features rated during the stations of the years 2013 and 2014 were the volume and spermatic quality of the boars and the mainly reproductive indexes of the arrays as the total number of piglets born alive and total number of weaned piglets/ array/ parturition. The station of the year which had the worst results in the reproductive feature of the boars and arrays was the spring. Boars from different line of decent are sensitive to the effects of stress of the heat of spring causing lowest volume, concentration and problems in the spermatic morphology ($p<0,05$). The spring prejudice the reproductive indexes of arrays from different line of decent ($p<0,05$) and the pig farmers of Uberlândia are subjected to operating losses and income evasion due to the thermal stress in the reproduction that added can reach \$150.000,00 annual for each 1000 arrays lodged/year.

Key-words: Temperature. *Sus scrofa domesticus*. Relative humidity. Thermal comfort zone. Thermal amplitude. Reproduction

SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	8
1.1	Introdução.....	8
1.2	Revisão de Literatura.....	11
1.2.1	<i>Termoreglação de suínos.....</i>	<i>11</i>
1.2.2	<i>Ambiente térmico para varões e matrizes suínas.....</i>	<i>13</i>
1.2.3	<i>Influência da temperatura, umidade e amplitude térmica na quantidade e qualidade espermática.....</i>	<i>15</i>
1.2.4	<i>Influência da temperatura, umidade e amplitude térmica na reprodução de matrizes suínas.....</i>	<i>17</i>
1.2.5	<i>Índices ambientais.....</i>	<i>20</i>
	REFERÊNCIAS.....	21
2	DESEMPENHO REPRODUTIVO DE VARRÕES COMERCIAIS DE DIFERENTES LINHAGENS DURANTE AS ESTAÇÕES DO ANO.....	29
2.1	Introdução.....	31
2.2	Materiais e Métodos.....	32
2.3	Resultados e Discussão.....	35
2.4	Conclusão.....	42
	Referências.....	43
	Tabelas.....	46
	Figuras.....	51
3	DESEMPENHO REPRODUTIVO DE MATRIZES COMERCIAIS DE DIFERENTES LINHAGENS DURANTE AS ESTAÇÕES DO ANO.....	57
3.1	Introdução.....	59
3.2	Materiais e Métodos.....	60
3.3	Resultados e Discussão.....	64
3.4	Conclusão.....	70
	Referências.....	71
	Tabelas.....	73
	Figuras.....	77
	ANEXO I.....	84

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 Introdução

O Brasil se mantém como quarto produtor e exportador mundial de carne suína nos últimos anos, com um crescimento de 330,3% entre os anos 2000 a 2012, exportando carne de qualidade para diversos países em todo o mundo (Tabela 1). Os volumes exportados de carne suína pelo Brasil estão em torno de 10% do total mundial exportado gerando divisas de mais de US\$ 1 bilhão por ano ao país (MAPA, 2012).

Tabela 1 – Principais países exportadores de carne suína entre 2000 e 2012 em milhões de toneladas de carnes exportadas ao ano.

	2000	2012	Crescimento %
União Europeia	1,470	3,130	112,9
Estados Unidos	0,592	2,262	282,1
Canadá	0,636	1,189	86,9
Brasil	0,135	0,581	330,3
Chile	0,030	0,271	803,3
China	0,073	0,235	221,9
Outros Países	0,699	0,368	-
TOTAL	3,635	8,037	121,1

Fonte: Adaptado de Roppa, (2014).

O maior desafio da suinocultura industrial brasileira de acordo com Hännas (1999) está relacionado à exploração racional e sustentável dentro do potencial genético dos animais, porém os avanços tecnológicos em genética, nutrição e sanidade obtidos na produção de suínos no Brasil nos últimos anos têm sofrido sérias limitações devido a fatores ambientais. Especialmente em regiões com temperaturas, umidade relativa e amplitudes térmicas elevadas, os desafios são muitos e devem ser considerado para o sucesso do bem-estar e da produção animal Yanagi (2006).

Segundo Assunção (2012), em Uberlândia-MG predomina um clima dividido em dois períodos bem distintos ao longo do ano, com duração variando entre cinco e sete meses cada. A estação chuvosa e quente tem início em outubro e se estende até março e a estação seca se estende de abril a meados de setembro, com uma pequena diminuição na temperatura do ar

em junho e julho, embora a temperatura média mensal fique acima dos 18°C e onde grandes amplitudes térmicas são registradas (Tabela2).

Tabela 2: Médias mensais de precipitação em mm, temperaturas máximas e mínimas, em graus Celsius, Uberlândia de 2013 a 2014.

Mês	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Precipitação em mm	272	201	191	80	28	13	11	9	48	146	193	287
Temperatura média em °C	23,1	23,2	22,5	21,3	19,5	18,3	18,8	20,7	22,4	22,9	22,8	22,6
Temperatura mínima em °C	17,9	17,9	17,3	15,2	12,9	11,2	11,4	13,4	15,7	17,0	17,6	17,4
Temperatura máxima em °C	28,4	28,5	27,8	27,4	26,1	25,4	26,2	28,0	29,1	28,9	28,1	27,9

Fonte: Adaptado de INMET/Estação Climatológica da Universidade Federal de Uberlândia.

As principais raças e linhagens de suínos utilizados na produção nacional de suínos têm sua origem em países de clima temperado e não são totalmente adaptadas às condições climáticas brasileiras. A maior parte da produção da suinocultura nacional se concentra nos estados da região Sul com temperaturas médias e máximas anuais inferiores as das regiões Sudeste e Centro-oeste. Até a década de 90 a região Centro Oeste e o Triângulo Mineiro no estado de Minas Gerais não tinham importância econômica na produção de suínos destinados à indústria. Contudo, com o grande aumento na produção de grãos na região e uma maior facilidade de obtenção de financiamento, a produção de suínos nestas regiões foi se intensificando em ritmo acelerado (FOLADOR, 2012).

Apesar de atualmente ainda ser elevada a concentração da produção de suínos nos estados da região Sul, vem ocorrendo uma expansão da suinocultura para outras regiões como a Centro Oeste e algumas áreas específicas do Sudeste como o Triângulo Mineiro. Grandes plantas frigoríficas instalaram-se nessas regiões, com o intento de diminuir o custo de produção dada à proximidade de matéria prima para fabricação de ração, pela disponibilidade de área para deposição dos dejetos e facilidade na logística de distribuição da produção (CIAS, 2011).

Comparando o abate de suínos no Brasil entre os anos de 2011 e 2012, segundo o IBGE (2012), o destaque foi a Região Sudeste, única a apresentar crescimento de 1,1%, graças ao incremento de 11,2% no abate de Minas Gerais com especial participação da região do

Triângulo Mineiro e da cidade de Uberlândia. Em contrapartida, o estado de Santa Catarina, que lidera o ranking nacional, registrou queda de 6,4% no número de cabeças abatidas, determinando variação negativa de 0,6% no abate para a Região Sul.

A cidade de Uberlândia assumiu em 2015 a liderança nacional em número de suínos alojados chegando a atingir um rebanho de 910 mil cabeças, 2,4% do total do rebanho nacional, garantindo importância econômica e social desta atividade para o município. St-Pierre et al. (2003), ao estudarem a influência dos elementos climáticos sobre a produção dos animais domésticos nos Estados Unidos da América, estimaram um prejuízo anual de mais de US\$ 2,4 bilhões, sendo que a suinocultura contribuiu com aproximadamente US\$ 299 milhões do total. Devido às instalações para criação de suínos em Uberlândia serem na grande maioria convencionais sem utilização de climatização, pode ocorrer uma maior susceptibilidade dos animais aos elementos climáticos do que nas instalações norte-americanas acarretando grandes prejuízos no desempenho reprodutivo de verrões e matrizes suínas.

Os índices ambientais são utilizados para medir a interação de um complexo de fatores ou elementos climáticos para se determinar a magnitude de todos os processos de troca de calor entre o animal e o ambiente (FERREIRA, 2005). Não existe na literatura até o momento, um índice bioclimático específico para verrões e matrizes de fácil utilização pelo produtor, e que utilizem dados da temperatura máxima interna do galpão, da precipitação pluviométrica e amplitude térmica.

Objetivou-se com este experimento, avaliar a influência das estações do ano sobre desempenho reprodutivo de verrões e matrizes de suínos de diferentes linhagens sobre as seguintes características: volume de sêmen produzido por ejaculado, concentração espermática, morfologia espermática de cabeça e cauda dos espermatozoides, motilidade espermática, vigor espermático, taxa de retorno ao cio, intervalo desmame primeira cobertura, número total de leitões nascidos/parto, número e massa de leitões nascidos vivos/parto, percentual de natimortos, percentual de mumificados, número e massa corporal dos leitões ao desmame e a elaboração de um índice ambiental para verrões e matrizes utilizando a temperatura máxima interna do galpão, precipitação pluviométrica em milímetros e amplitude térmica interna do galpão em Uberlândia - MG.

1.2 Revisão de Literatura

1.2.1 Termorregulação em suínos

De acordo com Bridi (2010), os suínos tem grande dificuldade de adaptação ao calor, principalmente devido seu elevado metabolismo, camada de tecido adiposo e de glândulas sudoríparas queratinizadas levando a espécie a utilizar constantemente de ajustes fisiológicos para manter sua homeostase. Os suínos utilizam dos processos de condução, radiação, convecção e evaporação para dissipar o calor produzido pela sua atividade metabólica. Dos processos de perda de calor, condução, radiação e convecção são consideradas trocas sensíveis, e dependem de um diferencial de temperatura entre o animal e o meio ambiente. Já a evaporação, é considerada como mecanismo de transferência de calor latente (SILVA, 2008; DESHAZER; HAHN; XIN, 2009).

Em conjunto, aumento da temperatura, umidade relativa do ar e amplitude térmica levam os suínos a colocar em funcionamento mecanismos para minimizar sua produção de calor e dissipar o calor corpóreo extra. À medida que a temperatura ambiente se eleva, a dissipação de calor latente por evaporação assume a maior participação na dissipação de calor total para o ambiente (FERREIRA, 2005). Os suínos podem perder de 60 a 70% do calor corporal total por resfriamento evaporativo pelo aumento dos movimentos respiratórios e passa a ser o único processo disponível de perda de calor quando a temperatura ambiente excede a temperatura medida na pele do suíno (ROBINSON, 2004).

A temperatura corporal normal de suínos oscila entre 37,8 e 38,5°C, com frequência respiratória variando de 15 a 25 movimentos por minuto que se altera rapidamente com o aumento da temperatura e umidade relativa do ar, podendo a frequência respiratória exceder 40 movimentos por minuto (ROZEBOOM et al., 2000; WETTERMANN; BAZER, 1985). Concluíram que durante ou imediatamente após períodos de elevadas temperaturas, pode ser observado aumento da frequência respiratória e da temperatura retal indicando uma resposta do organismo ao estresse térmico.

A zona de termo neutralidade dos suínos com os pontos de temperaturas críticas máximas e mínimas estão ilustradas na (Figura 1). Os limites da zona de conforto são denominados de temperatura crítica inferior (TCI) e temperatura crítica superior (TCS) (LEALE; NÃÃS, 1992).

FIGURA 1. Zona de termoneutralidade dos suínos com os pontos de temperaturas críticas máximas e mínimas



Fonte: Adaptado de Sousa, 2002.

Na zona de conforto térmico ou zona de termo neutralidade (ZCT), os animais não terão a necessidade de realizar ajustes fisiológicos ou comportamentais para manter sua temperatura corporal. Em temperaturas abaixo de 12°C (TCI) ocorre produção de calor e, de acordo com Silva (2008), serão utilizadas as reservas corporais do animal para produção de calor com grande gasto energético. Se a temperatura extrapolar 27°C (TCS), o animal lança mão de seus mecanismos fisiológicos de dissipação do calor corpóreo excedente, como respiração ofegante, busca por locais mais úmidos e ventilados.

Segundo Anderson (1988), os animais domésticos regulam a perda e ganho de calor para manterem a temperatura corporal dentro de um limite estreito. Para isso utilizam receptores termossensíveis localizados no sistema nervoso central, pele e alguns órgãos internos. Numerosos neurônios termossensíveis na área pré-óptica do hipotálamo aumentam sua frequência de “disparo” ao mínimo aumento de temperatura local, desencadeando uma série de mecanismos dissipadores de calor. As informações provenientes dos neurônios termossensíveis centrais e periféricos são integradas no hipotálamo para regular os mecanismos de perda ou conservação de calor. As respostas ao estresse causadas pelo calor são vasodilatação periférica e maior resfriamento por evaporação através da ofegação.

Uma série de hormônios como os adrenocorticotróficos (ACTH), glicocorticoides, catecolaminas estão envolvidos na resposta ao estresse. A glândula adrenal tem um papel chave nas reações hormonais do estresse devido estar envolvida no eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal (Mostl e Palme 2002).

É normal que a deposição de gordura aumente com a idade dos suínos, o que é benéfico nas condições de frio, pelo maior isolamento térmico dos animais, com redução na dissipação de calor corporal, o que contribui para utilização da energia remanescente para o

crescimento e ganho de peso dos animais. Entretanto em condições de elevadas temperaturas, o acúmulo de gordura dificulta a perda de calor, e aumenta a probabilidade do animal entrar em um quadro de estresse calórico crônico (FERREIRA, 2005).

1.2.2 *Ambiente térmico para varrões e matrizes suínas*

Os altos índices de temperatura e umidade relativa, principalmente durante os meses mais quentes e úmidos, podem prejudicar a eficiência reprodutiva dos varrões suínos (WETTEMANN et al., 1976). O conforto térmico nas instalações de varrões era considerado um problema secundário na suinocultura, porém fatores ambientais como temperatura, umidade relativa do ar, e alta amplitude térmica podem exercer efeitos diretos e indiretos sobre suínos de todas as idades, sexo e fases de produção (CAVALCANTE, 1998).

Devido à sua origem, os suínos são evolutivamente adaptados a clima temperado, mas largamente produzidos em regiões de clima quente e úmido como no Brasil (BLOEMHOF et al., 2008). Perdomo et al. (1985) consideram que a temperatura ideal para reprodutores suínos se situa entre 12 e 21°C, sendo a crítica inferior de 12°C e a crítica superior à de 26°C. Já Curtis (1983) afirma que a zona de termoneutralidade do varrão deve estar entre 18 e 22°C. A umidade relativa deve ficar entre 50 e 70% (TOLON et al., 2010). Em varrões alojados em galpões com alta temperatura foi observado esterilidade sazonal, degeneração do epitélio germinativo e redução da porcentagem de espermatozoides normais (JAINUDEEN; HAFEZ, 1995).

Todo estímulo ambiental sobre um suíno, principalmente em sistema de confinamento que sobrecarregue os seus sistemas de controle, aumentam o potencial de estresse. As instalações para produção de suínos devem visar o controle dos fatores bioclimáticos, principalmente a temperatura ambiental e amplitude térmica. No Brasil, as variações ambientais são amenizadas com a utilização de diferentes materiais de construção, dimensionamento dos espaços físicos disponíveis, densidade e diferentes sistemas de ventilação e refrigeração (SILVA, 1999).

Suriyasomboon et al. (2005) estudaram o efeito da temperatura e umidade relativa em instalações convencionais e climatizadas sobre a morfologia espermática de varrões da raça Duroc na Tailândia. Constataram que o aumento da temperatura e umidade relativa prejudica a morfologia espermática e que os percentuais de anormalidades espermáticas são menores nas instalações climatizadas.

No município de Uberlândia-MG ocorre predomínio de instalações para varrões construídas em alvenaria com presença de ventiladores e sem sistema de climatização/refrigeração principalmente devido ao alto custo da implantação e falta de informação dos produtores quanto às melhorias efetivas dos sistemas sobre os índices reprodutivos.

Os suínos são animais homeotérmicos que apresentam máximo desempenho zootécnico quando submetidos a ambientes mais próximos à sua zona de conforto térmico o que não ocorre com frequência em algumas regiões nos países de clima tropical (ORLANDO et al., 2001). Os atuais padrões de definição do alojamento de varrões e matrizes estão desatualizados em termos de produção de calor pelos animais (BROWN-BRANDL et al., 2001). Varrões de raças de origem de países de clima temperado criados no Brasil em galpões convencionais, tem dificuldade de estarem alojados dentro de sua zona de conforto térmico na maioria das regiões do Brasil. Além da camada de gordura subcutânea, ocorre produção de calor corporal como resultado das atividades metabólicas normais. A produção de calor também é influenciada por alguns fatores como nutrição, características de isolamento térmico das instalações, tamanho, massa corporal, além do efeito do ambiente onde o animal está alojado Baêta e Souza (2012) e Quiniou e Noblet (1999).

Segundo Black et al. (1993), a temperatura recomendada para alojamento de matrizes suínas varia de 12 a 22°C, e a melhor faixa de umidade relativa do ar, conforme Moura (1999), pode variar entre 50 a 70%. A temperatura de termoneutralidade da matriz suína lactante, segundo Black et al. (1993) e Kemp e Verstegen (1987), está situada entre 16 e 22°C e de matrizes gestantes entre 18 a 21°C.

As matrizes suínas utilizam de várias estratégias comportamentais para tentar manter a homeostase, porém estes mecanismos são insuficientes para manter o animal em conforto térmico e bem estar animal nas regiões de clima tropical, principalmente em determinadas estações do ano. Os galpões de gestação e maternidade devem visar o controle dos fatores climáticos, principalmente a temperatura ambiental e amplitude térmica. No Brasil, de acordo com Silva (1999), as variações ambientais são amenizadas pela utilização de diferentes materiais de construção, dimensionamento dos espaços físicos disponíveis, densidade e diferentes sistemas de ventilação e refrigeração.

Segundo Prunier, Messias de Bragança e Le Dividich (1997), Nunes et al. (2003) e Romanini et al. (2008), o efeito da temperatura, umidade e amplitude térmica sobre as matrizes suínas de todas as ordens de parto podem causar problemas reprodutivos como

retardamento da maturidade sexual, interrupção da gestação, diminuição das taxas de fertilidade, aumento das taxas de retorno ao cio, abortos, aumento da mortalidade embrionária, aumento no número de mumificados, e na redução do percentual de nascidos vivos.

1.2.3 Influência da temperatura, umidade e amplitude térmica na quantidade e qualidade espermática

O desempenho reprodutivo é essencial quando se trata de assegurar resultados satisfatórios que gerem a maximização da lucratividade da suinocultura. Técnicas que aumentem os resultados reprodutivos vêm sendo cada vez mais empregadas, sendo a inseminação artificial (IA) um recurso muito utilizado atualmente, mas para sua efetividade, o varrão deve produzir constantemente boa quantidade de espermatozoides com elevada capacidade de fecundação (MARTINS, 2011).

Além de influenciarem diretamente na função testicular dos varrões, as altas temperaturas ambientais, podem fazer com que os suínos tenham um menor apetite e alimentem-se menos, acarretando em desequilíbrio nutricional, afetando diretamente a qualidade do sêmen Rinaldo et al. (2000). Estudos indicam que algumas substâncias adicionadas à ração podem melhorar a concentração espermática de suínos sob estresse térmico. Cabezón et al. (2016) estudaram a adição de vários níveis de betaína natural na ração de varrões, e concluíram que a adição de 0,63% de betaína na ração melhora a concentração espermática, sem efeitos negativos sob a morfologia dos espermatozoides.

A luz ou o fotoperíodo podem influenciar na qualidade dos espermatozoides e libido dos reprodutores. O ajuste artificial da duração do dia ou a administração de melatonina exógena podem exercer um efeito positivo no desempenho reprodutivo dos reprodutores em meses com altas temperaturas, umidade relativa e amplitude térmica (ANDERSSON, 2000).

Varrões submetidos a altas temperaturas ambientais têm sua fertilidade reduzida, pois tais condições podem causar uma degeneração testicular leve à moderada. Estes machos produzem ejaculados com menor concentração de espermatozoides, alta porcentagem de células espermáticas anormais e diminuição da motilidade e do volume espermático. A porcentagem de células espermáticas anormais é um parâmetro de avaliação seminal importante, pois provê informação sobre a eficiência da espermatogênese e facilita a seleção de machos para programas de inseminação artificial Suriyasomboon (2005), A correlação entre o estresse causado pelas altas temperaturas ambientais e a diminuição de volume do

sêmen e da concentração espermática pode ser atribuída à indução da produção excessiva de hormônios corticosteroides ocasionada pelo estresse (KUNAVONGKRIT et al., 2005).

Huang et al. (2000) analisaram sêmen coletado no verão e inverno. Verificaram que existe uma correlação da presença da proteína (HSP70) denominada proteína do choque térmico e a qualidade espermática, sendo a presença desta proteína menor nos espermatozoides produzidos no verão em relação ao inverno.

Em suínos alojados em instalações com altas temperaturas o hormônio cortisol aumenta rapidamente, mas nas 72 horas seguintes retorna praticamente aos níveis normais. Isto indica a adaptação dos suínos às diversas temperaturas ambientais, embora as temperaturas altas durante o dia e baixas durante a noite, ocasionando alta amplitude térmica, dificultem a adaptação (VELLOSO, 2008). Os suínos são mais sensíveis ao estresse térmico quando altas temperaturas são associadas a amplitudes térmicas superiores a 10°C e umidade relativa do ar acima de 90% (KUNAVONGKRIT et al., 2005).

Varrões podem tornar-se letárgicos e demonstrar certa resistência em realizar a monta em manequins, ou até mesmo em fêmeas suínas devido ao estresse térmico que também prejudica o tempo de ejaculação total (WETTEMANN et al., 1979). A libido do macho é reduzida quando fatores como estresse térmico e subnutrição estão presentes. Varrões submetidos a condições de estresse térmico sofrem diminuição da circulação de testosterona, o que provavelmente contribui com a diminuição da libido. Este fato foi observado por Kozdrowski e Dubiel (2004), que observaram que, em varrões adultos, a massa testicular e o nível de testosterona são maiores no inverno, quando comparados ao verão.

De acordo com Bortolozzo et al. (2003), a produção espermática varia de acordo com o macho, raça, época do ano, meio ambiente, idade, nível nutricional e tamanho dos testículos. Nesse sentido, o fornecimento de condições ambientais adequadas para a plena produção espermática, utilizando sistemas de ambiente controlado ou ventilação e aspersão, são fundamentais para melhorar a qualidade dos ejaculados. Ainda segundo os autores, machos adultos podem ser submetidos a duas ou, até mesmo, a três colheitas semanais, sem que haja comprometimento da sua capacidade de produção espermática, enquanto machos jovens podem ser coletados uma a duas vezes por semana.

Os testículos possuem dupla função: espermatogênese e secreção dos hormônios esteroides. A espermatogênese, estimulada pelo Hormônio Folículo Estimulante (FSH) e aumentada pela ação dos andrógenos, principalmente a testosterona. Esse processo, que ocorre nos túbulos seminíferos, dura em torno de 40 a 60 dias na maioria dos mamíferos

estudados, sendo dividido em três fases: mitótica, meiótica e espermiogênese (COSTA; PAULA, 2003).

Apesar da liberação dos espermatozoides no lúmen dos túbulos seminíferos, marcar o final da espermatogênese, tal célula ainda não está pronta para fecundar o óvulo, precisando sofrer, ainda, uma série de modificações que vão desde aquelas que ocorrem durante o trânsito do epidídimo (maturação espermática), até aquelas que vão se ocorrer no trato reprodutivo da fêmea (capacitação espermática) (Costa; Paula, 2003). Segundo Aguiar et al. (2006), as gonadotrofinas (LH e FSH) controlam a proliferação e a diferenciação das células de Sertoli e Leydig desde a fase pós-natal, de modo que os esteroides e fatores de crescimento secretados por estas células têm ação direta ou indireta sobre o desenvolvimento das células germinativas.

As células de Leydig são estimuladas por pulsações de LH hipofisário para a secreção de andrógenos. Os andrógenos produzidos pelas células de Leydig se difundem junto às células de Sertoli adjacentes e são secretados dentro do sangue, onde alimentam retrogradamente o hipotálamo e a hipófise para bloquear a liberação de LH adicional. A testosterona exerce um feedback negativo sobre o hipotálamo e pituitária anterior, possivelmente pela liberação de opióides endógenos. Portanto, conforme Bearden e Fuquay (1992), altas concentrações de testosterona inibem sua liberação no nível do hipotálamo (GnRH) e hipofisário (FSH e LH), enquanto baixas concentrações permitem sua liberação.

A outra gonadotrofina, FSH, estimula a produção de proteína fixadora de andrógeno (Androgen Binding Protein – ABP) e Inibina pelas células de Sertoli. ABP forma um complexo com andrógeno e é transportado com os espermatozoides para dentro do epidídimo, onde controlam as funções normais das células epiteliais destes (COSTA; PAULA, 2003).

Ainda segundo Bearden e Funquay (1992), testosterona e FSH agem através das células dos túbulos seminíferos para estimular a espermatogênese. Altas concentrações de testosterona em fluidos que envolvem os túbulos seminíferos (100 a 300 vezes maior do que no plasma periférico) são aparentemente essenciais para uma espermatogênese normal.

1.2.4 Influência da temperatura, umidade e amplitude térmica na reprodução de matrizes suínas

A taxa de parição é afetada por falhas reprodutivas que podem ser influenciadas por fatores ligados aos fluxos de atividades do manejo de leitoas e porcas desmamadas, e também

por fatores específicos acompanhados ou não de enfermidades da matriz. Uma meta de taxa de parição de 90% ou superior é realista para sistemas de produção de suínos de alto desempenho no Brasil (SILVEIRA, 2007).

Para alguns rebanhos brasileiros, aparentemente todo o primeiro semestre verão/outono se caracteriza por uma queda no desempenho reprodutivo independentemente da região devido a falhas na fecundação ou morte embrionária precoce não ocorrendo o reconhecimento da gestação e, conseqüentemente, retorno ao estro (MEREDITH, 1995). No Leste Europeu, Almond e Bilkei (2005) verificaram que existe também infertilidade sazonal em matrizes no verão além de maiores taxas de retorno ao cio e maiores intervalo desmame primeira cobertura.

Vargas et al. (2006) concluíram que a expulsão do feto, ou aborto, antes dos 110 dias de gestação, é causada por fatores não infecciosos em mais de 60% dos casos, e estes fatores genéricos causadores de aborto ligados ao clima são fotoperíodo decrescente, temperaturas extremas, queimaduras solares e velocidade excessiva dos ventiladores. No Japão, Lida e Koketsu (2015) verificaram que o risco de aborto aumenta com o aumento da temperatura de 20°C para 30°C e devido a este aumento no número de abortos ocorre uma redução de 0,4 leitões nascidos totais por parto.

Na Tailândia, Suriyasomboon et al. (2005) em estudo que verificou a influência de galpões climatizados ou não no desempenho de matrizes e varrões não encontraram diferenças entre os dois sistemas nas características reprodutivas de ambos os sexos. A eficiência produtiva da suinocultura, segundo Dial et al. (1992), está diretamente relacionada à eficiência reprodutiva que é medida pelo número de leitões produzidos por fêmea por ano (DIAL et al., 1992). Amaral et al. (2000) verificaram que entre os fatores de risco associados ao desempenho reprodutivo da fêmea suína as principais variáveis foram: antecedente reprodutivo, infecção urinária, temperatura retal no dia da cobrição e até quatro dias após, tempo de cobrição, método de cobrição e soroconversão para parvovírus.

Fêmeas com hipertermia durante a inseminação produziram em média 0,9 leitões a menos por parto (BORTOLOZZO et al., 1997; AMARAL et al., 2000). A temperatura retal acima de 39°C nos quatro dias após a cobrição se torna um alto fator de risco de produção de leitegadas pequenas (VANNIER, 1987). A habilidade dos animais homeotérmicos manterem sua temperatura corporal depende das condições ambientais. Quando a temperatura do ambiente nas instalações é maior que a temperatura do animal ocorre limitação da perda de calor oriundo do metabolismo (SCHIMIDT-NIELSEN, 2002).

Barnett et al. (2001) afirmam que o ambiente térmico nas instalações de suínos é um dos temas mais relevantes para o bem-estar, em função destes animais, serem inábeis em suar. O estresse provocado pelo calor provoca respostas fisiológicas dos suínos e Willians (2009) verificou que uma destas respostas é a intensificação da vasodilatação periférica. Brown-Brandl et al. (2001) mostraram que o aumento da temperatura do ar acima de 22° C aumenta a frequência respiratória para ajudar no aumento da perda de calor.

A influência negativa da temperatura, umidade relativa e estações do ano sobre a fertilidade de varrões e matrizes foram descritas por Tammaruk et al. (2010) em condições de campo na Tailândia. Resultados de Omtvedt et al. (1971) mostraram que matrizes são mais resistentes a altas temperaturas no meio da gestação e mais susceptíveis nas duas primeiras e nas duas últimas semanas de gestação.

Em diversos países, pesquisas estão sendo conduzidas para avaliar o desempenho reprodutivo de varrões e matrizes em galpões convencionais e galpões climatizados. De acordo com Zhao et al. (2015), ocorrem vários problemas reprodutivos e aumento do descarte de matrizes devido ao aumento da temperatura e umidade relativa do ar no verão do Sul da China e os autores recomendam sistemas de climatização para diminuir o prejuízo dos produtores da região.

Nas fêmeas submetida ao estresse térmico nota-se, retardamento da maturidade sexual, interferência na competência do óvulo, diminuição das taxas de fertilidade, aumento das taxas de retorno ao cio, aumento da mortalidade embrionária, aumento no número de mumificados, ou mesmo redução de nascidos vivos (TAMMARUK et al., 2010).

1.2.5 Índices Ambientais

Os índices ambientais utilizados na biometeorologia surgiram em 1958 com o desenvolvimento do índice de temperatura e umidade para humanos (ITU). Em geral, para o desenvolvimento de um índice são considerados dois ou mais elementos meteorológicos e tipos de isolamento das instalações para produção de animais (FERREIRA, 2005). A utilização dos índices ambientais permite uma melhor avaliação da situação ambiental e possibilita a comparação dos resultados zootécnicos em diferentes regiões de um país (BAÊTA; SOUZA, 2012).

Segundo Lalon (1997), os índices ambientais servem para caracterizar ou quantificar as diferentes zonas de conforto adequadas as diferentes espécies de animais. Os índices são de interesse dos produtores, pois conseguem quantificar em uma única variável o estresse

térmico sofrido pelos animais, a partir das condições meteorológicas existentes em um dado momento.

O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) é considerado, por vários autores o mais adequado para avaliar o conforto térmico do ambiente, nas condições em que os animais são expostos a radiação solar, e combina efeitos da radiação, velocidade do ar, temperatura do bulbo seco e bulbo úmido. Apesar de ter sido desenvolvido com vacas leiteiras tem sido também utilizado em pesquisas com aves e suínos (FERREIRA, 2005).

Metodologias de pesquisa trabalham no estabelecimento de índices e tabelas ambientais para ajudar os produtores e técnicos de campo a identificar a combinação dos fatores bioclimáticos que quantificam o conforto térmico dos animais de forma simplificada com equipamentos simples e fácil manuseio.

REFERÊNCIAS:

- AMARAL, A. L. et al. Fatores de risco associados ao desempenho reprodutivo da fêmea suína. In: **Arq.Bras.Med.Vet.Zootec.** Belo Horizonte: [s.n.]:2000.vol.52 n.5.
- AMORIM, R. N. L.; COSTA, R. C.; REIS, M. **Manejo reprodutivo de suínos.** Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró. 2010.
- ALMOND, P.K.; BILKEI, G. Seasonal infertility in large pig production units in an Eastern-European climate. In: **Australian Veterinary Journal.** 2005. v.83. p. 344-346.
- ANDERSON, B.E. **Dukes Fisiologia dos Animais Domésticos.** Ed.10.[S.l.]:Editora Guanabara, 1988. 799 p.
- ANDERSSON H. Photoperiodism in pigs: studies on timing of male puberty and melatonin. Thesis, Swedish University. In: **Agricultural Science.** Uppsala, Sweden: [s.n.],2000. vol. 90. p. 46.
- ASSUNÇÃO, W.L. Os baixos níveis da umidade relativa do ar no período de inverno dos anos de 2010 e 2011 na região Central do Brasil:O exemplo de Uberlândia –MG. In: **Revista Geonorte.**[S.l.] 2012. Ed.Especial 2, V.1, N.5, p 1103 – 1114.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais conforto térmico.** Viçosa: UFV, 2012. 246 p.
- BARNETT, J.L. et al. A review of the welfare tissues for sows and piglets in relation to housing. In: **Australian journal of Agricultural Research.** Victoria:[s.n.],Jan. 2001.v.52. p1-28.
- BEARDEN, H. J, FUQUAY, J. W. Nutritional management. In: Applied Animal Reproduction. In: **Pretice Hall.** Englewood Cliffs, NJ: [s.n.],1992. p. 283-292.
- BENNEMANN, P.E. Técnicas de avaliação, contagem, processamento, diluição e envase do sêmen suíno. In:ABCS – Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Produção de suínos:**teoria e prática.Brasília, DF: 2014.
- BENNERMANN, P.E.; BORTOLOZZO, F.P.; WENTZ, I.; CARDOSO, M.R.I. Motilidade espermática e integridade acrossomal em doses de sêmen suíno refrigeradas e inoculadas com *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. In: **Ciência Rural.** [S.l.;s.n.], 2000. v.30, p.313-318.
- BISPO, D.L.N.; PEREIRA, O.C.M. Importância do conhecimento das alterações induzidas pelo estresse em animais domésticos. In: **Interciência.** Venezuela:[s.n.],1994. v. 19, n. 2, p. 72-74.
- BLACK, J. L. et al. Lactation in the sow during heat stress. In: **Livestock Production Science.** Amsterdam: [s.n.], May 1993.v. 35, n.1, p. 153-170.
- BLOEMHOF, S. et al. Sow line differences in heat stress tolerance expressed in reproductive performance traits. In: **Journal of Animal Science.** [S.l.: s.n.], 2008. 86, 3330 – 37.

BORTOLOZZO, F.P.; WENTZ, I.; BRAND, G. Influência da temperatura corporal sobre a eficiência reprodutiva em fêmeas suínas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8. Foz do Iguaçu, PR. **Anais...Concórdia: EMBRAPA-CNPSA**, 1997. p.281-282.

BORTOLOZZO, F.P. et al. Técnicas associadas à inseminação artificial no suíno que visam à redução do número de espermatozoides necessários por fêmea ao ano. In: **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. [S.l.] 2003. v.27, p.133-139.

BORTOLOZZO, F.P.; WENTZ, I. **Inseminação artificial na suinocultura tecnificada**. Porto Alegre: Pallotti, 2005. 185 p.

BREUNER, C.W.; ORCHINIK, M. Plasma binding proteins as mediators of corticosteroid in vertebrates. In: **J Endocrinol**. v.175, p.99-112, 2002.

BRIDI, A.M. **Adaptação e Aclimação Animal**. Disponível em: <www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/AdaptacaoeAclimatacaoAnimal.pdf> Acesso em: ago, 2014.

BROWN-BRANDL, T.M.; EIGENGERG, R.A.; NIENABER, J.A. et al. Thermoregulatory profile of a newer genetic line of pigs. In: **Livestock Production Science**. 2001. v.71, p.253-260.

CABEZÓN, F.A. et al. Effect of natural betaine on estimates of semen quality in mature Al boars during summer heat stress. In : **Animal Reproduction Science**. 2016. v.94, p.124-130.

CAVALCANTI, S. S. **Suinocultura dinâmica**. Belo Horizonte: Itapuã Editora e Gráfica, 1998. 494p.

CENTRAL DE INTELIGÊNCIA DE AVES E SUÍNOS. **Distribuição espacial da produção de suínos no Brasil**. Out. 2011. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/cias/index.php?option=com_content&view=article&id=59>. Acesso em: 22, nov.2012.

CLAUS R., WEILER U, WAGNER H-G. Photoperiodic influences on reproduction of domestic boars. II. Light influences on semen characteristics and libido. In: **J Vet Med Series A**. [S.l.] 1985. v. 32:99–109.

COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL – CBRA. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. Belo Horizonte: [s.n.]1998. 2.ed. 49p.

CORRÊA, M.N. et al. **Inseminação artificial em suínos**. 1ed. Pelotas: Printpar, 2001.

COSTA, D.S, PAULA, T. A. R. Espermato gênese em Mamíferos. In: **Scientia**. Vila Velha (ES): Sociedade Educacional do Espírito Santo: jan./dez, 2003. v. 4, n.1/2.

CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. Iowa: Iowa State University Press, 1983. 409 p.

DIAL, G.D. et al. Reproductive Failure: differential diagnosis. In: LEMAN, A.D. et al. **Diseases of Swine**. 7 ed. Ames: Iowa State University Press. 1992. p. 88-137.

DIAS, C. P. et al. **Avaliação da Produtividade Espermática de Cachaços Submetidos a Fatores Estressantes**. Porto Alegre: [s.n.] 2001.

DONIN, D.; HEINEMANN, R.; MOREIRA, N. Estresse térmico e suas consequências sobre as características do sêmen de machos suínos. In: **Ver. Bras. Reprodução Animal**. Belo Horizonte, 2007. v.31, n.4, p.456-461.

ESTIENNE, M. J. Keep boars cool during summer. In: **Livestock Update**. Virginia Cooperative Extension. 2000.

FERNANDES, C.D. et al. **Influência sazonal na qualidade do sêmen suíno em granja comercial no sul de minas gerais**. Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Departamento de Medicina Veterinária – Setor de Fisiologia e Farmacologia, 2010.

FERIN, M. Stress and the reproductive cycle. In: **J Clin Endocrinol Metab**. 1998. v.84,p.1768-1774.

FERREIRA, R.A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005. 371p.

FOLADOR, D. **Carne suína - A importância dos estados na suinocultura brasileira**. 2012. Disponível em: <www.observasc.net.br/agriculturafamiliar/index.php/producaoanimal/ambiente/774-carne-suina-a-importancia-dos-estados-na-suinocultura-brasileira> Acesso em: 08,out. 2013.

FRENEAU, G. E; FERREIRA, J. D. J; SOBESTIANSKY, J. Avaliação das características seminais de varrões mantidos em centrais de inseminação artificial com ambiente climatizado e não climatizado durante 12 meses. In: **Ciência Animal Brasileira**. Goiânia, GO.: out./dez.2012. v. 13, n. 4. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/18029>>. Acesso em: out. 2013.

GARCIA-HERREROS, M. et al. Standardization of samples preparation staining and sampling methods for automated sperm head morphometry analysis of boar spermatozoa. In: **Int J Androl**. 2006. v.29,p.553-563.

GONÇALVES, P.B.D.; FIGUEIRETO, J.R.; FREITAS, V. J.F. **Biotécnicas aplicadas à reprodução animal**. 2ed.São Paulo: ROCA,2008. 628p.

GOULDINE, J.L.; BIDANELI, J.P.; NOBLET, J. et al. Rectal temperature of lactating sows in a tropical humid climate according to breed, parity and season. In: **Asian-Australasian Journal of Animal Science**. [s.n.],2007. v. 20, n. 6, p. 832-841.

GRINGS, V.H.; SILVEIRA, P.R. Sete perguntas e respostas sobre conservação e armazenagem de sêmen suíno. In: **Suinocultura Industrial**. [S.l.: s.n.], 2004. n.4, ed. 178, p 20-22.

HAINAUT, G. H. et al. Efecto del clima sobre las características seminales de porcinos em uma zona de bosque humedo tropical. In: **Rev.Fac.Nal.Agr.Medellin**. Medellín: [s.n.] dez. 2004. v.57, n.2.

HÄNNAS, M.I. Aspectos fisiológicos e a produção de suínos em clima quente. In: SILVA I.J.O. **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Piracicaba: FEALQ, 1999. p.1-33.

HUANG, S.Y. et al. Association of heat shock protein 70 with semen quality in boars. In: **Animal Reproduction Science**. 2000. v. 63, p.231-240.

HURTGEN, G.P.; LEMAN, A.D. Seasonal influence on fertility of sows and gilts. In: **Journal Animal Veterinary Medical Association**. [S.l.:s.n.], 1980. v.177, p.631-635.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatística da produção pecuária**: dezembro de 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201301_publ_completa.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2013.

JAINUDEEN M.R.; HAFEZ E.S.E. Distúrbios reprodutivos nos machos. In: HAFEZ, E. S. E. **Reprodução animal**. ed. 6. São Paulo: Editora Manole, 1995. p.291-301.

KOZDROWSKI, R.; DUBIEL, A. The effect of season on the properties of wild boar (*Sus scrofa L.*) semen. In: **Animal Reproduction Science**. 2004. v.80, p. 281-289.

KUNAVONGKRIT, A. et.al. Management and sperm production of boars under differing environmental conditions. In: **Theriogenology**. 2005. v. 63, p. 657-667.

KUNAVONGKRIT, A. et.al. Effect of temperature and humidity on sperm morphology in duroc boars under different housing systems in Thailand. In: **Journal Veterinarian Med Science**. 2005. v. 67(8), p. 775-785.

LALONI, L.A. Produção de leite baseada no índice de temperatura equivalente revisado para gado estabulado em semiconfinamento. 1997. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

LEAL, P. M.; NÃÃS, I. A. Ambiência animal. In: CORTEZ, L.A.B.; MAGALHÃES, P.S.G. (Org.). **Introdução à engenharia agrícola**. Campinas, SP: Unicamp. 1992, p.121-135.

LIDA, R.; KOKETSU, Y. Interactions between pre or postservice climatic factors, parity, and weaning-to-first-mating interval for total number of pigs born off female pigs serviced during hot and humid or cold seasons. **Journal Animal Science** .2014. v.92. p. 4180-4188.

LUCIA JR, T.; DIAL, G.D.; MARSH, W.E. Lifetime reproductive performance in female pigs having distinct reasons for removal. In: **Livestock Production Science**. 2000. v. 63, p. 213-222.

MARTINS, P.C. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre a viabilidade do sêmen de varrões. In: **PUBVET**. Londrina: [s.n.], 2011. Ed. 167. v. 5, n. 20, Art. 1127.

MARTINS, T.D.D. et al. Postura e comportamento lactacional de matrizes suínas mantidas sob condições de temperatura ambiente elevada. In: **Revista Biotemas**. [S.l.:s.n.], 2008. 21(4). P.137-145.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Suínos**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/suinos>>. Acesso em: 06 nov. 2012.

MEREDITH, M.J. Pig Breeding and infertility. In: MERIDITH MJ. **Animal breeding and infertility**. Cambridge: Blackwell Science, 1995. p. 278-353.

MÖSTL, E.; PALME, R. Hormones as indicators of stress. In: **Dom Anim Endocrinol**. [S.l.: s.n.], 2002. v. 23, p.67-74.

MOURA, D.J. Ventilação na suinocultura. In: SILVA, I.J.O (ed). **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Piracicaba : Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1999.p. 149-179.

NOBLET, J.; DOURMAD, J.Y.; DIVIDICH, J. et al. Effect of ambient temperature and addition of straw or alfafa in the diet on energy metabolism in pregnant sows. In: **Livestock Production Science**. [S.l.:s.n.], 1989. v.21, p.309-324.

ORLANDO, U.A.D.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de proteína bruta da ração para leitões dos 30 aos 60 kg mantidas em ambiente de conforto térmico (21oC). In: **Revista Brasileira de Zootecnia**. [S.l.: s.n.], 2001. v.30, p.1760-1766.

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. Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves. 1985.

QUINIOU, N.; NOBLET, J.; VAN MILGEN, J.; DUBOIS, S. Modeling heat production and energy balance in group housed growing pigs exposed to cold or hot ambient temperatures. In: **Br J Nutr**. [S.l.: s.n.], 2001. v.85, p.97-106.

QUINIOU, N.; NOBLET, J. Influence of high ambient temperatures on performance of multiparous lactating sows. In: **Journal of animal science**. Champaign: [s.n.], Aug. 1999. v.77, n.8, p.2124-2134.

QUINIOU, N.; RENAUDEAU, D.; DUOIS, S.; NOBLET, J. Effect of diurnal fluctuating high ambient temperatures on performance and feeding behavior of multiparous lactating sows. In: **Animal Science**. [S.l.: s.n.], 2005. v.71, n3, p.571-575.

RINALDO, D., DIVIDICH JL., NOBLET J. Adverse effects of tropical climate on voluntary feed intake and performance of growing pigs. **Livest Prod Sci**. 2000. 66:223–34.

ROBINSON, N.E. Homeostase – termorregulação. In : CUNNINGHAM J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p.550 a 560.

ROPPA, L. Evolução do mercado mundial de suínos nos últimos 30 anos In: ABCS – Associação Brasileira de Criadores de Suínos. In: **Produção de suínos teoria e prática**. Brasília, DF: [s.n.], 2014.

ROZEBOOM, K.; SEE, T.; FLOWERS, B. **Coping with seasonal infertility in the herd: part I**, 2000. Disponível em: <http://mark.asci.ncsu.edu/Swine_News/2000/sn_v2303.htm> Acesso em: 19 fev. 2011.

SCHMIDT, A. C. T.; BORGES, F. P. **Temperatura ambiental e sua influência na reprodução.** 2010. Disponível em: < <http://www.nftalliance.com.br/temperatura-ambiental-esua-influencia-na-reproducao/>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

SILVA, I. J.O. Qualidade do ambiente e instalações na produção industrial de suínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA. **Anais...** São Paulo: Gessuli, 1999. p.108-121.

SILVEIRA, P.R.S. et al. **Resultados equivalentes em porcas inseminadas duas ou três vezes por estro.** Embrapa Suínos e Aves, Concordia, SC, 2005.

SILVEIRA, P.R.S.; BRANDT, G.; MENDES, A. Infertilidade estacional: o que há de novo e qual sua importância nos rebanhos suínos do hemisfério sul? In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 3. Foz do Iguaçu, PR. 2006. **Anais...**Campinas: Editora Animal/Word, 2006. p.375-386.

SILVEIRA, P.R.S. Fatores que interferem na taxa de parição em rebanhos suínos. Ver **Bras Reprod Anim.**Belo Horizonte, jan/mar.2007. v.31, n.1, p.32-37. Disponível em: <www.cbra.org.br>Acesso em: 13/06/2013

SILVEIRA, P. R.; SCHEID, I. R. Qualidade de sêmen no processo de inseminação artificial. In: **Suinocultura Industrial.** [S.l.: s.n.], 2003. n. 6, p. 33-38.

SMITAL, J. Effects influencing boar semen. **Animal Reproduction Science.** 2009. 110:335–346.

SOUSA, P. **Avaliação do índice de conforto térmico para matrizes suínas em gestação segundo as características do ambiente interno.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Agrícola. Tese Doutorado em Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Campinas, 2002.

ST-PIERRE, N. R.; COBANOV, B.; SCHNITKEY, G. Economic losses from heat stress by U.S. livestock industries. In: **J. Dairy Sci.**[S.l.: s.n.], 2003. 86:(E. Supl.):E52-77.

SURIYASOMBOON, A. et al. Effect of temperature and humidity on sperm production in Duroc boars under different housing systems in Thailand. In: **Livestock Production Science.** [S.l.: s.n.], 2004. v.89, p.19-31.

SURIYASOMBOON, A. **Herd investigations on sperm production in boars, and sow fertility under tropical conditions.** Tese Doutorado.Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences. 2005. 52p.

SURIYASOMBOON, A. et al. Effect of temperature and humidity on sperm production in Duroc boars under different housing systems in Thailand. In: **Journal Vet Med Science** [S.l.: s.n.], 2005. v.67, p.777-785.

SURIYASOMBOON, A. et al. Effect of temperature and humidity on reproductive performance of crossbred sows in Thailand. In: **Theriogenology.** New York: [s.n.], 2006. v.65, n.3, p.606-628.

- TUMMARUCH, P.; et al. Seasonal influences on the litter size at birth of pigs are more pronounced in the gilt than sow litters. In: **Journal Agriculture Science**. Cambridge:[s.n.],2010. v.148, p.425-432.
- TOLON, Y. B.; et al. Ambiências térmica, aérea e acústica para reprodutores suínos. In: **Engenharia Agrícola**. [S.l.: s.n.],2010.v.30, p.1-13.
- VANNIER, P. Ecopatologia e reprodução em suinocultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 3. **Anais...** Gramado: ABRAVES, 1987. p.29-32.
- VARGAS, A.J.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. Desempenho de fêmeas suínas após apresentarem falhas reprodutivas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 5. Florianópolis, SC. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. v.3, p.25-33. CD-ROM
- VELLOSO, N.M. **Alojamento de cachaços em instalações climatizadas: análise do desempenho reprodutivo e do uso de energia elétrica**, Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, 2008.
- VERSTEGEN, J.; IGUER-QUADA, M.; ONCLIN, K. Computer assisted semen analyzers in andrology research and veterinary practice. In: **Theriogenology**. [S.l.: s.n.],2002. v.57, p.149-179.
- ZHAO, I. et al. Analysis of reasons for sow culling and seasonal effects on reproductive disorders in Southern China. In: **Animal Reproduction Science**. 2015. v.159. p. 191-197.
- WATSON, P.F. Recent development and concepts in the cryopreservation of spermatozoa and the assessment of their post-thawing function. In: **Reprod Fertil Dev**. [S.l.: s.n.],1995. v.7, p.871-891.
- WENTZ, I. et al. A hipertermia durante o estro pode afetar o desempenho reprodutivo de fêmeas suínas. In: **Ciência Rural**. [S.l.: s.n.], 2001. v.31, n.4, p.651-656.
- WETTEMANN, R. P. et al. Influence of elevated ambient temperature on reproductive performance of boars. In: **Journal of Animal Science**. [S.l.:s.n.],1976. v. 42, p. 664-669.
- WETTEMANN, R.P.; WELLS, M. E.; JOHNSON, R. K. Reproductive characteristics of boars during and after exposure to increased ambient temperature. In: **Journal of Animal Science**. [S.l.:s.n.], 1979. v. 49, p. 1501-1505.
- WETTEMANN, R. P.; BAZER, F. W. Influence of environmental temperature on prolificacy of pig. In **Journal of Reproduction and Fertility**. [S.l.:s.n.],1985. v. 33, p. 199-208.
- WILLIAMS, A. M. Effects of a controlled heat stress during late gestation, lactation, and after weaning on thermoregulation, metabolism, and reproduction of primiparous sows. In **Journal of Animal Science**. 2013. V.91, p 2700-2714
- YAN, P.S.; YAMAMOTO, S. Relationship between thermoregulatory responses and heat loss in piglets. In: **Journal of Animal Science** , [S.l.:s.n.], 2000. v.71, n.10, p.5005-509.

YANAGI JÚNIOR, T. **Inovações tecnológicas na bioclimatologia animal visando aumento da produção animal**: relação bem estar animal x clima, 2006.

2 Desempenho reprodutivo de varrões comerciais de diferentes linhagens durante as estações do ano

Trabalho seguindo as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (Anexo I)

João Antonio Zanardo⁽¹⁾ , Robson Carlos Antunes⁽¹⁾ , Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento⁽¹⁾ e Mauricio Machaim Franco⁽²⁾

⁽¹⁾ Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal de Uberlândia - MG. Rua Ceará s/n – bloco 2D – sala 03 – Campus Umuarama CEP 38400-902 - E-mail: joaoz@hotmail.com , robson.antunes@ufu.br, maran@ufu.br

⁽²⁾ Orientador: CENARGEN - EMBRAPA - Brazilian Agricultural Research Corporation , Brasília DF E-mail: Mauricio.franco@embrapa.br.

Resumo – Os varrões devem fornecer ejaculados em quantidade e qualidade para atingirem altos níveis de produção de leitões desmamados/ano. As estações do ano podem impactar diretamente na produção e qualidade dos espermatozoides. Para o suinocultor é difícil determinar as relações existentes entre temperatura interna do galpão, umidade relativa e amplitude térmica que possam interferir na qualidade do sêmen produzido dos varrões. A falta de pesquisas para disponibilizar índices ambientais para varrões no Brasil é considerada pelos produtores um fator negativo na atividade. Objetivou-se com este experimento, avaliar a quantidade e qualidade dos ejaculados de varrões de diferentes linhagens comerciais (Agrocere PIC 425, Agrocere PIC 337 e D.B. Dambred LM 6200) durante as estações do ano e desenvolver-se um índice ambiental para varrões em Uberlândia – MG. A ação conjunta das temperaturas, pluviosidade e amplitudes térmicas elevadas da primavera diminuíram a quantidade e qualidade dos ejaculados produzidos pelos varrões ($p < 0,05$). Mais estudos devem ser realizados para adoção de medidas eficazes de modificação do ambiente térmico dos galpões dos varrões para melhoria da produção e qualidade dos ejaculados.

Termos para indexação : volume de sêmen. *sus scrofa domesticus*. concentração espermática. morfologia espermática. motilidade espermática. vigor espermático.

The reproductive performance of commercial boars of various lineage during the stations of the year

Abstract- The boars must provide ejaculate in quantity and quality to hide high levels of production of weaned piglets/year. The stations of the year may impact directly in the production and quality of spermatozoon. It's difficult for the pig farmer to determinate the relation between the indoor temperature of the barn, relative humidity and thermal amplitude which can intervene in the quality of semen produced by the boars. The lack of researches to make available environmental indexes to boars in Brazil is considered by the pig farmers a negative factor in the activity. The aim of this experiment is to evaluate the quantity and quality of the ejaculate of boars from different commercial lines of decent (Agroceres PIC 425, Agroceres PIC 337 and D.B. Dambred LM 6200) during the stations of the year and develop an environmental index to the boars in Uberlândia - MG. The joint account of the temperatures, rainfall and increased thermal amplitudes in the spring reduced the quantity and quality of ejaculate produced by the boars ($p < 0,05$). More researches must be done to the adoption of effective actions for the changing of the thermal ambience of the barns of the boars to ejaculate.

Index terms: semen volume. *sus scrofa domesticus*. sperm concentration. sperm morphology. sperm motility. sperm vigor.

2.1 Introdução

Na suinocultura industrial moderna a utilização da biotécnica da inseminação artificial é amplamente utilizada, com um macho sendo responsável pela produção de doses inseminantes para até 150 matrizes/ano. A análise da motilidade, vigor e morfologia dos espermatozoides, devem ser partes integrantes das rotinas de análise da qualidade do sêmen de varrões por ser um bom indicador da fertilidade e de danos espermáticos consequentes de agentes físicos ou químicos (GARCIA-HERREROS et al., 2006). Temperatura, umidade do ar e amplitude térmica podem interferir na produção e qualidade dos ejaculados dos varrões e a temperatura ideal para a produção espermática de qualidade é de 18-20°C (AMORIM et al., 2010). Bortolozzo et al. (2003) concluíram que a produção espermática varia de acordo com o macho, raça, época do ano, meio ambiente, idade, nível nutricional e tamanho dos testículos.

Devido as principais raças de varrões utilizadas no Brasil, serem de origem de países de clima temperado, estes podem ser mais vulneráveis ao estresse térmico com produção de ejaculados de menor qualidade (BLOEMHOF et al., 2008). O clima de Uberlândia caracteriza-se por apresentar dois períodos bem distintos ao longo do ano, com duração variando entre 5 e 7 meses cada, com a estação chuvosa e quente iniciando em outubro e se estendendo até o mês de março, e a estação seca de abril a meados de setembro, com uma pequena diminuição na temperatura do ar, em especial nos meses de junho e julho, embora a temperatura média mensal fique sempre acima dos 18°C e onde grandes amplitudes térmicas são registradas (ASSUNÇÃO, 2012).

Existem índices que indicam quando a combinação entre os elementos climáticos afetam negativamente a produção e reprodução de suínos, porém são necessários equipamentos como termômetros, psicrômetros ou termohigrômetros de difícil aplicação prática diária na granja e alto custo. Objetivou-se com este experimento, avaliar: volume de sêmen, concentração espermática, morfologia espermática de cabeça, cauda e total dos

espermatozoides, motilidade e vigor espermático de varrões durante as estações do ano, alojados em galpões convencionais de alvenaria e desenvolvimento de um índice ambiental para varrões combinando a temperatura máxima interna do galpão, precipitação pluviométrica mensal acumulada e amplitude térmica diária.

2.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado numa granja comercial de produção de leitões no município de Uberlândia MG, situada na rodovia Uberlândia - Campo Florido Km 21,5 de janeiro de 2013 a dezembro de 2014.

Este experimento foi aprovado pela Comissão de Ética na Utilização de Animais (CEUA) – UFU protocolo número 068/14. Foram avaliados 8 machos reprodutores, sendo 4 Agroceres PIC 425, 2 Agroceres PIC 337 e 2 D.B. Dambred LM 6200, com idade inicial de 8 a 9 meses. Todos os reprodutores receberam o mesmo treinamento de coleta de sêmen, o mesmo manejo diário, água à vontade em bebedouro tipo concha e a mesma ração comercial que foi pesada diariamente, produzida pela empresa Polinutri Nutrição Animal (Tabela 1 e 2).

Todos os varrões foram alojados individualmente em baias de alvenaria de 3 x 2 metros, com 2/3 da área de piso ripado em um mesmo galpão com pé direito de 3,5 m e cobertura com telhas térmicas pintadas de branco na sua face externa. As divisões entre as baias de 1,2 metros de altura eram de alvenaria. As laterais do galpão eram totalmente abertas com mureta de 0,8 m de altura. O galpão era provido de três ventiladores colocados a 1,5 metros do solo e distanciados 3 metros um do outro na lateral do galpão funcionando a favor do vento predominante. As temperaturas mínima, máxima e média foram registradas dentro e fora do galpão diariamente entre 12 e 13 horas, com o auxílio de 2 termômetros de máxima e mínima tipo capela, da marca INCOTERM, sendo um, situado no centro dentro do galpão em uma altura próxima ao dorso dos animais e outro, fora do galpão embaixo de uma cobertura

100 de telha de barro de pé direito de 3 metros a uma distância de 3 metros da lateral direita do
101 galpão na mesma altura do termômetro interno.

102 Ao lado do termômetro externo foi instalado um pluviômetro e a quantidade diária de
103 chuvas em mm foi anotada diariamente no mesmo horário da coleta das temperaturas. A sala
104 de coleta de sêmen tinha uma área de 8 metros quadrados e comunicação com o laboratório
105 através de uma janela. O único objeto da sala era o manequim de coleta fixado ao chão e
106 regulável permitindo a coleta de machos de diferentes tamanhos e munido de piso
107 antiderrapante.

108 O método de coleta de sêmen utilizado foi o da mão enluvada com duas luvas sendo
109 uma de látex recoberta por luva de plástico descartável e compressão moderada do pênis
110 como estímulo para a ejaculação, conforme CBRA (1998). As coletas de sêmen para análise
111 foram feitas semanalmente. As coletas de sêmen foram realizadas as terças e quintas feiras
112 durante o período experimental. Para a coleta, os prepúcios dos varrões foram lavados com
113 água e sabão para higienização e após, seco por papel toalha descartável. Posteriormente cada
114 varrão foi conduzido para a sala de coleta de sêmen onde foi utilizado um Becker esterilizado
115 graduado em ml com dupla camada de gaze na entrada, fixado com elástico protegido por
116 copo térmico pré-aquecido à 38-39°C.

117 As características macroscópicas avaliadas foram: volume, cor, odor e aspecto do
118 sêmen e o volume foi medido em mililitros (ml) sendo a sua leitura feita diretamente no
119 Becker graduado segundo metodologia de Silveira e Scheid (2003). No laboratório os
120 ejaculados foram avaliados pela mesma pessoa durante todo o período experimental para
121 identificar possíveis ejaculados com sistema reprodutor em processo inflamatório ou
122 contaminados com secreções prepuciais ou urina para serem descartados. De acordo com
123 Silveira e Scheid (2003), o odor do sêmen deve ser característico e colorações anormais
124 devem ser descartadas para serem utilizadas na inseminação artificial.

Com o auxílio de microscópio de fundo claro, aumento 100 vezes, foi avaliada a qualidade do movimento do espermatozoide denominado vigor, que recebeu pontuação de 0 a 5, sendo zero sem mobilidade e cinco a maior. Como padrão de vigor foi utilizado o valor 3, ou seja, mais da metade dos espermatozoides apresentando movimentos progressivos sendo descartados os ejaculados com vigor inferior. A motilidade espermática progressiva foi dada em porcentagem de 0% a 100% após análise de uma gota de sêmen colocada sobre lâmina pré-aquecida a 36° C e recoberta com uma lamínula, segundo Silveira e Scheid (2003). Para análise da motilidade foi utilizado um microscópio de campo claro de 100 aumentos, realizando a média de três leituras sempre pela mesma pessoa durante o período experimental.

Posteriormente à avaliação do vigor e motilidade, foi feita a fixação por meio de preparo úmido, não corado entre lâmina e lamínula, com espermatozoides fixados em formolcitrato a 2,94% e avaliados em microscópio de contraste de fase de 1000 aumentos para determinação das anomalias espermáticas. A fixação foi feita colocando-se 2 ml de solução de formolcitrato a 2,94% e 3 gotas de sêmen in natura num pequeno frasco plástico. Antes da diluição o ejaculado total foi armazenado em garrafa térmica a 37,5° C. A determinação da concentração espermática foi feita por câmara de Neubauer por ser um método tecnicamente confiável, segundo Corrêa et al. (2001). O sêmen in natura foi diluído na proporção de 1:100 em solução de formolcitrato a 2,94% e colocado na câmara de Neubauer com auxílio de uma pipeta de 0,5 ml de sêmen.

O número de espermatozoides foi contado em 5 quadrados por lado da câmara de Neubauer com auxílio de microscópio no aumento de 100. Após a contagem do número de espermatozoides por quadrado e lado da câmara seguindo a metodologia proposta por Silveira e Scheid (2003), o cálculo se deu pela seguinte equação:

$$\text{Concentração} = A * 25 / 100 * 10 / 1 * 100 / 1 = A * 2500 \text{ espermatozoides / milímetro cúbico.}$$

Após a determinação da concentração de cada ejaculado, o mesmo foi diluído com diluente Beltsville Thawing Solution (BTS) na mesma temperatura do sêmen, de 37,5 graus. Cada dose de sêmen de 100 ml foi preparada para conter 3,5 bilhões de espermatozoides. A mistura foi agitada leve e constantemente para perfeita homogeneização, de acordo com Corrêa et al. (2001).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 8 x 4 x 3: oito machos comerciais, quatro estações do ano (primavera, verão, outono e inverno), três linhagens de reprodutores (Agrocères PIC 425, Agrocères PIC 337 e D.B. Dambred LM 6200). Os dados foram analisados quanto à normalidade no programa ACTION e as análises de variância e os testes de médias dos dados paramétricos, foram analisados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), e os dados não paramétricos tiveram as médias testadas pelo teste de Newman-Keuls ($p < 0,05$), no programa de análises SISVAR.

Foram feitas regressões entre a precipitação pluviométrica, temperatura máxima interna do galpão e amplitude térmica. A temperatura máxima, amplitude térmica máxima e precipitação máxima para a obtenção de 20% máximo de anormalidades espermáticas foram somadas para elaboração de um índice ambiental para varrões.

2.3 Resultados e discussão

Durante o período de dois anos, houve uma repetição anual das condições climáticas na granja, sendo a estação chuvosa, que engloba as estações da primavera e verão, mais quente e úmida, apresentando temperatura ambiental máxima média de 28,8°C (Figura 1) e precipitação média mensal de 123,25 mm de chuva, com maior percentual de precipitação de meados de outubro até o final de março de cada ano (Figura 2).

O período seco ocorreu de abril a setembro englobando as estações do outono e inverno, apresentando temperaturas máximas médias inferiores em 5°C ao período chuvoso,

com menores temperaturas em junho e julho, sendo agosto o mês mais seco e também o de maior amplitude térmica 14,6°C. A precipitação pluviométrica média durante o período seco foi de 31,5 mm de chuva/mês sendo que em agosto de 2014 somente 5 mm de chuva se precipitaram na granja que levou a registrar 7,0% de umidade relativa (Figura 3).

As temperaturas médias ambientais foram em média 1,6°C superiores à média registrada de 1981 a 2011 e a precipitação menor 170 mm em média, uma tendência que vem se mantendo desde 2010. As altas temperaturas, principalmente da estação da primavera, associadas a valores baixos de precipitação em agosto e parte de setembro, ocasionaram temperaturas internas no galpão dos varrões de até 43,3°C mesmo com a utilização constante de ventiladores.

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) no consumo de ração entre os varrões, linhagens e estações do ano. Normalmente os suínos utilizam a estratégia de reduzir o consumo de alimentos para reduzir a produção de calor durante o estresse térmico segundo (RINALDO et al., 2000 e QUINIOU et al., 2001). Porém, neste experimento em nenhuma estação do ano, ocorreu drástica redução do apetite e consumo que poderia comprometer a fisiologia dos animais por deficiência nutricional. A quantidade de ração fornecida teve como base a massa corporal dos varrões e a orientação do fabricante que ficou em 2,5 kg por varrão/dia.

Não houve efeito significativo ($p>0,05$) entre indivíduos, linhagens e suas interações sobre o volume de sêmen produzido, vigor espermático, motilidade, percentual de alterações de cabeça dos espermatozoides, percentual de alterações na cauda e percentual de alterações totais dos espermatozoides produzidos e na concentração espermática. Este resultado pode estar relacionado com a alta heterose encontrada nas linhagens comerciais nacionais com uso em média de quatro raças em seus reprodutores. Smital (2009) avaliando qualidade do sêmen de animais puros de acordo com as estações do ano de várias raças de suínos e seus

198 cruzamentos verificou a existência de grandes diferenças na qualidade do ejaculado entre as
199 raças puras, porém nos animais cruzados ocorre igualdade e melhores qualidades
200 espermáticas mesmo durante o verão.

201 No Leste Europeu, Smital (2009) avaliando mais de 230 mil doses de sêmen concluiu
202 que os valores mais baixos de qualidade e quantidade de sêmen dos varrões ocorrem no verão
203 com melhoria da quantidade e qualidade dos espermatozoides durante o outono e inverno. O
204 volume de espermatozoides produzidos por ejaculado na primavera foi significativamente
205 inferior ($p<0,05$) em 12,69% ao volume espermático produzido no inverno, 10,77% do
206 volume produzido no outono e 4,8% menor que o volume produzido no verão (Tabela 3).

207 Em termos práticos, estes dados mostram que para manter os mesmos volumes de
208 sêmen produzidos durante o outono e inverno, deveria ocorrer a disponibilização de pelo
209 menos mais 1 reprodutor para cada 1000 matrizes de agosto a janeiro de cada ano para evitar
210 que porcas no estro não fossem inseminadas por falta de sêmen.

211 Kunavongkrit et al. (2005) avaliaram sêmen de suínos coletados em diferentes
212 estações do ano na Tailândia. Verificaram que os volumes de sêmen produzido foram
213 menores no verão, principalmente devido às altas temperaturas. Sugerem que podem ter
214 induzido a um aumento na produção de corticosteroides e recomendam sistemas de
215 climatização para diminuir as flutuações de temperatura e umidade relativa nas instalações de
216 suínos do país. Neste estudo, na primavera ocorreu também redução significativa ($p<0,05$) do
217 vigor, e da concentração espermática (Tabelas 3).

218 A concentração espermática foi significativamente menor na primavera em relação às
219 outras estações do ano em 23,70%. Devido à redução da concentração espermática podem
220 ocorrer problemas para atendimento das demandas semanais de coberturas das matrizes,
221 principalmente em setembro e outubro e novembro devido à diminuição do número de doses
222 de sêmen disponíveis para inseminação artificial.

Não houve diferença significativa para a motilidade dos espermatozoides em relação às estações e períodos do ano (Tabela 3). Hainaut et al. (2004) observaram que, mesmo com a temperatura média permanecendo além da crítica superior durante 30 semanas de avaliação, a motilidade não se alterou e permaneceu elevada concordando com os resultados deste experimento. Entretanto, de acordo com Donin et al (2007), os suínos têm sua eficiência reprodutiva alterada pelo estresse térmico, produzindo ejaculados com menor motilidade. Velloso (2008) também não encontrou diferença quanto à motilidade do sêmen de cachaços condicionados a ambientes diferentemente climatizados.

Houve aumento significativo das alterações espermáticas de cabeça, cauda e totais na primavera em comparação as outras estações do ano (Tabelas 4). O percentual de alteração de cabeça dos espermatozoides na primavera foi superior a todas as outras estações do ano e superior em 385% do percentual de alterações de cabeça dos espermatozoides no inverno. As alterações de cabeça na sua grande maioria foram de morfologia e de membrana do acrossoma e podendo causar diminuição da capacidade fertilizante dos espermatozoides devido à diminuição na sua capacitação e penetração no ovócito Watson (1995). O maior percentual de anomalias na cabeça dos espermatozoides na primavera pode levar a uma diminuição na capacidade fecundante Bennermann et al. (2000). Estudando a morfologia espermática de machos da raça Duroc na Tailândia, Kunavongkrit et al. (2005) encontraram altas taxas de anormalidade de cabeça e cauda nas estações com altas umidades e temperaturas como os dados deste experimento.

O percentual de alteração da cauda dos espermatozoides na primavera também foi superior, a todas as estações no ano em 445% do percentual de alterações de cauda do inverno. Para o percentual de alterações totais dos espermatozoides também ocorreu um maior percentual da primavera em relação às outras estações e superior em 206% na estação do inverno. Os meses de maiores incidências de alterações totais dos espermatozoides foram

setembro e outubro, com média de 20% de total de alterações, o que causou a eliminação de 10% de sêmen em média de todas as linhagens testadas devido a não atenderem a um máximo de 20% de total de defeitos totais como preconizado pelo CBRA (1998).

Segundo Silveira e Scheid (2003), a exposição de cachacos a um ambiente entre 33,4 °C e 37,5°C durante 4 a 6 dias consecutivos causa variações individuais elevadas na qualidade do sêmen durante 2-5 semanas após esta exposição, período equivalente para que os espermatozoides passem dos túbulos seminíferos para a cauda do epidídimo, produzindo os piores efeitos sobre a motilidade, morfologia e produção de células espermáticas.

Devido ao estresse térmico dos varrões sugere-se que ocorreu provavelmente uma maior produção do hormônio liberador de corticotropina (CRH) resultando em uma ativação de componentes periféricos do eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal, aumentando a produção de ACTH, cortisol, catecolaminas e ativação do sistema nervoso com aumento da liberação de glicose, aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial, o que concorda com Ferin (1998). O aumento da produção e liberação destas substâncias é o primeiro mecanismo de defesa do sistema endócrino para proteção contra as condições estressantes, devido aos glicocorticoides aumentarem a aptidão para a mobilização de energia, concordando com (Breuner e Orchinik (2002) e Mostl e Palme (2002)).

Huang et al. (2000) verificaram que existe uma correlação negativa entre o nível de proteína (HSP70) com o aumento da temperatura e umidade relativa do ambiente. Maiores níveis da proteína (HSP70) estão relacionados com menores problemas na membrana da cabeça dos espermatozoides e maior capacidade fecundante em suínos.

Ao analisar a equação de regressão linear entre os dados das temperaturas máximas dentro do galpão e o percentual de alterações espermáticas totais nota-se uma correlação forte e positiva de 97,37% entre as variáveis (Figura 4). Pela equação de regressão (Figura 4) verifica-se que temperaturas máximas superiores a 32,4°C dentro dos galpões superaram os

273 20% de total de alterações espermáticas máximas recomendadas para fecundação como
274 preconiza CBRA (1998).

275 Como a umidade relativa do ar tem alta correlação positiva com a precipitação
276 pluviométrica, pode-se afirmar que além da temperatura, a precipitação pluviométrica teve
277 grande importância no conjunto de fatores estressantes dos suínos deste experimento
278 concordando com a literatura internacional de que a umidade relativa também interfere na
279 eficiência reprodutiva e produtiva dos varrões, afeta a morfologia espermática, que o estresse
280 induz a excessiva produção de corticoides (SURIYASOMBOON et al., 2006).

281 Existiu correlação alta de 98,14% entre a precipitação acumulada e o % de
282 anormalidades espermáticas (Figura 5) verifica-se que precipitações mensais superiores a 160
283 mm associadas a altas temperaturas superam os 20% de total de alterações espermáticas
284 máximas recomendadas para boas fecundações como preconiza CBRA(1998).

285 Ao analisar a equação de regressão linear entre os dados das amplitudes térmicas
286 dentro do galpão e o percentual de alterações espermáticas totais dos espermatozoides notou
287 correlação forte e positiva de 94,19 entre as variáveis (Figura 6).Pela equação de regressão
288 (Figura 6) verifica-se, que amplitudes térmicas superiores a 10°C, e altas temperaturas e alta
289 pluviosidade superam os 20% de total de alterações espermáticas máximas recomendadas
290 CBRA (1998).Freneau et al. (2012) concluíram que a avaliação dos aspectos morfológicos de
291 ejaculados de suínos apresentou variações, com menor qualidade nos meses de maior
292 temperatura e índice de temperatura e umidade, o que concorda com nossos resultados.

293 Os problemas de anormalidades totais dos espermatozoides que ocorreram em
294 setembro devem ter sido iniciados em agosto, principalmente devido à alta temperatura e à
295 elevada amplitude térmica apesar da menor umidade relativa do ar devido à ausência de
296 chuvas neste período. Os meses de agosto apresentaram amplitudes térmicas de até 19°C e

esta flutuação grande entre temperatura do dia e noite também é um fator de estresse para suínos concordando com Seren et al. (1988).

Para Bridi (1988), danos reprodutivos normalmente podem ocorrer de 15 a 21 dias após a exposição dos animais a condições de estresse, e a qualidade do ejaculado poderá retornar ao normal de 7 a 8 semanas após a exposição a altas temperaturas. Ao contrário dos resultados encontrados neste trabalho, onde a primavera causou pior qualidade espermática, Fernandes et al. (2010), trabalhando na região sul de Minas Gerais, observou que a motilidade, a concentração e o número de espermatozoides totais e viáveis foram melhores ($P<0,05$) na primavera e no inverno reforçando a hipótese de que cada região do Brasil pode ter uma estação diferente relacionada com o aumento dos problemas nos ejaculados dos varrões.

Dias et al. (2001) detectaram que nas semanas seguintes ao estresse houve um decréscimo substancial na produtividade dos varrões, retornando os mesmos aos índices normais quando os mesmos entraram na fase adaptativa. Em torno de três semanas após os picos de alta amplitude térmica e do rápido aumento da temperatura ambiental em meados do mês de agosto, observou-se nos varrões as primeiras indicações de produção de espermatozoides anormais. O mesmo foi encontrado por Curtis (1983) e Estienne (2000), que concluíram que a fertilidade dos varrões permanece afetada pelas altas temperaturas, por cerca de cinco semanas mesmo após o encerramento da exposição dos animais às condições estressantes. Este motivo pode explicar em parte, o desempenho inferior na estação da primavera, sendo que na estação do verão ocorreu uma melhora geral das condições espermáticas em relação à primavera por adaptação dos reprodutores mesmo com temperaturas e umidades relativas altas durante todo o verão.

Os dados deste experimento indicam que na prática, temperaturas máximas nos galpões de varrões menores que 32,4°C, precipitações mensais acumuladas menores que 160

mm e amplitudes térmicas maiores que 10°C, podem proporcionar anormalidades espermáticas totais dos espermatozoides menores que o limite preconizado pelo CBRA (1998). Em Uberlândia, o controle do ambiente térmico somente por meio de ventilação natural ou artificial não foi capaz de reduzir as temperaturas no interior das instalações para minimizar os efeitos do estresse térmico. Suriyasomboon et al. (2004) verificaram que o volume e a produção espermática total diminuem quando a temperatura e a umidade relativa do ar excedem 30°C e 40%, respectivamente, no sistema convencional, e 27°C e 70%, no sistema climatizado e Freneau et al. (2012) obtiveram melhores qualidades espermáticas em reprodutores suínos alojados em galpões climatizados em relação àqueles alojados em galpões convencionais no estado de Goiás.

Pelos dados obtidos e análise deste experimento foi elaborado um índice denominado Índice de temperatura, amplitude e precipitação para varrões (ITAPV) de fácil leitura e interpretação pelos produtores de suínos devido ser composto da combinação da temperatura máxima interna do galpão em °C, da precipitação acumulada mensal em mm e da amplitude térmica em °C (Tabela 5).

2.4 Conclusão

Varrões de diferentes linhagens alojados em galpões convencionais em Uberlândia – MG, mesmo com ventilação artificial estão susceptíveis aos efeitos do estresse por calor ocasionando menor volume e concentração e problemas na morfologia espermática. O período crítico ocorre de meados de agosto e durante toda a estação da primavera com uma pequena melhora por adaptação durante o verão.

Estudos devem ser realizados, para adoção de medidas eficazes de modificação do ambiente com a finalidade de proporcionar conforto térmico aos varrões em galpões convencionais e mais estudos devem ser feitos com galpões climatizados.

Referências:

- AMORIM, R. N. L.; COSTA, R. C.; REIS, M. **Manejo reprodutivo de suínos**. Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró. 2010.
- ASSUNÇÃO, W.L. Os baixos níveis da umidade relativa do ar no período de inverno dos anos de 2010 e 2011 na região Central do Brasil: O exemplo de Uberlândia –MG. In: **Revista Geonorte**. [S.l.] 2012. Ed.Especial 2, V.1, N.5, p 1103 – 1114.
- BENNERMANN, P.E.; BORTOLOZZO, F.P.; WENTZ, I.; CARDOSO, M.R.I. Motilidade espermática e integridade acrossomal em doses de sêmen suíno refrigeradas e inoculadas com *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. In: **Ciência Rural**. [S.l.;s.n.], 2000. v.30, p.313-318.
- BLOEMHOF, S. et al. Sow line differences in heat stress tolerance expressed in reproductive performance traits. In: **Journal of Animal Science**. [S.l.: s.n.], 2008. 86, 3330 – 37.
- BORTOLOZZO, F.P. et al. Técnicas associadas à inseminação artificial no suíno que visam à redução do número de espermatozoides necessários por fêmea ao ano. In: **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. [S.l.] 2003. v.27, p.133-139.
- BREUNER, C.W.; ORCHINIK, M. Plasma binding proteins as mediators of corticosteroid in vertebrates. In: **J Endocrinol**. v.175, p.99-112, 2002.
- BRIDI, A.M. **Adaptação e Aclimação Animal**. Disponível em: <www.uel.br/pessoal/ambриди/Bioclimatologia_arquivos/AdaptacaoeAclimatacaoAnimal.pdf> Acesso em: ago, 2014.
- COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL – CBRA. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. Belo Horizonte: [s.n.] 1998. 2.ed. 49p.
- CORRÊA, M.N. et al. **Inseminação artificial em suínos**. 1ed. Pelotas: Printpar, 2001.
- CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. Iowa: Iowa State University Press, 1983. 409 p.
- DIAS, C. P. et al. **Avaliação da Produtividade Espermática de Cachaaos Submetidos a Fatores Estressantes**. Porto Alegre: [s.n.] 2001.
- DONIN, D.; HEINEMANN, R.; MOREIRA, N. Estresse térmico e suas consequências sobre as características do sêmen de machos suínos. In: **Ver. Bras. Reprodução Animal**. Belo Horizonte, 2007. v.31, n.4, p.456-461.
- ESTIENNE, M. J. Keep boars cool during summer. In: **Livestock Update**. Virginia Cooperative Extension. 2000.
- FERNANDES, C.D. et al. **Influência sazonal na qualidade do sêmen suíno em granja comercial no sul de minas gerais**. Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Departamento de Medicina Veterinária – Setor de Fisiologia e Farmacologia, 2010.

FERIN, M. Stress and the reproductive cycle. In: **J Clin Endocrinol Metab**. 1998. v.84,p.1768-1774.

FRENEAU, G. E; FERREIRA, J. D. J; SOBESTIANSKY, J. Avaliação das características seminais de varrões mantidos em centrais de inseminação artificial com ambiente climatizado e não climatizado durante 12 meses. In: **Ciência Animal Brasileira**. Goiânia, GO.: out./dez.2012. v. 13, n. 4. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/18029>>. Acesso em: out. 2013.

GARCIA-HERREROS, M. et al. Estandardization of samples preparation staining and sampling methods for automated sperm head morphometry analysis of boar spermatozoa. In: **Int J Androl**. 2006. v.29,p.553-563.

HAINAUT, G. H. et al. Efecto del clima sobre las características seminales de porcinos em uma zona de bosque humedo tropical. In: **Rev.Fac.Nal.Agr.Medellin**. Medellín: [s.n.] dez. 2004. v.57, n.2.

HUANG, S.Y. et al. Association of heat shock protein 70 with semen quality in boars. In: **Animal Reproduction Science**. 2000. v. 63, p.231-240.

KUNAVONGKRIT, A. et.al.Management and sperm production of boars under differing environmental conditions.In: **Theriogenology**. 2005. v. 63, p. 657-667.

MÖSTL, E.;PALME, R. Hormones as indicators of stress. In: **Dom Anim Endocrinol**. [S.l.: s.n.],2002. v. 23, p.67-74.

QUINIOU, N.; NOBLET, J.; VAN MILGEN, J.; DUBOIS, S. Modeling heat production and energy balance in group housed growing pigs exposed to cold or hot ambient temperatures. In: **Br J Nutr**. [S.l.: s.n],2001. v.85, p.97-106.

RINALDO, D., DIVIDICH JL., NOBLET J. Adverse effects of tropical climate on voluntary feed intake and performance of growing pigs.**Livest Prod Sci**. 2000. 66:223–34.

SILVEIRA, P. R.; SCHEID, I. R. Qualidade de sêmen no processo de inseminação artificial. In: **Suinocultura Industrial**. [S.l.: s.n.], 2003. n. 6, p. 33-38.

SMITAL, J. Effects influencing boar semen.**Animal Reproduction Science**. 2009. 110:335–346.

SURIYASOMBOON, A. et al. Effect of temperature and humidity on reproductive performance of crossbred sows in Thailand.In: **Theriogenology**. New York: [s.n.], 2006. v.65, n.3, p.606-628.

VELLOSO, N.M. **Alojamento de cachaços em instalações climatizadas: análise do desempenho reprodutivo e do uso de energia elétrica**, Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia Agrícola.Campinas, 2008.

WATSON, P.F. Recent development and concepts in the cryopreservation of spermatozoa and the assessment of their post-thawing function. In: **Reprod Fertil Dev.** [S.l.: s.n.], 1995. v.7, p.871-891.

Tabelas

Tabela 1: Níveis de garantia da ração comercial fornecida aos varrões durante o experimento.

Níveis de garantia por kg de produto em %	
Umidade máxima	12,00
Proteína Bruta mínima	16,00
Extrato Etéreo mínimo	4,00
Fibra Bruta máxima	7,50
Matéria Mineral máxima	8,50
Cálcio máximo	1,15
Fósforo mínimo	0,70

Fonte: Poli Nutri Nutrição animal, 2013.

Tabela 2: Enriquecimento por kg de produto com minerais, vitaminas e aditivos das rações fornecidas aos varrões durante o experimento.

Enriquecimento por kg do produto:	Quantidade	Unidade
Vitamina A	8.500,00	UI
Vitamina D3	1.800,00	UI
Vitamina E	100,00	mg
Vitamina K 3	2,00	mg
Vitamina B1	1,00	mg
Vitamina B2	6,00	mg
Vitamina B6	1,50	mg
Vitamina B12	30,00	mcg
Vitamina C	150,00	mg
Niacina	30,00	mg
Pantotenato de Cálcio	22,00	mg
Ácido fólico	1,50	mg
Biotina	0,30	mg
Colina	1050,00	mg
Lisina	100,00	mg
Sódio	2,34	g
Ferro	82,50	mg
Cobre	81,00	mg
Manganês	35,00	mg
Zinco	135,00	mg
Iodo	1,40	mg
Selênio	0,35	mg
Antioxidante	150,00	mg
Aditivo Fungioestático	1000,00	mg

Fonte: Poli Nutri Nutrição animal, 2013.

TABELA 3: Volume médio de sêmen, vigor espermático, concentração e motilidade espermática de varrões, nas diferentes estações do ano (2013-2014).

Estações do ano	Volume (ml)	Vigor	Concentração (x10 ⁶ /ml)	Motilidade (%)
Inverno	325 ± 64a	4,0 ± 0,98a	334 ± 64a	83,00 ± 15
Outono	320 ± 63a	4,0 ± 0,98a	322 ± 62a	83,00 ± 15
Verão	302 ± 60a	4,0 ± 0,98a	298 ± 57a	82,50 ± 15
Primavera	288 ± 57b	3,5 ± 0,88b	270 ± 52b	81,50 ± 15

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Elaboração própria.

TABELA 4: Percentual de alterações de cabeça, de cauda e totais dos espermatozoides de varões nas diferentes estações dos anos de 2013 e 2014.

Estações do ano	Cabeça	Cauda	Totais
Inverno	1,05 ± 0,25b	3,63 ± 0,57b	4,68 ± 0,81b
Outono	1,90 ± 0,46b	4,43 ± 0,70b	6,33 ± 1,09b
Verão	2,35 ± 0,57b	6,57 ± 1,04b	8,98 ± 1,55b
Primavera	5,10 ± 1,24a	9,24 ± 1,46a	14,34 ± 2,48a

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5: Índice de temperatura, amplitude e precipitação para varrões (ITAPV). Zona verde os varrões estão em conforto térmico, zona amarela é necessário medidas para melhorar o conforto térmico dos varrões e zona vermelha varrões com alta probabilidade de produção espermática com anomalias superiores a 20%.

Temperatura máxima no galpão °C																																															AT
p	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45																					
5	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	1																				
10	31	33	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	1																				
15	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	2																				
20	42	44	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	2																				
30	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	3																				
40	63	65	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	3																				
50	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	4																				
60	84	86	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	4																				
70	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	5																				
80	105	107	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	5																				
90	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	6																				
100	126	128	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	6																				
110	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	7																				
120	147	149	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	7																				
130	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	8																				
140	168	170	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	8																				
150	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	9																				
160	189	191	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	9																				
170	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	10																				
180	210	212	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	10																				
190	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	11																				
200	231	233	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	11																				
210	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	12																				
220	252	254	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	12																				
230	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	13																				
240	273	275	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	13																				
250	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	14																				
260	294	296	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	14																				
270	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	15																				
280	315	317	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	15																				
290	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	16																				
300	336	338	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	16																				
310	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	17																				
320	357	359	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	17																				
330	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	18																				
340	378	380	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	18																				
350	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	19																				
360	399	381	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	19																				

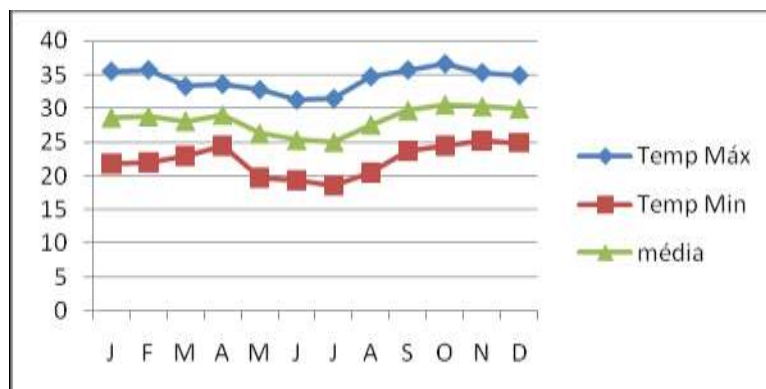
P = precipitação pluviométrica mensal em milímetros

AT = amplitude térmica em °C

Fonte: elaboração própria

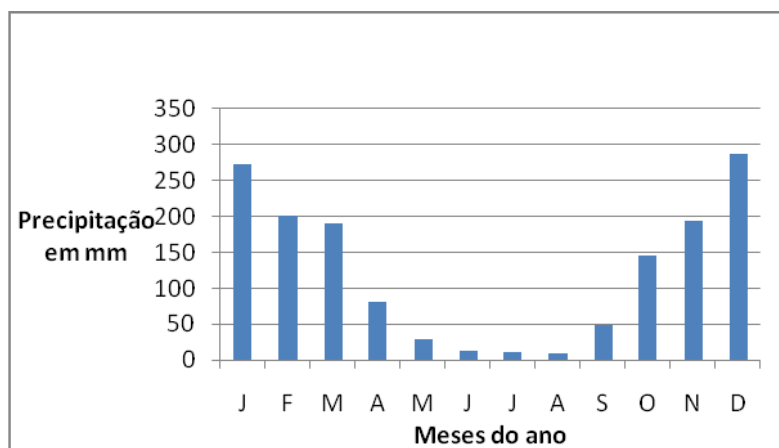
Figuras

Figura 1: Médias mensais de temperatura ambiental média, mínima e máxima ocorridas na granja em 2013 a 2014 em graus Celsius.



Fonte: Elaboração própria

Figura 2: Médias mensais de precipitação, em mm, ocorridas na granja de suínos de 2013 a 2014.



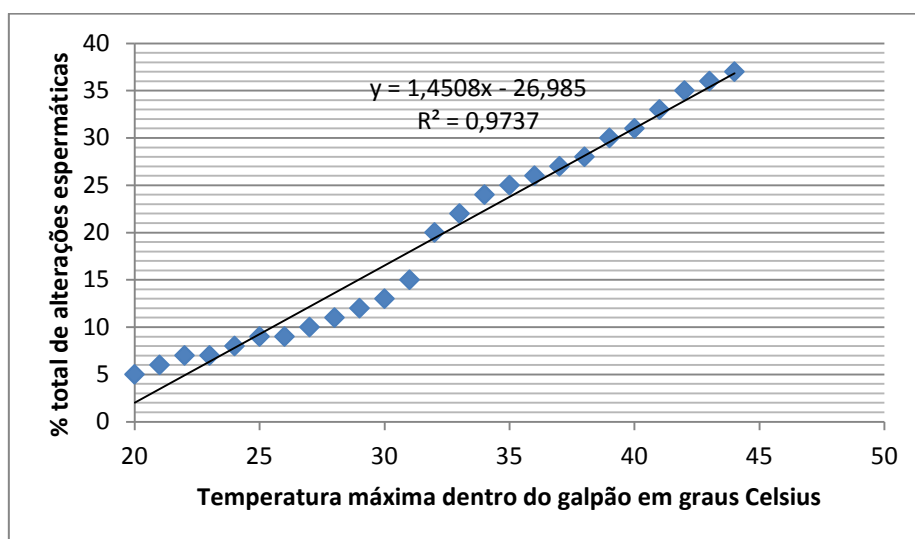
Fonte: Elaboração própria.

Figura 3: Médias mensais de amplitudes térmicas na granja de suínos de 2013 e 2014.



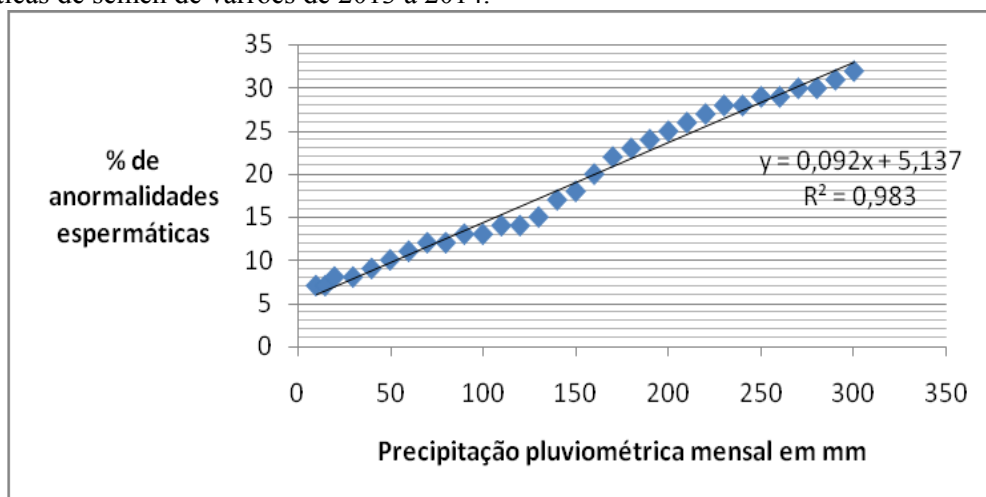
Fonte: Elaboração própria.

Figura 4: Regressão linear entre a temperatura máxima interna no galpão de criação de varrões e o percentual total de alterações espermáticas de 2013 a 2014.



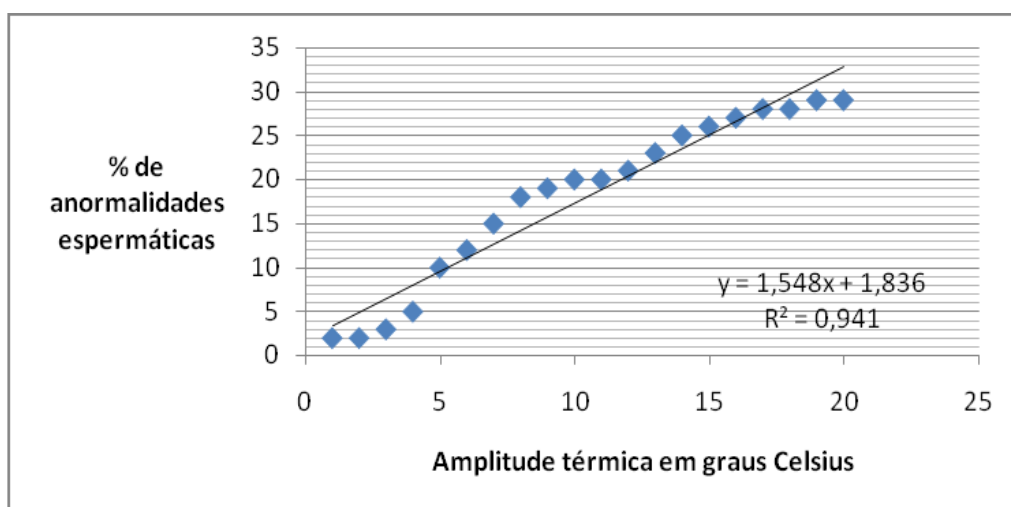
Fonte: Elaboração própria.

Figura 5: Regressão linear entre a precipitação pluviométrica e o percentual total de alterações espermáticas de sêmen de varrões de 2013 a 2014.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6: Regressão linear entre a amplitude térmica e o percentual total de alterações espermáticas de varrões de 2013 – 2014.



Fonte: Elaboração própria.

3 Desempenho reprodutivo de matrizes comerciais suínas de diferentes linhagens durante as estações do ano

Trabalho seguindo as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (Anexo I)

João Antonio Zanardo⁽¹⁾, Robson Carlos Antunes⁽¹⁾, Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento⁽¹⁾ e Mauricio Machaim Franco⁽²⁾

⁽¹⁾ Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal de Uberlândia - MG. Rua Ceará s/n – bloco 2D – sala 03 – Campus Umuarama CEP 38400-902 - E-mail: joaoz@hotmail.com, robson.antunes@ufu.br, maran@ufu.br

⁽²⁾ Orientador: CENARGEN - EMBRAPA - Brazilian Agricultural Research Corporation, Brasília DF E-mail: Mauricio.franco@embrapa.br.

Resumo – Sistemas de produção de suínos têm como alvo a produção 30 ou mais leitões desmamados matriz/ano. As estações do ano podem impactar diretamente na produção de leitões desmamados durante o ano. Para o suinocultor é difícil determinar as relações entre os elementos climáticos que possam proporcionar produções de leitões compatíveis com a produtividade mínima para permanecer na atividade. A falta de pesquisas para produção de índices ambientais para matrizes é considerado um fator negativo pelos produtores no Brasil. Objetivou-se neste experimento, avaliar algumas características reprodutivas de matrizes das linhagens (Agrocères Camborough 22, Penarlan Naima e DB 90 Danbred) durante as diferentes estações do ano. Todas as características reprodutivas das linhagens de matrizes avaliadas, foram afetadas negativamente pela amplitude térmica, temperatura e precipitação elevada da estação da primavera. Suinocultores de Uberlândia estão sujeitos a prejuízos devido ao estresse térmico na reprodução que somados podem chegar a \$150.000,00 anuais para cada 1000 matrizes alojadas/ano. Estudos devem ser realizados, para adoção de medidas eficazes na melhoria do conforto térmico de matrizes alojadas em galpões convencionais e

maiores estudos devem ser realizados para a climatização dos galpões de gestação e maternidade.

Termos indexados: número de leitões nascidos vivos. *sus scrofa domesticus*. número de leitões desmamados. natimortos. mumificados.

The reproductive performance of commercial pigs arrays of various lineage during the stations of the year

Abstract- Production systems of pigs have as a target the production of 30 or more weaned piglet matrix/year. The stations of the year can impact directly in the production of weaned piglet during the year. To the pig farmer it's difficult to establish the relation between climate elements which can bring productions of piglet suitable with the minor productivity to continue in activity. The lack of researches to production of environmental indexes for the arrays is considered a negative factor by the producers in Brazil. The aim of this experiment is to evaluate some reproductive features of arrays of lineage (Agroceres Camborough 22, Penarlan Naima e DB 90 Danbred) during the various stations of the year. All the lineage reproductive features of the rated arrays were negatively affected by the thermal increase, temperature and high rainfall of the spring. Pig farmers of Uberlândia are subject to injury because of the thermal stress that added can reach \$150.000,00 annual for each 1000 arrays lodged/year. Studies must be realized for the adoption of effective actions in the improvement of the thermal comfort of arrays lodged in conventional barns and more studies must be realized for the conditioning of the pregnancy and maternity barns.

Index terms: number of born alive piglets, *sus scrofa domesticus*, number of weaned piglet, stillbirth, mummified.

3.1 Introdução

A suinocultura moderna estabelece alvos cada vez maiores de eficiência reprodutiva com o objetivo de viabilizar o sistema de produção pela maior lucratividade, mas na maioria das vezes não dimensiona o impacto da ambiência sobre a saúde, bem-estar e conforto térmico das matrizes alojadas.

Schmidt e Borges (2010) concluíram que, muitas vezes, os animais são alojados em situações que não propiciam um conforto térmico adequado e, assim, o potencial genético reprodutivo ou produtivo não é expresso em sua totalidade. Suínos alojados em ambiente termo neutro tendem a expressar seu máximo potencial genético. A temperatura ambiente considerada ótima para a matriz suína varia entre 7 a 23°C segundo Noblet et al. (1989), Yan et al. (2000) e Brown-Brandl et al. (2001).

Assim, a síndrome sazonal da infertilidade ocorre nas estações quentes e úmidas do ano mesmo em países de clima temperado (Hurtgen e Leman, 1980) e Rozeboom et al. (2000). Esta condição é caracterizada por anestro, aumento do intervalo desmama-cobertura, retorno ao estro, baixa taxa de parição e concepção e alta taxa de abortamento.

Problemas na reprodução interferem diretamente no sistema de produção, promovendo um aumento dos dias não produtivos do plantel (DNP), elevando a taxa de descarte de matrizes e provocando importantes perdas econômicas na produção de suínos (Dial et al., 1992 e Lucia Junior, et al., 2000).

Várias situações adversas podem gerar o estresse e disparar uma resposta da glândula adrenal que resulta em aumento na síntese de glicocorticoides e/ou catecolaminas sendo este o primeiro mecanismo de defesa do sistema endócrino para proteção do organismo. Devido ao aumento da produção dos glicocorticoides, aumenta a aptidão para a mobilização de energia e os animais podem apresentar mudanças comportamentais (Breuner e Orchinik, 2002 e Möstl e Palme, 2002).

Matrizes suínas em gestação e lactação submetidas ao estresse térmico provocam alterações na quantidade e no tempo de ingestão de alimentos, caracterizando alteração no comportamento ingestivo (Quinou et al., 2005). Em razão dos requerimentos nutricionais, a matriz em lactação é mais sensível às variações dos elementos climáticos (Gourdine et al. 2007). Em matrizes sob estresse térmico observa-se: retardamento da maturidade sexual, interferência na fertilidade do óvulo e na sua implantação no útero, interrupção da gestação, diminuição das taxas de fertilidade, aumento das taxas de retorno ao cio e abortos, aumento da mortalidade embrionária, aumento no número de mumificados, ou mesmo na redução de nascidos vivos e consequente diminuição no número de desmamados por parto (Willians et al., 2013).

Objetivou-se com este trabalho, investigar a influência das estações do ano sobre os índices reprodutivos de matrizes suínas de diferentes linhagens, com ênfase nas variáveis: taxa de retorno ao estro, intervalo desmame primeira cobertura, percentual de aborto, número total de leitões nascidos/parto, número e massa corporal de leitões nascidos vivos/parto, percentual de natimortos, percentual de mumificados, número e massa corporal dos leitões ao desmame em galpões convencionais e o desenvolvimento de um índice ambiental para matrizes combinando a temperatura máxima interna do galpão, precipitação pluviométrica mensal acumulada e amplitude térmica diária.

3.2 Material e métodos

O experimento foi realizado numa granja comercial de capacidade para 2000 mil matrizes alojadas com galpões convencionais de alvenaria no município de Uberlândia, Minas Gerais, situada na rodovia Uberlândia - Campo Florido Km 21,5 à direita, de janeiro de 2013 a dezembro de 2014.

Este experimento foi aprovado pela Comissão de Ética na Utilização de Animais (CEUA) – UFU protocolo número 068/14.

Foram avaliadas 300 fêmeas reprodutoras, sendo 30 Agrocères Camborough 22, 50 Penarlan Naima e 220 DB 90 Danbred de ordem de parto, 3 a 7 durante as fases de gestação e lactação totalizando 523 partos. Todas as matrizes receberam a mesma ração via comedouro automático e água à vontade em bebedouro tipo calha no galpão de gestação e em comedouro manual e bebedouro tipo chupeta no galpão de lactação. O alimento foi ofertado diariamente em duas refeições durante o período de gestação com as quantidades individuais decididas seguindo o escore corporal individual das matrizes. O escore corporal utilizado foi de 1 a 5, sendo: 1 - muito magra; 2 - magra; 3 - bom; 4 - gorda; 5 – obesa. No galpão de lactação a dieta foi dividida em duas refeições no período da manhã e duas no período da noite.

Foram fornecidos dois tipos de ração farelada durante o período de gestação sendo uma ração de reprodução até 80 dias antes do parto e uma ração pré-lactação de 80 dias antes do parto até 7 dias antes do parto. As rações de reprodução, pré-parto, lactação e reposição de marrãs foram fabricadas na granja (Tabelas 1).

Todas as matrizes ficaram alojadas em grupo do desmame até apresentarem estro em baias coletivas com 12 fêmeas cada, com piso de cimento em um galpão com pé direito de 3,5 m e cobertura de telhas térmicas (tipo sanduiche) pintadas de branco na sua face externa, sendo as divisões entre as baias de alvenaria de 1,2 m de altura. As laterais do galpão eram totalmente abertas com mureta de 0,8 m de altura. O galpão era provido de 12 ventiladores colocados a 1,5 metros do solo e distanciados 3 m entre eles na lateral do galpão funcionando a favor do vento predominante.

Após as matrizes apresentarem o estro foram transferidas para o galpão de gestação com as mesmas características construtivas do galpão anterior, mas com alojamento das fêmeas em gaiolas individuais para serem inseminadas. A maternidade era composta de nove

124 salas com 22 celas parideiras cada e presença de dois ventiladores por sala, com forro a 2,9 m
125 para isolamento do calor do telhado. As temperaturas mínima e máxima foram medidas
126 dentro e fora dos galpões diariamente entre 12 e 13 horas, com o auxílio de 6 termômetros de
127 máxima e mínima de bulbo seco tipo capela da marca INCOTERM, sendo um situado no
128 centro de cada galpão em uma altura próxima ao dorso dos animais e outro fora do galpão em
129 uma cobertura de telha de barro a uma distância de 3 metros das laterais do lado direito de
130 cada galpão na mesma altura do termômetro interno.

131 Ao lado do termômetro externo do galpão de gestação foi instalado um pluviômetro e
132 a quantidade diária de chuvas, em mm, eram coletadas diariamente no mesmo horário da
133 coleta das temperaturas. Faltando sete dias para o parto as fêmeas foram transferidas do
134 galpão de gestação para as salas de parto da maternidade. Todos os partos, inclusive os
135 noturnos, foram acompanhados por funcionários que deram assistência e onde foram
136 coletados os dados de número de leitões nascidos, número de leitões nascidos vivos,
137 percentual de natimortos, percentual de mumificados e massa corporal dos leitões nascidos
138 vivos.

139 Todos os leitões ao nascer receberam colostro e foram submetidos ao corte e
140 desinfecção do umbigo com solução de iodo a 7%. Ao completarem 3 dias de idade tiveram a
141 cauda cortada, dentes desbastados e receberam suplementação de ferro injetável, sendo os
142 machos castrados pelo método cirúrgico. A partir de 6 dias de idade os leitões receberam à
143 vontade ração pré-inicial com 12% de lactose em sua fórmula.

144 Para a identificação do estro, todos os dias os rufiões foram levados para as baias
145 coletivas das fêmeas uma vez pela manhã e outra à tarde com uma diferença de tempo em
146 torno de 12 horas. Quando era observada a imobilização da fêmea frente ao macho verificava-
147 se o reflexo de tolerância ao teste da monta feita pelo homem e a fêmea era identificada e

148 transferida para o galpão de gestação e alojadas em gaiolas individuais para serem
149 inseminadas.

150 Foram realizadas três inseminações por porca/estro, sendo a primeira: 12 horas após
151 o início do estro (aceitação do macho pela fêmea); a segunda, 12 horas após a primeira; e a
152 terceira, 12 horas após a segunda. As porcas que continuaram apresentando sinais de estro
153 foram inseminadas uma quarta vez. Somente foi utilizado sêmen que apresentasse motilidade
154 e vigor espermáticos, acima de 70% e 3, respectivamente, conforme CBRA (1998).

155 Na inseminação utilizou-se pipeta descartável para deposição cervical do sêmen e as
156 doses inseminantes continham em média de 3,5 bilhões de espermatozoides e foram
157 armazenadas em bisnagas próprias de 100 ml entre 15 a 18°C em refrigerador. Todas as
158 extremidades das pipetas foram lubrificadas com algumas gotas de sêmen antes da introdução
159 na vulva da matriz. Para a introdução da pipeta os lábios vulvares foram abertos com auxílio
160 do dedo indicador e do polegar da mão esquerda. Com a mão direita a pipeta foi introduzida
161 na vulva até a fixação na cervix e a bisnaga de sêmen acoplada onde o sêmen foi injetado por
162 leve pressão por um período mínimo de 4 minutos (SILVEIRA et al., 2005).

163 As instalações de gestação onde as matrizes foram inseminadas eram munidas de
164 ventiladores instalados a 1,6 metros do chão por toda a extensão lateral do galpão a favor da
165 ventilação natural. Todas as matrizes foram higienizadas e transferidas da gestação para o
166 galpão de maternidade em períodos de 7 a 3 dias antes do parto com o objetivo de reduzir o
167 estresse causado pela mudança do ambiente, comedouros e bebedouros.

168 O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema
169 fatorial 4 x 3 x 2: quatro estações do ano (primavera, verão, outono e inverno), três linhagens
170 (Agroceres Canborough22, Penarlan Naima e DB90Danbred) e dois períodos do ano (seco e
171 chuvoso). Os dados foram analisados quanto à sua normalidade no programa ACTION e as

análises de variância e os testes de médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) no programa SISVAR.

Foram feitas regressões entre a precipitação pluviométrica, temperatura máxima interna do galpão e amplitude térmica. A temperatura máxima, amplitude térmica máxima e precipitação máxima para a obtenção de 12 leitões desmamados/parto foram somadas para elaboração de um índice ambiental para matrizes.

3.3 Resultados e discussão

Houve uma repetição anual das condições climáticas, sendo a estação chuvosa, que engloba as estações da primavera e verão, mais quente e úmida com temperatura ambiental máxima média de 31,5°C (Figura 1) e precipitação média mensal de chuva de 224,3 mm, com maior percentual de precipitação de meados de outubro até o final de março de cada ano (Figura 2). A média de precipitação pluviométrica durante o período seco do ano foi de 30 mm de chuva/mês sendo que no mês de agosto de 2014 somente 5 mm de chuva se precipitaram na granja e foi registrado em alguns dias 7,0% de umidade relativa do ar (Figura 2).

As temperaturas médias do lado externo do galpão foram em média 1,6°C superiores à média registrada de 1981 a 2011 e a precipitação em média 170 mm menor. As altas temperaturas do período chuvoso, principalmente na estação da primavera, associadas a valores tão baixos da umidade relativa do ar em agosto e parte de setembro ocasionaram temperaturas internas no galpão de gestação e maternidade de até 44,5°C, mesmo com a utilização constante de ventiladores (Figura 3).

Nos galpões de gestação e maternidade, foram registradas temperaturas durante o ano de 2013 e 2014 em média 7,0°C superiores à média de temperatura do ambiente externo.

O período seco ocorreu de abril a setembro englobando as estações do outono e inverno, apresentando temperaturas máximas médias inferiores em 5°C ao período chuvoso,

com menores temperaturas em junho e julho, sendo agosto o mês mais seco e também de maior amplitude térmica 14,6°C (Figura 4).

A quantidade de ração consumida pelas matrizes gestantes variou de 2,5 a 3,0 kg/dia durante todo o período experimental sendo fornecida de acordo com o escore corporal de cada matriz. O consumo de ração pelas porcas lactantes foi em média de 6,1 kg no outono/inverno ($P<0,05$), superior 50% ao consumo de ração de 4,2 kg da primavera/verão onde as temperaturas, umidade relativa e amplitudes térmicas, foram superiores. O menor consumo de ração associado a um maior gasto de energia para perder calor pode ter levado a uma deficiência nutricional que diminuiu a produção de quantidades satisfatórias de leite para o bom desempenho dos leitões medido pela menor massa corporal dos leitões ao desmame.

Não houve efeito significativo ($p>0,05$) das linhagens sobre todas as características estudadas. As grandes amplitudes térmicas de agosto, as temperaturas e umidades relativas do ar elevadas principalmente na estação da primavera, proporcionaram desconforto às matrizes de todas as linhagens testadas. Durante a primavera, principalmente devido ao estresse térmico das matrizes houve aumento significativo ($p<0,05$) na mortalidade das matrizes, no percentual de natimortos, na taxa de retorno ao cio, intervalo desmame primeira cobertura e na mortalidade de leitões (Tabelas 2).

Na primavera a mortalidade de matrizes foi significativamente superior ($p<0,05$) em 105 % à mortalidade do inverno, sendo que os picos de mortalidade ocorreram em agosto, setembro e outubro. A maior parte da mortalidade ocorreu no terço final de gestação ou durante e logo após o parto. A provável causa do aumento da mortalidade de matrizes que afetou todas as linhagens foi o estresse térmico crônico uma vez que os animais sob estresse térmico, segundo Bispo e Pereira (1994), representam um grupo de maior risco para as infecções e redução da resposta imunológica e morte súbita.

O percentual de natimortos na primavera foi significativamente superior ($p < 0,05$), em 93,13%, à média dos percentuais de natimortos do verão, outono e inverno, devido a um aumento no tempo total do parto devido ao estresse térmico a que as porcas foram submetidas. Este aumento no tempo de parto associado ao estresse do transporte das matrizes do galpão de gestação para o de maternidade ocasionou aumento de natimortos pouco antes e durante o parto.

Provavelmente o desconforto térmico e demais fatores estressantes durante o parto induziram uma maior secreção de adrenalina e de determinadas catecolaminas que bloqueiam a ação da ocitocina, interferindo nas contrações uterinas e aumentando a mortalidade prematura de leitões.

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) das estações do ano sobre o percentual de leitões mumificados e no percentual de aborto das matrizes. Todas as linhagens em todas as estações do ano mantiveram um percentual entre 1,0 a 2,0 % de mumificados e taxas de aborto menores que 1%, que são consideradas normais para a espécie. No Japão, Lida e Koketsu (2015) verificaram que o risco de aborto aumenta com o aumento da temperatura de 20°C para 30°C e devido a este aumento no número de abortos ocorre uma redução de 0,4 leitões nascidos totais por parto.

A taxa de retorno ao estro na primavera foi significativamente maior ($p < 0,05$), 30,43%, em relação à média do verão, outono e inverno, possivelmente devido ao estresse térmico a que as matrizes foram submetidas. Wentz et al. (2001) concluíram que matrizes suínas submetidas à temperatura ambiente elevada no primeiro ao quarto dia pós inseminação apresentaram maiores taxas de retornos ao estro, menores taxas de prenhes e de parto, menor número de embriões aos 30-35 dias de gestação e menor número de leitões nascidos.

Na primavera e verão, o intervalo entre o desmame e a primeira cobertura foram significativamente maiores em 25,22% às médias do outono/inverno (Tabela 2). Isto ocorreu

provavelmente porque as porcas desmamadas neste período apresentarem piores condições corporais devido à utilização de maiores reservas corporais na lactação e menor ingestão de ração.

Na maternidade a mortalidade de leitões no período quente e chuvoso, principalmente nas estações da primavera e verão, foi significativamente superior ($p < 0,05$) em 28,47% às médias do outono/inverno (Tabela 2). Estas maiores taxas de mortalidade estão associadas ao menor consumo de ração pelas matrizes com consequente menor produção de leite e aumento da inquietação devido ao estresse, permanecendo menor tempo deitada para amamentação dos leitões e levantando e deitando mais vezes durante o dia na cela parideira.

Estes resultados concordam com Martins et al. (2008) que concluíram que matrizes suínas ficam mais inquietas e reduzem a frequência da postura em decúbito lateral e o número de amamentações para os leitões nos períodos mais quentes do dia e do ano.

Em termos práticos, pelos resultados deste experimento, pode-se verificar que devido à mortalidade das matrizes durante a primavera e o verão em relação ao outono/inverno serem maiores, uma granja de 1000 matrizes deve adquirir a mais 132 marrãs de reposição para cobrir o aumento da mortalidade e com isto tem um acréscimo anual no custo de produção da granja de aproximadamente \$29.700,00/ano (132 marrãs * \$ 225,00). Além disso, o aumento nas taxas de retorno ao estro e intervalo desmame primeira cobertura leva a um acréscimo nos dias não produtivos (DNP) de 1,42 dias, aumentando o custo de produção dos leitões.

O aumento da temperatura, umidade relativa do ar e da amplitude térmica podem ter resultado em mudanças no perfil endócrino, metabólico e comportamental das matrizes provocando reações estressantes em termos fisiológicos e produtivos, o que está de acordo com (Möstl e Palme, 2002).

O estresse crônico, principalmente devido às altas temperaturas, umidade relativa e amplitude térmica, provavelmente levaram a uma maior produção do hormônio liberador de

corticotropina (CRH), que resultou em uma maior ativação de componentes periféricos do eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal. Esta ativação aumentou a produção de ACTH, cortisol, catecolaminas e ativou o sistema nervoso com aumento da liberação de glicose, da frequência cardíaca e da pressão arterial e reduziu os índices reprodutivos concordando com Ferin (1998). O aumento da produção e liberação destas substâncias é o primeiro mecanismo de defesa do sistema endócrino dos suínos para proteção contra as condições estressantes. Os glicocorticoides aumentam a aptidão para a mobilização de energia, de acordo com Breuner e Orchinik (2002) e Möstl e Palme (2002).

O número total de leitões nascidos e o número total de leitões nascidos vivos foram significativamente menores ($p<0,05$) no outono/inverno em relação à primavera/verão, e a massa corporal dos leitões não diferiu em relação às estações do ano (Tabelas 3).

O número de leitões nascidos vivos/parto foi de 1,6 leitões a mais na primavera/verão em relação ao outono/inverno. Admitindo-se que outros fatores de interferência foram em parte controlados, possivelmente essa variação pode ser atribuída ao estresse térmico causado conjuntamente pelas: temperatura, umidade relativa e amplitudes térmicas da estação da primavera e do verão durante a gestação.

A massa corporal dos leitões nascidos vivos não diferiu entre as estações do ano (Tabela 3). Este resultado pode ser atribuído às matrizes serem hiperprolíficas produzindo número maior de leitões e conseqüentemente com menores massas corporais. Os períodos de luz e escuros durante as estações do ano não são expressivamente grandes em Uberlândia para proporcionar grandes alterações fisiológicas nas matrizes suínas.

O número e massa corporal dos leitões desmamados foram significativamente menores ($p<0,05$) nas estações da primavera e verão (Tabela 3). Os resultados mostram uma redução significativa de 1,3 leitões desmamados/parto na primavera/verão em relação ao

outono/inverno e está diretamente relacionada com a maior mortalidade de leitões na maternidade devido ao esmagamento e inanição.

A massa corporal dos leitões desmamados na primavera e verão foi inferior 0,9 kg/leitão possivelmente devido ao estresse térmico uma vez que este diminui o consumo de alimentos e consequentemente reduz a produção de leite.

Houve correlação forte e negativa de 96,77% entre a precipitação pluviométrica acumulada e o número de leitões desmamados (Figura 5). Precipitação acima de 130 mm associado a altas temperaturas e amplitudes térmicas podem ser responsáveis pelo desmame de menos de 12 leitões por parto, considerado como um número mínimo para o retorno econômico financeiro na atividade.

Também houve forte correlação negativa entre o número de leitões desmamados e a temperatura máxima interna no galpão e a amplitude térmica (Figura 6 e 7). Temperaturas máximas acima de 27°C e amplitudes térmicas superiores a 10°C podem ser responsáveis pelo desmame de menos de 12 leitões por parto.

Com o preço pago para produtores independentes em torno de \$6,00/kg/leitão/desmamado, para uma granja de 1000 matrizes significaria a perda de receita em torno de \$13.500,00 ($\$6,00 \times 0,9 \text{ kg} \times 2,5 \text{ partos/ano} \times 1000 \text{ matrizes}$) com o menor peso/leitão e R\$136.500,00/ano ($1,3 \text{ leitões/parto} \times 2,5 \text{ partos/ano} \times 7 \text{ kg/leitão} \times \$6,00 \times 1000 \text{ matrizes}$) com a mortalidade de leitões na maternidade.

Lida e Kuketsu (2014), no Japão, chegaram à conclusão de que na estação quente do ano ocorre a diminuição de 0,05 leitões por parto para cada acréscimo de 1°C de temperatura máxima no galpão e de que matrizes em galpões com alta temperatura e umidade relativa acima de 80% as perdas são de 0,5 leitões por parto e recomendam a climatização dos galpões. Considerando os dados das condições meteorológicas deste experimento foi proposto um índice denominado Índice de temperatura, amplitude e precipitação para matrizes

(ITAPM) de fácil interpretação pelos produtores de suínos devido ser composto da combinação da temperatura máxima interna do galpão, em °C, da precipitação acumulada mensal, em mm, e da amplitude térmica em °C (Tabela 4).

3.4 Conclusões

A estação da primavera com temperaturas, precipitações pluviométricas e amplitudes térmicas elevadas, prejudicam os índices reprodutivos de matrizes comerciais de diferentes linhagens alojadas em galpões convencionais em Uberlândia. Suinocultores de Uberlândia estão sujeitos a prejuízos devido ao estresse térmico na reprodução que somados podem chegar a \$150.000,00 anuais para cada 1000 matrizes alojadas/ano.

Estudos devem ser realizados, para climatização e adoção de medidas para promoção da melhoria do conforto térmico das matrizes durante todo o ano em galpões em Uberlândia - MG.

Referências

- BISPO, D.L.N.; PEREIRA, O.C.M. Importância do conhecimento das alterações induzidas pelo estresse em animais domésticos. In: **Interciência**. Venezuela:[s.n.],1994. v. 19, n. 2, p. 72-74.
- BREUNER, C.W.; ORCHINIK, M. Plasma binding proteins as mediators of corticosteroid in vertebrates. In: **J Endocrinol**. v.175, p.99-112, 2002.
- BROWN-BRANDL, T.M.; EIGENGERG, R.A.; NIENABER, J.A. et al. Thermoregulatory profile of a newer genetic line of pigs. In: **Livestock Production Science**. 2001. v.71, p.253-260.
- COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL – CBRA. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. Belo Horizonte: [s.n.]1998. 2.ed. 49p.
- DIAL, G.D. et al. Reproductive Failure: differential diagnosis. In: LEMAN, A.D. et al. **Diseases of Swine**. 7 ed. Ames: Iowa State University Press. 1992. p. 88-137.
- FERIN, M. Stress and the reproductive cycle. In: **J Clin Endocrinol Metab**. 1998. v.84,p.1768-1774.
- GOURDINE, J.L.; BIDANELI, J.P.; NOBLET, J. et al. Rectal temperature of lactating sows in a tropical humid climate according to breed, parity and season. In: **Asian-Australasian Journal of Animal Science**. [s.n.],2007. v. 20, n. 6, p. 832-841.
- HURTGEN, G.P.; LEMAN, A.D. Seasonal influence on fertility of sows and gilts. In: **Journal Animal Veterinary Medical Association**. [S.l.:s.n.],1980. v.177, p.631-635.
- LIDA, R.; KOKETSU, Y. Interactions between pre or postservice climatic factors, parity, and weaning-to-first-mating interval for total number of pigs born off female pigs serviced during hot and humid or cold seasons. **Journal Animal Science** .2014. v.92. p. 4180-4188.
- LUCIA JR, T.; DIAL, G.D.; MARSH, W.E. Lifetime reproductive performance in female pigs having distinct reasons for removal. In: **Livestock Production Science**. 2000. v. 63, p. 213-222.
- MARTINS, T.D.D. et al. Postura e comportamento lactacional de matrizes suínas mantidas sob condições de temperatura ambiente elevada. In: **Revista Biotemas**. [S.l.:s.n.],2008. 21(4). P.137-145.
- MÖSTL, E.; PALME, R. Hormones as indicators of stress. In: **Dom Anim Endocrinol**. [S.l.:s.n.],2002. v. 23, p.67-74.
- NOBLET, J.; DOURMAD, J.Y.; DIVIDICH, J. et al. Effect of ambient temperature and addition of straw or alfafa in the diet on energy metabolism in pregnant sows. In: **Livestock Production Science**. [S.l.:s.n.], 1989. v.21, p.309-324.

QUINIOU, N.; RENAUDEAU, D.; DUOIS, S.; NOBLET, J. Effect of diurnal fluctuating high ambient temperatures on performance and feeding behavior of multiparous lactating sows. In: **Animal Science**. [S.l.: s.n.], 2005. v.71, n3, p.571-575.

ROZEBOOM, K.; SEE, T.; FLOWERS, B. **Coping with seasonal infertility in the herd: part I**, 2000. Disponível em: < http://mark.asci.ncsu.edu/Swine_News/2000/sn_v2303.htm> Acesso em: 19 fev. 2011.

SCHMIDT, A. C. T.; BORGES, F. P. **Temperatura ambiental e sua influência na reprodução**. 2010. Disponível em: < <http://www.nftalliance.com.br/temperatura-ambiental-esua-influ-ncia-na-reprodu-o/>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

SILVEIRA, P.R.S. et al. **Resultados equivalentes em porcas inseminadas duas ou três vezes por estro**. Embrapa Suínos e Aves, Concordia, SC, 2005.

WENTZ, I. et al. A hipertermia durante o estro pode afetar o desempenho reprodutivo de fêmeas suínas. In: **Ciência Rural**. [S.l.: s.n.], 2001. v.31, n.4, p.651-656.

WILLIAMS, A. M. Effects of a controlled heat stress during late gestation, lactation, and after weaning on thermoregulation, metabolism, and reproduction of primiparous sows. In **Journal of Animal Science**. 2013. V.91, p 2700-2714

YAN, P.S.; YAMAMOTO, S. Relationship between thermoregulatory responses and heat loss in piglets. In: **Journal of Animal Science**, [S.l.:s.n.], 2000. v.71, n.10, p.5005-509. 2000.

Tabelas

Tabela 1: Quantidades de ingredientes utilizados na formulação de ração e composição nutricional das rações de reprodução, pré-lactação e lactação utilizadas no experimento.

Ingredientes (kg)	Reprodução	Pré-Lactação	Lactação
Milho	389,51	449,41	260,07
Sorgo	200,00	200,00	200,00
Casca de soja	160,00	60,00	-
Farelo de Soja	81,00	149,00	272,70
Macarrão	100,00	70,00	70,00
Resíduo de biscoito	0,00	0,00	100,00
Farinha de carne	50,90	51,70	58,60
Óleo de soja	-	-	22,10
Calcário Calcítico	0,60	1,10	-
NaCl	6,00	6,00	5,00
Premix vit/mineral	10,00	10,00	10,00
DL - Metionina	0,29	0,51	0,00
L-Lisina	1,29	1,60	1,40
Treonina	0,41	0,68	0,13
Total	1000,00	1000,00	1000,00
Proteína Total %	13,72	16,03	20,67
Gordura%	2,97	3,05	6,11
Fibra Bruta%	7,52	4,79	3,25
Cinzas%	5,31	5,27	5,73
Cálcio%	0,93	0,92	0,97
Fósforo Total%	0,51	0,54	0,60
E.Met. Kcal/kg	3078,00	3175,00	3374,00

Fonte: Poli Nutri Nutrição animal, 2013.

TABELA 2: Mortalidade de matrizes, natimortos, taxa de retorno ao estro, intervalo desmame a 1ª cobertura, mortalidade de leitões na maternidade durante as estações do ano (2013 – 2014).

Estações do ano	Mortalidade (%)	Natimortos	Taxa de retorno ao estro (%)	Intervalo desmame a 1ª cobertura (dias)	Mortalidade de leitões (%)
Inverno	4,0 ± 0,70b	2,0 ± 0,35b	4,2 ± 0,69b	5,58 ± 0,89b	7,2 ± 1,15b
Outono	4,8 ± 0,87b	2,5 ± 0,43b	4,5 ± 0,74b	5,68 ± 0,90b	7,9 ± 1,26b
Verão	5,0 ± 0,91b	2,5 ± 0,43b	5,0 ± 0,82b	6,70 ± 1,07b	9,3 ± 1,48a
Primavera	8,2 ± 1,50a	4,5 ± 0,78a	6,0 ± 0,99a	7,40 ± 1,18a	10,1 ± 1,61a

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Elaboração própria.

TABELA 3: Número total de leitões nascidos por parto, número e massa corporal dos nascidos vivos por parto, número e massa corporal de desmamados por parto nas estações do ano (2013 – 2014).

Estações do ano	Nº nascidos por parto	Nº nascidos vivos por parto	Massa corporal dos nascidos vivos por parto (g)	Nº desmamados por parto	Massa corporal dos desmamados por parto
Inverno	12,5 ± 1,95b	11,1 ± 1,69b	1528 ± 305	11,7 ± 2,69a	6100 ± 854a
Outono	12,3 ± 1,90b	11,2 ± 1,71b	1486 ± 297	11,6 ± 2,66a	5900 ± 782a
Verão	13,2 ± 2,04a	12,2 ± 1,85a	1489 ± 297	10,5 ± 2,41b	5400 ± 756b
Primavera	13,8 ± 2,13a	13,3 ± 2,02a	1455 ± 291	10,2 ± 2,34b	4800 ± 672b

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4: Índice de temperatura, amplitude e precipitação para matrizes (ITAPM). Zona verde as matrizes estão em conforto térmico, zona amarela é necessário medidas para melhorar o conforto térmico das matrizes e zona vermelha matrizes com alta probabilidade de produção de um número menor que 30 leitões/desmamados/fêmea/ano.

Temperatura máxima no galpão °C																																															AT
P	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45																					
5	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	1																				
10	31	33	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	1																				
15	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	2																				
20	42	44	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	2																				
30	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	3																				
40	63	65	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	3																				
50	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	4																				
60	84	86	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	4																				
70	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	5																				
80	105	107	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	5																				
90	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	6																				
100	126	128	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	6																				
110	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	7																				
120	147	149	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	7																				
130	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	8																				
140	168	170	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	8																				
150	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	9																				
160	189	191	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	9																				
170	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	10																				
180	210	212	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	10																				
190	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	11																				
200	231	233	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	11																				
210	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	12																				
220	252	254	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	12																				
230	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	13																				
240	273	275	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	13																				
250	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	14																				
260	294	296	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	14																				
270	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	15																				
280	315	317	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	15																				
290	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	16																				
300	336	338	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	16																				
310	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	17																				
320	357	359	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	17																				
330	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	18																				
340	378	380	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	18																				
350	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	19																				
360	399	381	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	19																				

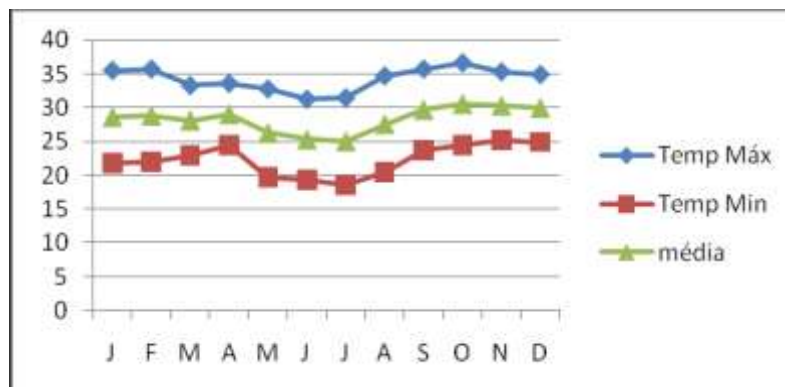
P = precipitação pluviométrica mensal em milímetros

AT = amplitude térmica em °C

Fonte: elaboração própria

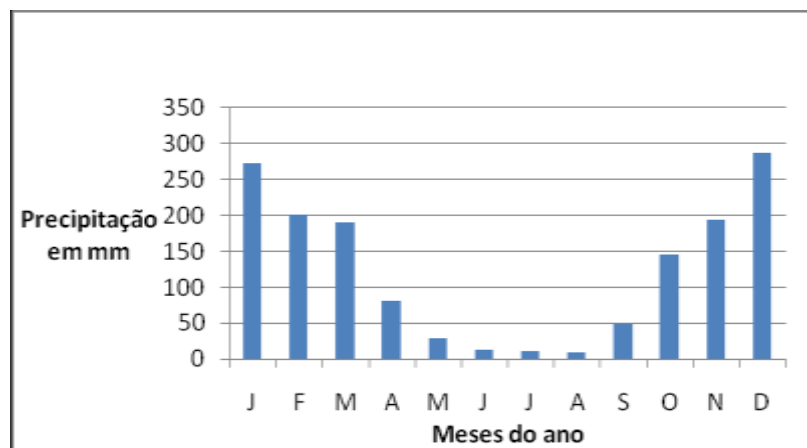
Figuras

Figura 1: Médias mensais de temperatura ambiental média, mínima e máxima ocorridas na granja em 2013 a 2014 em graus Celsius.



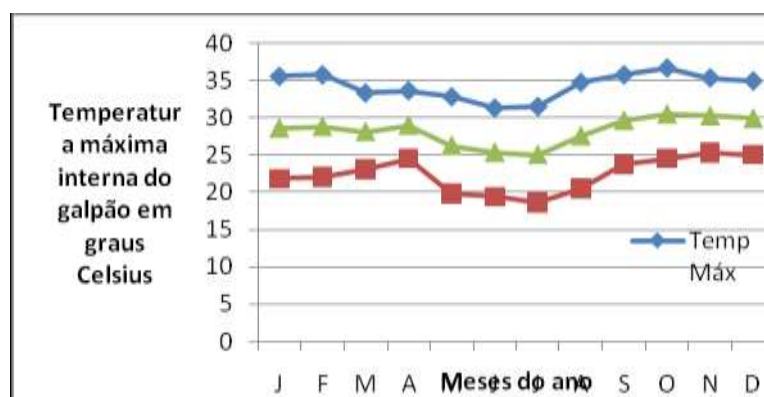
Fonte: Elaboração própria.

Figura 2: Médias mensais de precipitação, em mm, ocorridas na granja de suínos em 2013 a 2014.



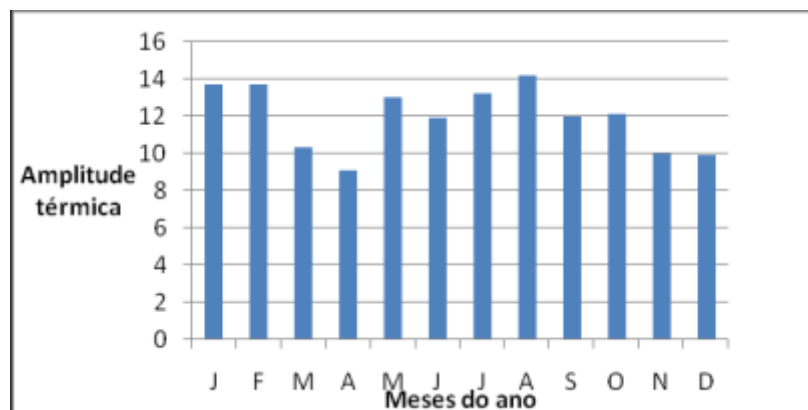
Fonte: Elaboração própria.

Figura 3: Médias mensais de temperaturas internas do galpão dos varrões média, mínima e máxima ocorridas durante os anos 2013 e 2014 em graus Celsius.



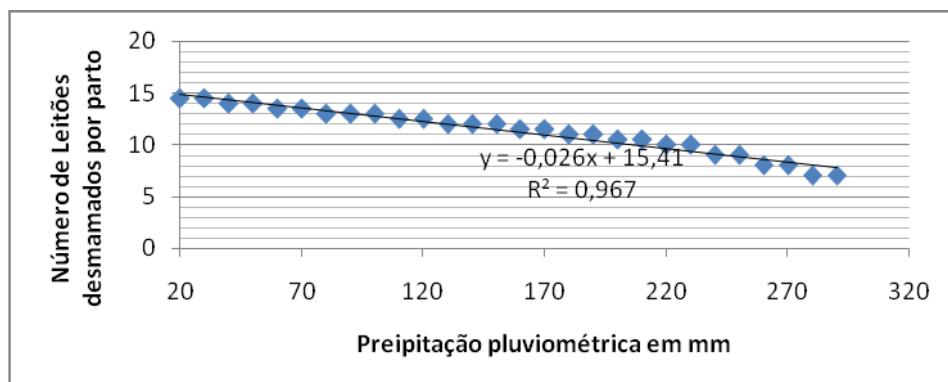
Fonte: Elaboração própria.

Figura 4: Médias mensais de amplitudes térmicas ocorridas na granja de suínos de 2013 e 2014.



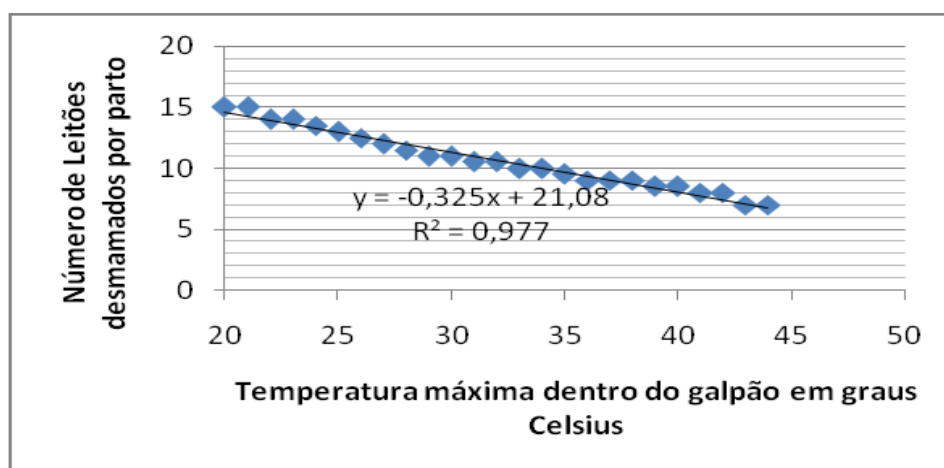
Fonte: Elaboração própria.

Figura 5: Regressão linear entre a precipitação pluviométrica e o número de leitões desmamados por parto/porca de 2013 - 2014



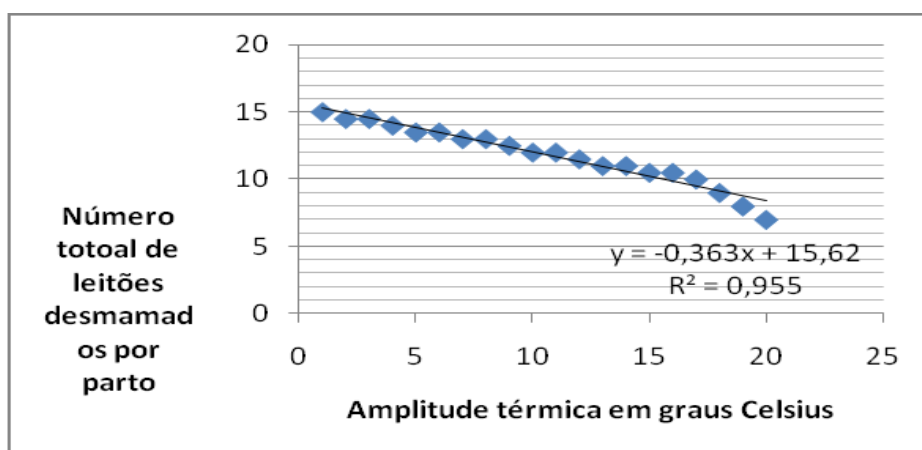
Fonte: Elaboração própria

Figura 6: Regressão linear entre a temperatura máxima interna do galpão o número de leitões desmamados/parto/porca nos anos de 2013 - 2014



Fonte: Elaboração própria

Figura 7: Regressão linear entre a amplitude térmica interna do galpão o número de leitões desmamados/parto/porca nos anos de 2013 - 2014



Fonte: Elaboração própria

ANEXO I – Diretrizes e normas publicação de artigo na revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB)

Escopo e política editorial

A revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) é uma publicação mensal da Embrapa, que edita e publica trabalhos técnico-científicos originais, em português, espanhol ou inglês, resultantes de pesquisas de interesse agropecuário. A principal forma de contribuição é o Artigo, mas a PAB também publica Notas Científicas e Revisões a convite do Editor.

Análise dos artigos

A Comissão Editorial faz a análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista, formulação do objetivo de forma clara, clareza da redação, fundamentação teórica, atualização da revisão da literatura, coerência e precisão da metodologia, resultados com contribuição significativa, discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura, qualidade das tabelas e figuras, originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério é aplicado somente aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

Forma e preparação de manuscritos

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos (não terem dados – tabelas e figuras – publicadas parcial ou integralmente em nenhum outro veículo de divulgação técnico-científica, como boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas etc.) e não podem ter sido encaminhados simultaneamente a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

- São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.

- Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

- O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

Informações necessárias na submissão on-line de trabalhos

No passo 1 da submissão (Início), em “comentários ao editor”, informar a relevância e o aspecto inédito do trabalho.

No passo 2 da submissão (Transferência do manuscrito), carregar o trabalho completo em arquivo Microsoft Word.

No passo 3 da submissão (Inclusão de metadados), em “resumo da biografia” de cada autor, informar o link do sistema de currículos lattes (ex.: <http://lattes.cnpq.br/0577680271652459>). Clicar em “incluir autor” para inserir todos os coautores do trabalho, na ordem de autoria.

Ainda no passo 3, copiar e colar o título, resumo e termos para indexação (key words) do trabalho nos respectivos campos do sistema.

No passo 4 da submissão (Transferência de documentos suplementares), carregar, no sistema on-line da revista PAB, um arquivo Word com todas as cartas (mensagens) de concordância dos coautores coladas conforme as explicações abaixo:

- Colar um e-mail no arquivo word de cada coautor de concordância com o seguinte conteúdo:

“Eu, ..., concordo com o conteúdo do trabalho intitulado “.....” e com a submissão para a publicação na revista PAB.

Como fazer:

Peça ao coautor que lhe envie um e-mail de concordância, encaminhe-o para o seu próprio e-mail (assim gerará os dados da mensagem original: assunto, data, de e para), marque todo o email e copie e depois cole no arquivo word. Assim, teremos todas as cartas de concordâncias dos co-autores num mesmo arquivo.

Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

- Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

- Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

- Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

- O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

- O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

Título

- Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.

- Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

- Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como “efeito” ou “influência”.

- Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.

- Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.

- As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores

- Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção “e”, “y” ou “and”, no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.

- O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

- São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.

- Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.

- Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

- O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.

- Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.

- Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.

- Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.

- O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

- A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.

- Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.

- Não devem conter palavras que componham o título.

- Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.

- Devem, preferencialmente, ser termos contidos no [AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus](#) ou no [Índice de Assuntos da base SciELO](#).

Introdução

- A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

- Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.

- O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

- A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.

- Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.

- Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.

- Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.

- Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.
- Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
- Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

- A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.
- As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.
- Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.
- Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.
- Dados não apresentados não podem ser discutidos.
- Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.
- As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.
- Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.
- As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

- O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.
- Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- Não podem consistir no resumo dos resultados.

- Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

- A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser breves e diretos, iniciando-se com “Ao, Aos, À ou Às” (pessoas ou instituições).
- Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

- A palavra *Referências* deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.
- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.
- Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.
- Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.
- Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.
- Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.
- Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

- Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

- Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.
- Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

Tabelas

- As tabelas devem ser numeradas sequencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.

- Devem ser autoexplicativas.

- Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.

- Os elementos complementares são: notas de rodapé e fontes bibliográficas.

- O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.

- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas de rodapé.

- Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.

- Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.

- Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.

- Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota de rodapé do teste utilizado e a probabilidade.

- Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.

- As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.

- Notas de rodapé das tabelas

- Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.

- Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.

- Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

- São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.

- Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.

- O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.

- Devem ser autoexplicativas.

- A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.

- Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.

- Figuras não originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.

- O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração. - As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.

- Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).

- Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.

- As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.

- Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.

- Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.

- Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.

- No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).

- Não usar negrito nas figuras.

- As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.

- Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

Notas Científicas

- Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

Apresentação de Notas Científicas

- A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.

- As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

- Resumo com 100 palavras, no máximo.

- Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.

- Deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

Outras informações

- Não há cobrança de taxa de publicação.

- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.

- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.

- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.