

POLIANA CAMPOS SILVA LELIS RESENDE

**AVALIAÇÃO ANDROLÓGICA COMPARATIVA ENTRE VARRÕES
DE ALTO MÉRITO GENÉTICO ORIUNDOS DE LINHAGENS
PURAS E CRUZADAS**

Dissertação apresentada como um dos requisitos
para obtenção do título de Mestre em Ciência
Animal na Área de Reprodução Animal

Orientadora: Profa. Fernanda Radicchi Campos
Lobato de Almeida

BELO HORIZONTE

ESCOLA DE VETERINÁRIA – UFMG

2017

R433a Resende, Poliana Campos Silva Lelis, 1987-
Avaliação andrológica comparativa entre varrões de alto mérito genético oriundos de
linhagens puras e cruzadas / Poliana Campos Silva Lelis Resende. – 2017.
38 p. : il.

Orientadora: Fernanda Radicchi Campos Lobato de Almeida
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária
Inclui bibliografia

1. Suíno – Reprodução – Teses. 2. Testículos - Medição – Teses. 3. Sêmen – Análise –
Teses. 4. Reprodução animal – Teses. 5. Linhagem (Genética) – Teses. I. Almeida, Fernanda
Radicchi Campos Lobato de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária.
III. Título.

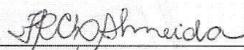
CDD – 636.408 926

FOLHA DE APROVAÇÃO

POLIANA CAMPOS SILVA LELIS RESENDE

Dissertação submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau de MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração REPRODUÇÃO ANIMAL.

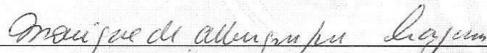
Aprovada em 24 de Fevereiro de 2017, pela banca constituída pelos membros:



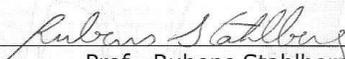
Prof.ª. Fernanda Radicchi Campos Lobato de Almeida
Presidente - Orientador



Prof. Hêlio Chiarini Garcia
Instituto de Ciências Biológicas - ICB - UFMG



Prof.ª. Monique de Albuquerque Lagares
Escola de Veterinária - UFMG



Prof. Rubens Stahlberg
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUCMinas

AGRADECIMENTOS

A Deus, criador de todas as coisas.

Ao meu filho, Francisco, por me dar forças e ajudar a perceber que tudo é possível quando se ama.

Ao meu esposo, Tales, pelo apoio incondicional, paciência, empatia e desprendimento em todas as etapas desse projeto e da nossa vida.

Aos meus pais, Ezio e Iris, pelos ensinamentos e estímulo ao estudo.

Aos meus irmãos, Juliana e Luciano, pelo auxílio nessa fase tão difícil de conciliação do mestrado com a condição de maternidade.

Aos meus familiares, pelas orações e incentivos.

Aos funcionários da Granja Brasil, em Presidente Olegário – MG, especialmente na pessoa do Jefferson Marcondes. Sem eles nada teria acontecido.

A Agrocere PIC, na pessoa da Amanda Pimenta, por contribuir na ideologia do trabalho, pela disponibilidade, mesmo nas dificuldades, e pelos ensinamentos. Agradeço ainda pelo apoio financeiro para execução desse trabalho.

Ao Laber, especialmente a Profa. Fernanda Almeida pelo carinho, dedicação e compreensão das minhas dificuldades. Ao Prof. Hélio Chiarini-Garcia, pela serenidade e cuidado.

A Escola de Veterinária da UFMG, pelos anos de aprendizado. A todos os professores que lutam para mantê-la como modelo de ensino em medicina veterinária no país.

Ao CNPq pelo auxílio financeiro a mim concedido, como bolsa, durante o mestrado.

“Foi o tempo que dedicastes à tua rosa que a fez tão importante”

(Antoine de Saint-Exupéry)

SUMÁRIO

	RESUMO	11
1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVO	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1.	DESENVOLVIMENTO ANDROLÓGICO DO VARRÃO	14
3.2.	CARACTERÍSTICAS E ANÁLISES SEMINAIS	14
3.3.	FATORES QUE INTERFEREM NA QUALIDADE DO SÊMEN	16
3.3.1.	Raça e linhagem	16
3.3.2.	Temperatura	17
3.3.3.	Outros fatores	18
4	MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1.	LOCAL E PERÍODO	19
4.2.	INSTALAÇÕES	19
4.3.	ANIMAIS	20
4.4.	PESOS CORPORAIS E MEDIDAS TESTICULARES	20
4.5.	TREINAMENTO PARA USO DO MANEQUIM	21
4.6.	COLETA DE SÊMEN	21
4.7.	ANÁLISES DE SÊMEN	21
4.8.	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	22
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1.	PESO E DESENVOLVIMENTO TESTICULAR	23
5.2.	TREINAMENTO PARA USO DO MANEQUIM	24
5.3.	ANÁLISE DE SÊMEN	24
5.4.	CORRELAÇÕES	30
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
7	CONCLUSÕES	33
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características quantitativas e qualitativas do sêmen de machos suínos jovens e adultos, e limites para normospermia	15
Tabela 2 - Peso corporal e medidas testiculares de machos puros (LM) e cruzados (LT) pré púberes	23
Tabela 3 - Características seminais de machos puros (LM) e cruzados (LT) coletados durante quatro semanas consecutivas a partir da 24 ^a semana	24
Tabela 4 - Cinética do movimento espermático dos machos puros (LM) e cruzados (LT) coletados durante quatro semanas consecutivas	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Registro de temperatura no período de coleta	19
Figura 2 - Esquema dos calendários de treinamento e coleta	21
Figura 3 - Idade da primeira coleta e idade de aprovação dos machos	29
Figura 4 - Porcentagem de machos aprovados até 31 semanas de idade	30

Resumo

Machos suínos reprodutores de diferentes linhagens são classificados andrológicamente pelo mesmo sistema, embora apresente diferentes taxas de crescimento e deposição de tecido muscular. Assim, o conhecimento das particularidades entre linhagens é fundamental para se elaborar um perfil de classificação andrológica para cada linhagem, tornando o processo de seleção genética mais eficiente e adequado. Dessa forma, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de comparar o desenvolvimento corporal e testicular durante a fase pré-púbere, as características reprodutivas, como precocidade e facilidade de treinamento, e as características seminais durante a puberdade entre linhagens puras e cruzadas. Para tanto, foram analisadas duas raças de animais puros destinados ao cruzamento das linhas fêmeas, denominados grupo de animais puros linha materna (LM), e duas linhagens de machos terminadores que foram denominados de animais cruzados linha terminadora (LT). Os animais foram avaliados quanto ao peso e medidas testiculares nas primeira, terceira e décima quinta semanas de vida, quanto às características reprodutivas a partir de 21 semanas de idade, e parâmetros seminais entre a 24^a e 30^a semanas. Os animais cruzados LT apresentaram maiores pesos e medidas testiculares ($P < 0,01$) nas idades avaliadas quando comparados aos animais puros LM. Houve uma tendência ($P = 0,07$) para a facilidade de treinamentos dos animais cruzados LT, sendo que 97% desses machos foram bem sucedidos no treinamento, enquanto 83% dos machos puros LM conseguiram saltar no manequim. A linhagem não afetou as características seminais avaliadas: volume, concentração, número de espermatozoides totais, número de espermatozoides viáveis e motilidade. Houve diferença na porcentagem de espermatozoides normais no exame morfológico, sendo maior para os machos LT. Assim, machos cruzados LT foram mais precoces ao apresentarem parâmetros seminais como motilidade, concentração e porcentagem de espermatozoides normais superiores a 75%, $200 \times 10^6/\text{mL}$ e 75% respectivamente na 26^a semana de vida (185,5 dias) quando comparado aos machos puros LM, aprovados em idade superior a 29 semana (201,5 dias) ($P < 0,01$). Parâmetros da cinética do movimento, como DSL, VSL e STR, foram superiores para LM quando comparados aos LT ($P < 0,05$), embora não tenham atingido valores mínimos para a espécie. Foram encontradas correlações entre peso corporal na primeira ($r = 0,58$; $P < 0,001$) e 15^a ($r = 0,39$; $P < 0,05$) semanas de vida e concentração espermática na 28^a semana de vida. A concentração do sêmen na 28^a semana também foi correlacionada ao comprimento do testículo direito (CTD) na terceira semana de vida ($r = 0,40$; $P < 0,05$) e a largura do testículo direito (LTD) na 15^a semana ($r = 0,36$; $P < 0,05$). Foi encontrada correlação negativa entre LTD na 15^a semana e idade de aprovação ($r = - 0,32$; $P < 0,05$) e tendência entre peso corporal à primeira semana ($r = - 0,28$; $P = 0,08$) e peso corporal à terceira semana ($r = - 0,28$; $P = 0,08$) com a idade de aprovação. Os resultados apresentados confirmam a existência de diferenças tanto de desenvolvimento corporal quanto de maturidade sexual entre linhagens puras e cruzadas. Portanto, a identificação de parâmetros andrológicos para cada linhagem, antes e após a puberdade, pode auxiliar no estabelecimento de critérios específicos para classificação ou desclassificação de varrões de alto mérito genético quanto ao seu uso na reprodução, evitando o descarte inadequado de bons machos.

Palavras chave: Biometria testicular, correlação fenotípica, linhagens, varrão, sêmen

Abstract

Boars of different genotypes cannot be classified andrologically by the same system, since they have different growth rates and muscle tissue deposition. Thus, the use of a classification profile for each genotype makes the genetic selection process more efficient and adequate for each animal. This work was carried out with the purpose of comparing body and testicular development during the pre-pubertal phase, reproductive characteristics, such as precocity and libido, and seminal characteristics during puberty among two different strains. Two pure breeds used in the crossing of female lines (FL) and two lines of terminator cores (TL) were analyzed. Body weight and testicular measurements were taken in the first, third, and fifteenth weeks of life, reproductive characteristics were evaluated starting 21th week, and seminal parameters were collected weekly from the 24th until 30th week. Crossbred animals (TL) presented greater body weights and testicular measures ($P < 0.01$) compared to pure breed animals (FL). There was a trend ($P = 0.07$) for higher trainability of crossbred LT animals when compared to pure LM animals, as 97% of the LT males were trained, while 83% of the pure males LM were unable to mount the dummy. Genotype did not affect the seminal characteristics evaluated: volume, concentration, number of total spermatozoa, number of viable spermatozoa, motility and the percentage of normal spermatozoa in the morphological evaluation. LT crossbred males showed higher precocity and were approved in the seminal morphology evaluation at 26th week (185.5 days) compared to the pure LM that were approved latter than 29th week. Correlations were found between body weight in the first ($r = 0.58$, $P < 0.001$) and 15th ($r = 0.39$, $P < 0.05$) weeks and sperm concentration at the 28th week. Semen concentration at the 28th week was also correlated to the right testicle length (RTL) in the third week ($r = 0.40$, $P < 0.05$), right testicle width (RTW) at week 15 ($r = 0.36$, $P < 0.05$). There was a negative correlation between RTW at week 15 and age of approval ($r = -0.32$, $P < 0.05$) and a trend between body weight in the first week ($r = -0.28$, $P = 0.08$) and body weight in the third week ($r = -0.28$, $P = 0.08$) with age of approval. The results presented herein confirm the previous evidences of differences in growth development and sexual maturation between genotypes. Therefore, knowing the andrologic parameters of each genotype before and after puberty will help to establish specific high merit boars classification or declassification criteria, without the earlier and improper cull of good males.

Key words: Testicular biometry, phenotypic correlation, breeds, boar, semen

1. Introdução

Há anos o volume de carne suína produzida no Brasil vem crescendo, mesmo com rebanho nacional crescendo num ritmo inferior, em função do aumento do peso de abate (CEPEA, 2015), decorrente do aumento no tempo de alojamento e melhoria no ganho de peso (GP) dos cevados. O fator que mais contribui para o aumento do GP ao longo dos anos é sem dúvida o melhoramento genético, sendo este fator de responsabilidade primária do varrão.

Tem-se por macho ideal aquele com alto mérito genético para características produtivas e alta produção espermática, visando ampliar a dispersão de seus genes. Sobre o mérito genético, os programas de melhoramento selecionam machos com as melhores características produtivas, a fim de imprimir na progênie desempenhos superiores na produção de carne magra no menor tempo possível. Tais características selecionadas são: idade e espessura de toucinho aos 100 kg, conversão alimentar, porcentagem de carne magra na carcaça para as linhas terminadoras e tamanho de leitegada para as linhas maternas (Robinson e Buhr, 2005). Alguns programas já adicionam outras características além das anteriores, como área de olho de lombo e marmoreio (Safranski, 2008). Sobre o desempenho reprodutivo, esperam-se machos precoces, com alta concentração de espermatozoides no ejaculado, boa motilidade e poucos defeitos (Rathje *et al.*, 1995; Huang e Johnson, 1996), entretanto, esses parâmetros não integram o perfil de características selecionadas atualmente.

A capacidade de produzir gametas garante o retorno econômico do macho (Robinson e Buhr, 2005). Entretanto, essa habilidade é limitada pela capacidade testicular, libido e condições físicas (Smital, 2009), fatores negativamente correlacionados às características produtivas (Schinckel *et al.*, 1983; Wolf, 2009) e influenciados por diversos fatores desde sua vida intrauterina até a maturidade sexual. Como consequência, alguns machos com alto mérito genético para características produtivas no momento da seleção são descartados por baixa qualidade de sêmen ou infertilidade. Este fato vem de encontro aos relatos de Robinson e Buhr (2005), onde 10 a 30% dos varrões nas centrais de inseminação do Canadá são descartados anualmente por baixa qualidade seminal, enquanto 1 a 21%, por baixa libido.

Atualmente, empresas de genética iniciam a avaliação espermática dos machos na 21ª semana de idade, fase em que os animais ainda são imaturos sexualmente, levando ao descarte prematuro de varrões com alto mérito genético. É sabido que machos suínos reprodutores de diferentes linhagens apresentam diferentes taxas de crescimento e deposição de tecido muscular. Assim, o conhecimento das particularidades entre linhagens seria fundamental para se elaborar um perfil de classificação andrológica para as linhagens de cada genética, tornando o processo de seleção mais eficiente e adequado para cada animal.

2. Objetivo

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de comparar os desenvolvimentos corporal e testicular durante a fase pré-púbere, bem como características reprodutivas, como precocidade e libido, e características seminais durante a puberdade entre linhagens puras e cruzadas.

3. Revisão Bibliográfica

3.1. Desenvolvimento andrológico do varrão

O crescimento testicular pós-natal ocorre durante toda a vida do macho suíno. Entretanto, em dois momentos há um crescimento acelerado: no primeiro mês de vida e na puberdade, entre o terceiro e o quarto meses (França, *et al.*, 2000). Nessas fases, há proliferação das células de Sertoli, células de suporte da linhagem germinativa durante a espermatogênese (Nieschlag *et al.*, 2010). A quantidade de células de Sertoli determina o tamanho testicular e a capacidade diária de produção espermática (França *et al.*, 2000; McCoard *et al.*, 2001; Auler *et al.*, 2016). Assim, verificar diferenças no crescimento testicular entre indivíduos nas fases iniciais poderia prever sua produção espermática futura.

Dada a importância do desenvolvimento testicular nessas fases, vários trabalhos estão disponíveis na literatura demonstrando seu impacto na vida reprodutiva do macho. Rahman *et al.* (2014) relataram a importância do aleitamento pela porca sobre o desenvolvimento testicular normal, uma vez que este alimento apresenta fatores biologicamente ativos. Flowers (2006) descreveu melhora na produtividade de machos oriundos de leitegadas menores que seis quando comparadas às de oito leitões. Quando treinados para a coleta, os machos de leitegadas menores subiram mais rápido no manequim, produziram mais espermatozoides entre 39 e 54 semanas de idade e deram origem a mais leitões em inseminações heteroespéricas.

A puberdade, ou seja, o início da vida reprodutiva do varrão, é marcada por mudanças de comportamento e no ejaculado. As primeiras coletas apresentam baixo volume seminal, baixa concentração espermática e muitos defeitos morfológicos (Wollmann, 2002; Flowers, 2008; Smital, 2009; Banaszewska e Kondracki, 2012; Schulze *et al.*, 2014). Até o macho atingir a maturidade sexual, há uma melhora gradual dessas características, chegando à estabilização (França *et al.*, 2000). Nos suínos, a motilidade espermática já se apresenta com bons resultados nos primeiros ejaculados, demonstrando poucas variações ao longo da idade (Smital *et al.*, 2004).

A maturidade sexual pode ocorrer a partir de oito meses, mas vários autores relatam variações de acordo com a raça ou linhagem, época do ano, manejo e tipo de alojamento (Wollman, 2002; Smital *et al.*, 2004; Ferreira *et al.*, 2005; Flowers, 2008; Sonderman e Luebbe, 2008; Smital, 2009; Banaszewska e Kondracki, 2012; Schulze *et al.*, 2014; Flowers, 2015). Devido àqueles fatores, não é recomendável a avaliação andrológica em machos jovens. Schulze *et al.* (2014) relataram que metade dos machos descartados nas centrais de inseminação por baixa qualidade seminal, tinham idade inferior a oito meses. Esse fato pode trazer prejuízo ao programa de seleção uma vez que machos com bons índices zootécnicos podem ser excluídos antes de atingirem a maturidade sexual.

3.2. Características e análises seminais

A inseminação artificial (IA) faz parte de 70% das propriedades produtoras de suínos no Brasil e tende a crescer ainda mais em função da rapidez no ganho genético. Alguns países na Europa já realizam IA em quase 100% dos rebanhos, como a Espanha (95%), a França (95%), a Dinamarca (98%) e a Holanda (98%) (Riesenbeck, 2011). Tendo em vista a relação de fêmeas para um macho nesse sistema (1:150), a qualidade espermática se torna essencial (Bonet *et al.*, 1993), pois pode prever a capacidade fertilizante *in vivo* num grande número de fêmeas (Tardif *et al.*, 1999).

Alguns animais podem apresentar alterações espermáticas mesmo sob condições de alojamento consideradas ideais, uma vez que a qualidade do ejaculado sofre interferência de parâmetros ambientais e genéticos, tais como: idade, raça, luminosidade, temperatura, manejo, nutrição, frequência de coletas, tipos de diluente ou similares (Buisson *et al.*, 1978; Bonet *et al.*, 1993; Brizet *et al.*, 1995). Acredita-se que nem todos os varrões e ejaculados do mesmo varrão sejam iguais quanto à fertilidade. Assim todos os ejaculados para uso em IA devem ser submetidos às análises espermáticas padrão antes da inseminação (Gadea, 2005; Dyck *et al.*, 2011).

A rotina de avaliação espermática do ejaculado passa pelas seguintes análises: volume, motilidade e vigor espermáticos, concentração, número de células no ejaculado e morfologia (Bonet *et al.*, 1993; Gadea, 2005) e sua execução já foi previamente descrita por Bortolozzo *et al.*, (2005). Os parâmetros para a espécie suína estão apresentados na Tab. 1, conforme informações do Manual para Exame Andrológico e Avaliação de Sêmen Animal do Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 1998).

Tabela 1. Características quantitativas e qualitativas do sêmen de machos suínos jovens e adultos, e limites para normospermia

Características	Jovens (8 meses)	Adultos (>12 meses)	Limites
Volume (mL)	190-225	200-350	100
Motilidade espermática	75%	80%	70%
Concentração espermática (x10 ⁶ /mL)	180-200	200-400	-
Nº total de espermatozoides (x10 ⁹)	35-45	30-60	10
Espermatozoides morfol. Alterados	20-25%	5-15%	20% (máx)

Adaptado do Manual para Exame Andrológico e Avaliação de Sêmen Animal CBRA (1998)

Essas análises podem ser feitas visualmente ao microscópio óptico ou por meio de sistemas computadorizados, como CASA (Computer Assisted Semen Analyser). O sistema CASA é o método mais eficiente para exame andrológico, uma vez que elimina o efeito do analista e tem correlação altamente positiva com as análises manuais (Vale Filho *et al.*, 2010), contribuindo para rapidez das análises de sêmen em grandes centrais (Amann *et al.*, 2014). Vários autores citados por Vertegen *et al.* (2002) descreveram variações de 80% para o mesmo ejaculado quando analisados manualmente em laboratórios diferentes. Assim, o sistema CASA permite a comparação e classificação de ejaculados diferentes para posterior prognóstico de fertilidade.

Esse sistema possibilita a realização de todas as análises padrões em uma única amostra, dentre elas citam-se: concentração, número total de espermatozoides, número de espermatozoides viáveis, motilidade, motilidade progressiva e morfologia. Dessas análises, aquelas ligadas à cinética do movimento espermático são as mais amplas (Verstegen *et al.*, 2002; Jung *et al.*, 2015). Tais análises são listadas a seguir:

- Velocidade curvilínea (VCL- $\mu\text{m/s}$): É a velocidade da trajetória real do espermatozoide. É sempre a maior das três velocidades e serve como elemento de cálculo para a linearidade.
- Velocidade linear progressiva (VSL- $\mu\text{m/s}$): É a velocidade média em função da linha reta estabelecida entre o primeiro e o último ponto da trajetória do espermatozoide. É sempre a mais baixa das três velocidades.
- Velocidade média da trajetória (VAP- $\mu\text{m/s}$): é a velocidade da trajetória média do espermatozoide. Em casos onde a trajetória da cabeça espermática é muito regular e linear com pouco movimento lateral da cabeça, a VAP é quase a mesma que a VSL, porém com trajetórias

irregulares, não lineares ou onde existe um alto grau de movimento lateral, a VAP será maior que a VSL.

- Amplitude de deslocamento lateral da cabeça (ALH - μm): é a amplitude do deslocamento médio da cabeça do espermatozoide em sua trajetória real. Mede o vigo do batimento flagelar e frequência de rotação. A mensuração desse parâmetro está relacionada com a capacidade de penetração na zona pelúcida do óvulo (Verstegen et al., 2002).
- Frequência de batimento flagelar cruzado (BCF- Hz): É o número de vezes que a cabeça do espermatozoide cruza a direção do movimento. Se existem mais batimentos/segundos que imagens/segundos, então, a BCF irá ser subestimada.
- Retilinearidade (STR - %): É a relação percentual entre VSL e VAP. Estima a proximidade do percurso da célula a uma linha reta.
- Linearidade (LIN - %): Relação percentual entre VSL e VCL, ou seja, é a porcentagem de célula que tem index linear > 0.7 , ângulo absoluto menor que 25° e ângulo algébrico menor que 3° . Quanto mais o espermatozoide se afasta da velocidade em linha reta, menor será sua linearidade.
- Distância em Linha Curva (DCL): É a distância em curva do caminho percorrido.
- Distância Média Percorrida (DAP): É a distância da trajetória total do espermatozoide.
- Distância em Linha Reta (DSL): É a distância considerando-se uma linha reta entre o ponto inicial e o final da trajetória.
- Coeficiente de Oscilação (WOB): É a expressão utilizada para a relação entre os caminhos médios e curvilínea, seria coeficiente de variação, $(\text{VAP}/\text{VLC} \times 100)$.

As mensurações da cinética do espermatozoide, ALH, VCL, VSL, DCL, DSL, VAP, DAP, LIN e STR tem correlação positiva com fertilidade, sendo ALH o melhor indicador delas (Didion, 2008; Hirano *et al.*, 2001; Holt *et al.*, 1997). Dados de fertilidade são mensurados em suínos pela taxa de prenhes e número de leitões nascidos, diferente de outras espécies onde só é possível mensurar taxa de concepção, o que torna a espécie a mais indicada para esse tipo de análise (Holt *et al.*, 1997).

Das características seminais, a morfologia espermática é a que melhor demonstra o amadurecimento sexual do macho após a puberdade, uma vez que sinaliza a espermatogênese e a maturação espermática (Barth e Oko, 1989; Smital, 2004; Jung *et al.*, 2015), embora nenhuma característica deva ser avaliada isoladamente (Smital, 2009). Alterações da espermatogênese apresentam-se no espermograma como defeitos de cabeça, dentre eles: cabeça piriforme, macrocefálico, microcefálico, etc. Tais defeitos estão associados à imaturidade testicular, muito comum em animais jovens. Por outro lado, alterações de cauda são associadas a problemas de maturação espermática ou espermiogênese (Barth e Oko, 1989; Bonet, 1990).

3.3.Fatores que interferem na qualidade do sêmen

3.3.1. Raça e linhagem

Não há dúvidas de que, dentro da mesma espécie, machos de diferentes raças ou linhagens apresentam diferenças em todas as características ligadas à vida reprodutiva. São descritas diferenças quanto ao peso ao nascer, taxa de crescimento, precocidade, treinabilidade, libido, tolerância ao calor e características seminais como volume, concentração, número total de espermatozoides, motilidade e composição do plasma seminal (Schinckel *et al.*, 1983; Schinckel *et al.*, 1984; Rathje *et al.*, 1995; Huang e Johnson, 1996; Wollman, 2002; Smital, *et al.*, 2004; Ferreira *et al.*, 2005; Flowers, 2008; Sonderman e Luebbe, 2008; Smital, 2009; Oberlender *et al.*, 2010;

Banaszewska e Kondracki, 2012; Schulze *et al.*, 2014; Flowers, 2015; Jung *et al.*, 2015; Zaja *et al.*, 2015).

Estudos revelaram que animais maiores ao nascer, à desmama e com maior ganho de peso geralmente apresentam maior tamanho testicular, maior produção de testosterona e são mais precoces (Rathje *et al.*, 1995; Huang e Johnson, 1996; Silva, 1996; Oberlender *et al.*, 2010; Flowers, 2015). Portanto, linhagens com diferentes ganhos de peso podem alcançar a puberdade em idades diferentes e apresentar produções espermáticas diferentes (Smital, 2009). Uma dessas evidências é o fato de animais cruzados, com maior ganho de peso, terem maior produção espermática e serem mais precoces que animais puros utilizados nas linhas terminais, seguidos pelos machos puros utilizados nas linhas maternas (Schinckel *et al.*, 1983; Flowers *et al.*, 2008; Soderman e Luebbe, 2008).

Machos puros da linha fêmea, Landrace e Large White, são selecionados para taxa de ovulação, número de nascidos vivos e desmamados, número de tetos e produção de leite, características essenciais para as matrizes, todavia trazem prejuízo aos machos dessa linhagem. Assim, esses machos são, em média, dois meses mais tardios que machos terminadores. Enquanto atingem a puberdade entre oito e nove meses, os machos terminadores podem ser treinados aos seis a sete meses. Essas raças ainda são mais sensíveis à infertilidade sazonal, precisam de mais esforço para treinamento e ainda ocorrem casos em que não se consegue treinar o macho (Sonderman e Luebbe, 2008). Dentro das duas raças, o Landrace é mais precoce que o Large White (Schulze *et al.*, 2014), apresenta maior volume de sêmen, maior motilidade (Sonderman e Luebbe, 2008), concentração e produção espermática diária (Banaszewska e Kondracki, 2012; Ferreira *et al.*, 2005;), embora tenha menor libido.

3.3.2. Temperatura

O suíno é uma espécie muito sensível ao estresse que pode trazer efeitos deletérios à sua fertilidade. Dos fatores estressantes, a exposição prolongada ao calor talvez seja o fator de estresse mais estudado, provavelmente porque o estresse calórico afete de forma irreversível a produção espermática do varrão (Flowers, 2015).

Segundo Einarsson *et al.* (2008), as temperaturas testicular e ambiental tem relação muito próxima. Uma vez que a temperatura ambiental aumente bastante, a temperatura testicular também aumenta, devido à baixa capacidade de transpiração da espécie. Assim, a exposição prolongada ao calor tem efeitos deletérios para a fertilidade na espécie suína (McNitt e First, 1970; Wettemann e Desjardins, 1979; Nakayama *et al.*, 1991). Os efeitos negativos sobre o ejaculado já aparecem em episódios agudos de calor, de tal forma que a exposição a 30°C por 72h é suficiente para promover alterações seminais imediatas que podem perdurar por até duas semanas (Flowers, 2015).

Diante do estresse pelo calor, são encontradas no varrão, alterações tanto seminais quanto testiculares. Das alterações encontradas no sêmen, as mais comuns são: na morfologia espermática (Wettemann e Desjardin, 1979; Lipensky *et al.*, 2010), volume, motilidade, concentração (Ciereszko *et al.*, 2000) e número total de células por ejaculado, sendo esta última relacionada a um possível quadro de degeneração testicular, descrito também em outras espécies, como no touro (Freneau, 2011). O calor ainda provoca efeitos negativos sobre a espermatogênese, aumentando a apoptose das células da linhagem espermatogênica, promovendo alterações nas células de Sertoli (Kanter *et al.*, 2011), sobre a atividades esteroideogênica das células de Leydig (Stone e Seamark, 1984) e sobre o DNA das células espermáticas, favorecendo a descondensação da cromatina, quando pesquisado em equinos (Love e Kenney, 1999), além de alterações na membrana plasmática, afetando a sua integridade (Waberski *et al.*, 2005).

Além do efeito do calor, Suriyasomboon *et al.*, (2005) reportaram uma relação negativa entre a umidade elevada do ambiente e a qualidade espermática, situação encontrada em instalações cujo controle da temperatura era realizado por aspersores.

3.3.3. Outros fatores

Vários fatores podem ainda interferir na qualidade do sêmen, tais como o tipo de alojamento, tamanho da leitegada, socialização com o homem, nutrição, coletador e individualidade de cada macho (Wollman, 2002; Flowers, 2006; Flowers, 2015;).

Depois do efeito da temperatura, a alojamentos dos machos em gaiolas talvez seja a condição de estresse mais comum. A redução do espaço para produção tem mudado o sistema de alojamento individual dos machos nas centrais de baias para gaiolas, aumentando a condição de estresse e desenvolvimento de estereotipia. Não há dúvidas que o cortisol, hormônio ligado a condição de estresse, tem efeitos negativos sobre a reprodução, uma vez que este reduz a liberação de gonadotropinas, LH e FSH, e reduz a sensibilidades das gônadas a esses hormônios (Santos, 2003). Wollman (2002) observou que machos alojados em gaiolas produzem menos espermatozoides e com menor motilidade quando comparados aos machos alojados em baias, situação atribuída pelo autor a condição de estresse. Esse resultado também foi descrito por Tosky *et al.* (2013) onde animais alojados em baias apresentaram menor tempo de reação para subir no manequim, maior tempo de coleta, maior volume e maior número de espermatozoides totais quando comparados a machos alojados em gaiolas.

Flowers (2006) observou que leitões que permaneceram na maternidade em leitegadas menores (≤ 6 leitões) aumentaram em 30% a produção espermática. Esses leitões tiveram maior peso à desmama, como consequência da maior disponibilidade ao leite, favorecendo a proliferação das células de Sertoli nessa fase.

Segundo Dysart (2015), citado por Flowers (2015), a socialização com o homem na fase de creche tem efeito aditivo sobre os parâmetros seminais, sendo o principal benefício a adaptação para coleta. Animais que tiveram contato visual, seguido pelo contato físico com o homem durante 30 min diariamente por cinco semanas após a desmama, apresentaram maior sucesso no treino para saltar, menor tempo de reação, maior número de espermatozoides totais e motilidade durante as duas primeiras semanas de coleta comparados a machos não socializados.

Há evidências de que a nutrição tem efeito direto sobre a qualidade seminal, uma vez que animais bem nutridos conseguem expressar de forma adequada seu potencial produtivo e reprodutivo. Entretanto, adição de ingredientes, vitaminas e minerais específicos para qualidade do sêmen apresentaram resultados controversos (Flowers, 2015) necessitando, portanto, de mais estudos para uma melhor compreensão dessas ações.

Quanto à coleta, não há dúvidas de que a mão de obra interfere no processo, uma vez que a técnica de coleta se dá pela mão enluvada (Bortolozzo *et al.*, 2005). Wollman (2002) descreveu efeito do coletador sobre número de espermatozoides normais, volume e concentração. Essa fonte de variação seria anulada nos casos de manequim com coleta automática, mas infelizmente não está disponível em todas as centrais de coleta.

Pelo exposto acima, pode-se concluir que as características reprodutivas do varrão são influenciadas por vários fatores dentre eles a linhagem merece atenção especial. Dessa forma, a identificação de parâmetros andrológicos para cada linhagem, antes e após a puberdade, auxiliará no estabelecimento de critérios específicos para a classificação ou desclassificação de varrões de alto mérito genético quanto ao seu uso na reprodução.

4. Material e métodos

4.1. Local e período

O experimento foi realizado na Granja Núcleo da Agroceres PIC, situada no município de Presidente Olegário, Minas Gerais, entre os meses de maio e dezembro de 2016, quando as temperaturas máximas e mínimas variaram de 14 a 32°C de maio a setembro, fase crescimento dos animais, e 17 a 35°C de outubro a dezembro, período de coleta, representado na Fig.1.

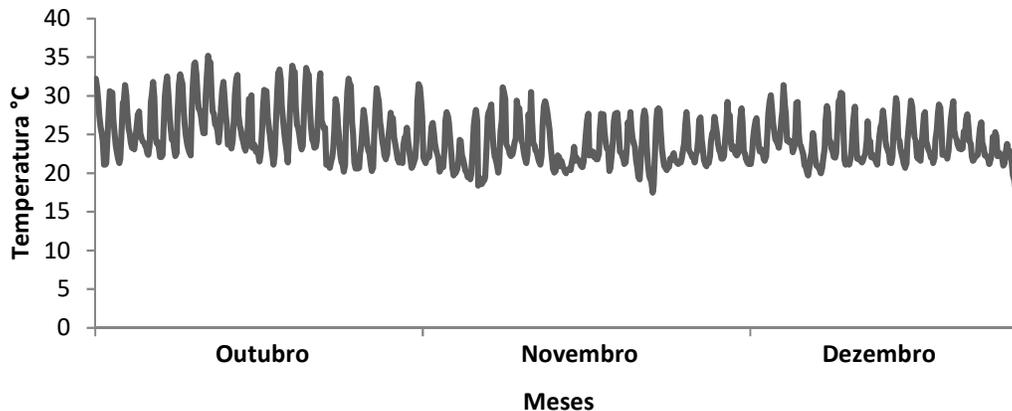


Fig. 1. Registro de temperatura no período de coleta

4.2. Instalações

Nas primeiras semanas de vida os animais permaneciam no setor de maternidade onde os barracões eram de alvenaria, parede baixa, tela para evitar entrada de pássaro e cortinado até o telhado para controle da temperatura. Todos os barracões eram cobertos por telha de barro e possuíam sistema de ventilação sobre a nuca das porcas, ligado automaticamente nos horários mais quentes do dia. As celas parideiras tinham piso totalmente ripado de metal e divisórias de ferro redondo, possibilitando contato entre leitões de baias vizinhas. A ração pré-inicial era disponível a partir de 10 dias de vida em comedouros de plástico, com reposição manual e a água, em bebedouro tipo chupeta adequado para a fase.

Após a desmama, os leitões eram transferidos para a creche. Os galpões eram de alvenaria e telhado de barro. As instalações eram fechadas, tinham temperatura e umidade controladas por sistema de pressão negativa e o aquecimento era feito por campânulas com resistência de porcelana. Os lotes desmamados eram divididos em boxes com piso plástico totalmente ripado e divisória entre baias com grades de metal. Os comedouros eram automáticos com depósito e água disponível em bebedouros tipo chupeta.

Na terminação, leitões saídos da creche eram alojados em baias de alvenaria, com piso compacto e canaleta contendo água no fundo da baia. As paredes tinham meia altura, teladas até o teto para evitar a entrada de pássaros, e telha de barro. Os comedouros eram automáticos com depósito e água estava disponível em bebedouros tipo chupeta.

Após a saída das baias de terminação, os animais foram transferidos para o galpão de machos, construído em alvenaria, com parede baixa, tela até o teto, telha de barro e ventiladores

com acionamento automático para as horas mais quentes do dia. Posteriormente, os machos foram alocados em gaiolas individuais próximas à sala de treinamento, com dimensões de 0,65 x 2,20 x 1,15 metros, feitas de ferro redondo dispostas lado a lado, formando fileiras de machos. As gaiolas possuíam piso parcialmente ripado, com cocho automático e bebedouros individuais tipo chupeta. Nesse galpão, havia duas salas de treinamento e coleta de sêmen, tamanho 3 x 3m, cada qual com seu manequim, e um laboratório para processamento das amostras e análise seminal.

4.3. Animais

Foram avaliados animais de quatro linhagens, sendo duas raças puras utilizadas no cruzamento da linhagem materna, grupo LM, e dois híbridos utilizados nos cruzamentos terminais para produção de carne, grupo LT. Essas linhagens foram escolhidas para o estudo, pois representam a base do mercado de reprodutores do rebanho suíno nacional.

Inicialmente todas as leitegadas com os maiores índices genéticos das quatro linhagens participaram do experimento, perfazendo um total de 308 leitegadas. Dessas leitegadas foram avaliados 1.398 machos na maternidade, sendo 803 leitões puros da linhagem materna (LM) e 595 cruzados da linhagem terminadora (LT). Ao longo do desenvolvimento, alguns eram excluídos do experimento por diversos motivos, como perda de desempenho, e faz parte do processo de seleção adotado na granja onde foi realizado o experimento. Na creche, continuaram 726 animais, sendo 430 LM e 296 LT. Já na fase de terminação, eram 609 animais, sendo 343 LM e 266 LT. Então, passaram para fase final do experimento, quando os machos foram treinados, 70 animais, sendo 37 LM e 33 LT, desses 16 LM e 24 LT foram coletados enquanto os outros não subiram no manequim. Os animais que permaneceram no lote em avaliação até o final, representavam o rebanho de machos que possuíam os melhores índices genéticos do país sendo, posteriormente, transferidos às centrais de inseminação de Presidente Olegário/MG e Fraiburgo/SC.

Todos os animais foram submetidos aos manejos adotados na rotina da granja. Receberam ração balanceada com níveis nutricionais adequados para cada linhagem, conforme preconizado pela empresa de nutrição contratada. O fornecimento de ração seguia o regime *ad libitum* até a terminação, sendo controlado a 3 kg/dia quando os animais foram alojados no galpão de machos, variando nos casos individuais de acordo com o escore corporal e a idade.

4.4. Pesos corporais e medidas testiculares

Todos os animais foram pesados e os respectivos testículos mensurados *in vivo* com o auxílio de um paquímetro nas semanas um, três e quinze. Estas semanas foram escolhidas com base no desenvolvimento testicular da espécie, uma vez que a multiplicação das células de Sertoli pós-natal ocorre nas primeiras três semanas de vida e na puberdade, entre décima segunda e décima sexta semanas (França *et al.*, 2000). O peso corporal foi obtido individualmente em balança digital, com precisão de 1g na primeira semana, 50g na terceira semana e 100g na terminação.

Na primeira e terceira semanas, os animais foram pesados dentro de uma caixa sobre balança. Em seguida, foram colocados no suporte de castração para mensuração dos testículos, sendo realizadas as medidas de comprimento e largura dos testículos direito e esquerdo.

Na décima quinta semana, os animais foram levados ao barracão de seleção, local adequado para avaliação individual. Nesta instalação, os animais foram pesados dentro de uma gaiola sobre a balança, a qual permitia acesso aos testículos para mensuração do comprimento e largura dos órgãos direito e esquerdo.

4.5. Treinamento para uso do manequim

Após 21 semanas, os animais destinados à reprodução foram retirados das baias de terminação e levados ao galpão de machos, onde permaneceram em gaiolas individuais por dois dias, quando se iniciou o treinamento. Os machos recém-chegados foram colocados em gaiolas próximas ao manequim para visualizar os animais que já estavam em coleta.

Em se tratando da primeira vez na sala de coleta, os machos ficavam sozinhos no ambiente ou com auxílio do treinador que o estimulava chamando a sua atenção para o manequim. Caso não houvesse interesse nem tentativa de monta, o treinador buscava um macho já treinado a subir no manequim objetivando um salto do novo macho simultâneo ao do macho treinado, o qual foi denominado “professor”. Assim que o “professor” saltava, fazia-se a coleta enquanto o macho em treinamento tentava saltar no manequim concomitantemente. Havendo sucesso na monta e exposição do pênis, procedia-se à coleta. No dia seguinte, levava-se o macho em treinamento sozinho para sala de coleta. Caso houvesse nova monta seguida pela exposição do pênis e coleta, o macho era considerado treinado e submetido à coleta semanal de sêmen. Machos que não repetiam a monta sozinhos continuavam em treinamento semanalmente até 31ª semana, quando então eram descartados caso não realizassem a monta.

Na semana seguinte, machos treinados iniciaram a rotina de coleta semanal de sêmen, até que fossem considerados aprovados ou descartados. O esquema do calendário de treinamento e coletas esta na Fig.2.



Figura 2. Esquema dos calendários de treinamento e coleta

4.6. Coleta de sêmen

Na sala de coleta, fazia-se o esvaziamento do divertículo prepucial, seguido de higienização do prepúcio com auxílio de papel toalha. Procedia-se a coleta total pela técnica da mão enluvada (Bortolozzo *et al.*, 2005), sendo o ejaculado acondicionado em caneco térmico próprio, protegido por um saco de coleta com filtro para separação da fração gelatinosa. Terminada a coleta, direcionava-se o ejaculado ao laboratório para processamento das amostras.

4.7. Análises de sêmen

Foram realizadas análises de volume, concentração, motilidade e morfologia. Para determinação do volume, o conteúdo do caneco térmico foi pesado em balança digital considerando-se cada grama (g) correspondente a 1 mL do ejaculado. Para as demais análises, foram retiradas duas alíquotas de sêmen, sendo uma que seria diluída em diluente comercial de longa ação (Vitasem® - Bretanha) e encaminhada ao laboratório para realização das análises de concentração e motilidade, e a outra alíquota seria diluída em formol salina tamponada para a determinação da morfologia seminal.

Para efetuar as análises de concentração e motilidade, o sêmen foi diluído com diluente aquecido a 37°C na proporção de 1:10, colocado uma alíquota de 2mL da solução num eppendorf e enviada ao laboratório dentro de um saco térmico, a temperatura ambiente, e escuro para as análises no sistema CASA (Computer Assisted Semen Analysers), o que ocorria em até duas horas após a coleta. Para as análises, as amostras foram homogeneizadas e uma gota colocada na câmara de contagem “Standart Count” - Minitube® 20µm, própria para o equipamento, Androvision® Minitube, software SpermVision Automorph®, com taxa de aquisição de imagem de 30 frames/s, velocidade de análise de 1/2s por campo. O microscópio acoplado ao CASA era Zeiss Axioscope.A1®- Minitube,

O CASA avaliou os seguintes parâmetros: concentração, número de espermatozoide totais, número de espermatozoides viáveis, motilidade, motilidade progressiva e cinética do movimento espermático. Para a cinética foram avaliados VCL, VSL, VAP, ALH, BCF, STR, LIN, DCL, DAP, DSL e WOB.

Para a análise de morfologia, uma alíquota do sêmen foi diluída em formol salina tamponada, colocada em um eppendorf e armazenada para análise no final do mesmo dia. As análises foram feitas em preparação úmida, entre lâmina e lamínula, no microscópio óptico de campo claro com contraste de fase (aumento de 1000x). Foram observados 200 espermatozoides por amostra que foram classificados em espermatozoide porcentagem de normais, porcentagem de gotas próximas, porcentagem de gotas distais, defeitos de cabeça: macrocefálicos, microcefálicos, piriforme, cabeça delgada e defeitos de acrossomo; defeitos de cauda: cauda dobrada, cauda enrolada, cauda fortemente enrolada; e outros defeitos: implantação abaxial da cauda e defeitos de peça intermediária. O macho foi considerado aprovado para uso na reprodução quando o número de espermatozoides anormais fossem $\leq 25\%$, uma vez que a motilidade mínima de 75% e concentração mínima de $180 \times 10^6/\text{mL}$ foram atingidos por todos os animais na primeira coleta (CBRA, 1998).

4.8. Análises estatísticas

Todos os parâmetros medidos foram testados quanto à normalidade antes da análise, usando o procedimento univariado do programa Statistical Analysis System (SAS Institute, Cary, NC, EUA). Os dados foram analisados como um delineamento inteiramente ao acaso e o modelo estatístico incluiu machos como fatores fixos e biometria e morfologia seminal como fatores aleatórios. Os efeitos dos tratamentos (linhagens) sobre peso corporal, medidas testiculares, e parâmetros seminais foram analisados utilizando o modelo linear geral (GLM) do SAS. Os eventos nos quais os tratamentos foram significativos, comparações múltiplas foram realizados utilizando-se a probabilidade de diferenças (pdiff) entre médias de quadrados mínimos, ajustadas pelo teste Tukey-Kramer (SAS, 2001). A frequência de machos treinados para coleta bem como de machos aprovados até a idade de 220 dias em cada grupo experimental foi comparada pelo teste de Qui-Quadrado. As associações importantes entre dados biométricos (pesos corporais e medidas testiculares) e reprodutivos (características seminais, idade à primeira coleta e idade de aprovação) foram avaliadas por análises de regressão e correlação. Em todas as análises, $P < 0,05$ foi considerado significativo e $P < 0,1$, tendência. Nas tabelas e gráficos, os dados são apresentados como médias \pm erro padrão da média.

5. Resultados e discussão

5.1. Peso e desenvolvimento testicular

O peso e medidas testiculares dos grupos avaliados na primeira, terceira e décima quinta semanas de vida estão representados na Tab. 2. Machos cruzados de linhas terminadoras (LT) apresentaram pesos e medidas testiculares superiores aos machos puros de linhagem materna (LM) em todas as idades estudadas.

Tabela 2. Peso corporal e medidas testiculares de machos puros (LM) e cruzados (LT) pré púberes

Características	LM (n=16)	LT (n=24)	Significância
Peso corporal (kg)			
1ª semana	1,9 ($\pm 0,02$) ^b	2,8 ($\pm 0,01$) ^a	P < 0,001
3ª semana	5,1 ($\pm 0,3$) ^b	7,3 ($\pm 0,3$) ^a	P < 0,001
15ª semana	51,8 ($\pm 1,7$) ^b	59,2 ($\pm 1,4$) ^a	P = 0,002
Comprimento do testículo direito – CTD (cm)			
1ª semana	2,1 ($\pm 0,02$) ^b	2,5 ($\pm 0,02$) ^a	P < 0,001
3ª semana	3,1 ($\pm 0,02$) ^b	3,3 ($\pm 0,03$) ^a	P < 0,001
15ª semana	5,6 ($\pm 0,17$) ^b	6,5 ($\pm 0,1$) ^a	P < 0,001
Comprimento do testículo esquerdo – CTE (cm)			
1ª semana	2,2 ($\pm 0,02$) ^b	2,5 ($\pm 0,03$) ^a	P < 0,001
3ª semana	3,1 ($\pm 0,03$) ^b	3,4 ($\pm 0,045$) ^a	P < 0,001
15ª semana	5,8 ($\pm 0,2$) ^b	6,6 ($\pm 0,1$) ^a	P < 0,001
Largura do testículo direito - LTD (cm)			
1ª semana	1,4 ($\pm 0,02$) ^b	1,5 ($\pm 0,02$) ^a	P < 0,001
3ª semana	2,0 ($\pm 0,02$) ^b	2,2 ($\pm 0,02$) ^a	P < 0,001
15ª semana	3,3 ($\pm 0,09$) ^b	3,8 ($\pm 0,07$) ^a	P < 0,001
Largura do testículo esquerdo – LTE (cm)			
1ª semana	1,4 ($\pm 0,02$) ^b	1,6 ($\pm 0,02$) ^a	P < 0,001
3ª semana	2,1 ($\pm 0,02$) ^b	2,1 ($\pm 0,02$) ^a	P < 0,001
15ª semana	3,4 ($\pm 0,09$) ^b	3,8 ($\pm 0,07$) ^a	P < 0,001

^{a,b}Letras distintas diferem pelo teste Tukey-Kramer (P<0,05). Desvio padrão demonstrado dentro de parênteses.

A superioridade dos animais LT sobre os LM, no tocante às características biométricas, já seria esperada em função do vigor híbrido, e está de acordo com trabalhos anteriores (Schinckel *et al.*, 1984; Rathje *et al.*, 1995), nos quais machos selecionados para tamanho testicular tiveram maiores ganhos de peso ou foram mais pesados quando comparados a machos LM.

A diferença de ganho de peso entre os machos utilizados como reprodutores é um dos critérios de definição da finalidade de cada linhagem. Machos cruzados de linhas terminadoras são escolhidos para produção de cevados para abate, cujo objetivo é produzir animais pesados no menor tempo possível, quanto as raças puras maternas são escolhidas para produção de matrizes, aquelas com boa habilidade materna e alto número de nascidos. Diante dessas diferenças, alguns autores

descrevem correlações negativas entre as características produtivas e reprodutivas, como ganho e peso e morfologia espermática (Wolf, 2009).

5.2. Treinamento para uso do manequim

Foi observada uma tendência ($P = 0,07$) quanto à facilidade de treinamento dos machos LT para a monta no manequim até 31 semanas de idade. Enquanto 97 % dos machos LT foram treinados, aproximadamente 84 % do grupo LM conseguiram subir no manequim no mesmo período, fato também relatado por Sonderman e Luebbe (2008). Segundo esses autores, machos puros LM precisam de mais tempo de treinamento, mais esforço, mais contato visual e estímulo de competição para serem treinados, sendo alguns animais ainda considerados “intreináveis”.

Okere *et al.* (2005) observaram que machos LM tem menor libido quando comparado aos machos LT. Uma vez que a libido é uma característica dependente de andrógenos, machos com menores libidos apresentaram menor concentração de testosterona plasmática, dificultando o treinamento para uso do manequim (Flowers, 2008; Oberlender *et al.* 2010).

Resultado diferente foi encontrado por Ferreira *et al.* (2005) que não observaram diferença na libido de machos LM. Entretanto, a avaliação do comportamento de monta foi realizada na presença da fêmea no cio, diferente do realizado neste trabalho, não sendo possível a comparação dos resultados. A avaliação da libido na presença da fêmea no cio foi realizada em vários trabalhos no passado, entretanto há necessidade em se criar novos métodos de avaliação desta característica, uma vez que não condiz com a realidade das centrais de coleta atualmente, pois estas utilizam apenas o manequim (Flowers, 2008).

5.3. Análise de sêmen

Os dados das coletas semanais de sêmen, durante quatro semanas consecutivas a partir da 24^a semana, foram apresentados na Tab.3. Houve melhora dos parâmetros seminais ao longo do período de coleta, comprovando que os animais estavam no processo de amadurecimento da produção espermática. Não houve efeito de linhagem sobre os seguintes parâmetros: volume, concentração, número de espermatozoide normais e viáveis, número de doses e motilidade progressiva. Entretanto, na morfologia espermática houve diferença ($P < 0,05$) entre os grupos nos seguintes parâmetros: porcentagem de espermatozoides normais na terceira semana, porcentagem de gota distal, da primeira e segunda semanas, defeitos de cauda nas quatro semanas, defeitos de cabeça nas primeira, terceira e quarta semana, e outros defeitos na quarta semana, representadas na Tab. 3.

Tabela 3. Características seminais de machos puros (LM) e cruzados (LT) coletados durante quatro semanas consecutivas a partir da 24^a semana

Características seminais	LM (n= 16)	LT (n= 24)	Tratamentos Significância	Tempo Significância
Volume (mL)				
1 ^a semana	147,3 (±11,0)	137,5 (±9,0)	NS	NS
2 ^a semana	167,0 (±11,2)	141,0 (±9,2)	NS	
3 ^a semana	151,8 (±10,7)	141,5 (±8,7)	NS	
4 ^a semana	158,4 (±10,8)	144,6 (±9,5)	NS	

^{a,b} Letras minúsculas diferentes para linha

Características seminais	LM (n= 16)	LT (n= 24)	Tratamentos Significância	Tempo Significância
Concentração (x10⁶/mL)				
1 ^a semana	230 (±30)	240 (±30)	NS	P < 0,05
2 ^a semana	280 (±40)	310 (±30)	NS	
3 ^a semana	375 (±40)	375 (±40)	NS	
4 ^a semana	380 (±50)	465 (±40)	NS	
Número de espermatozoides totais (x10⁹)				
1 ^a semana	33,0 (±4,5)	30,5 (±3,7)	NS	P < 0,05
2 ^a semana	44,7 (±5,5)	40,8 (±4,5)	NS	
3 ^a semana	54,6 (±6,3)	48,6 (±5,0)	NS	
4 ^a semana	72,0 (±8,3)	66,2 (±7,3)	NS	
Número de espermatozoides viáveis (x10⁹)				
1 ^a semana	26,8 (±3,8)	23,8 (±3,1)	NS	P < 0,05
2 ^a semana	33,8 (±4,7)	32,4 (±3,8)	NS	
3 ^a semana	42,0 (±5,5)	39,3 (±4,5)	NS	
4 ^a semana	59,0 (±7,5)	53,8 (±6,6)	NS	
Número de doses				
1 ^a semana	13,4 (±2,0)	12,0 (±1,5)	NS	P < 0,05
2 ^a semana	17,0 (±2,3)	15,8 (±2,0)	NS	
3 ^a semana	21,0 (±2,7)	19,7 (±2,2)	NS	
4 ^a semana	29,5 (±3,6)	27,5 (±3,2)	NS	
Motilidade progressiva				
1 ^a semana	81,0 (±3,0)	79,0 (±3,0)	NS	P < 0,05
2 ^a semana	79,0 (±3,0)	79,0 (±3,0)	NS	
3 ^a semana	76,0 (±4,0)	81,0 (±3,0)	NS	
4 ^a semana	82,0 (±1,7)	86,0 (±1,3)	NS	
Espermatozóides normais (%)				
1 ^a semana	50,6 (±7,0)	58 (±5,5)	NS	P < 0,05
2 ^a semana	56,4 (±6,3)	63,3 (±5,0)	NS	
3 ^a semana	58,6 (±5,3) ^a	72,0 (±4,4) ^b	P < 0,05	
4 ^a semana	68,4 (±6,0)	75,0 (±4,6)	NS	
Gota proximal (%)				
1 ^a semana	27,4 (±6,0)	34,6 (±5,0)	NS	P < 0,05
2 ^a semana	25,0 (±6,0)	30,6 (±5,0)	NS	
3 ^a semana	14,5 (±4,6)	37,6 (±5,7)	NS	
4 ^a semana	8,5 (±5,0)	18,5 (±4,0)	NS	

^{a,b} Letras minúsculas diferentes para linha

Características seminais	LM (n= 16)	LT (n= 24)	Tratamentos Significância	Tempo Significância
Gota distal (%)				
1ª semana	8,0 (±1,5)a	4,0 (±1,2)b	P < 0,05	P < 0,05
2ª semana	8,0 (±1,5)a	3,2 (±1,2)b	P < 0,05	
3ª semana	12,4 (±2,5)	6,8 (±2,0)	NS	
4ª semana	7,0 (±1,5)	4,4 (±1,2)	NS	
Defeitos de cauda (%)				
1a semana	10,0 (±2,0)a	2,7 (±1,6)b	P < 0,05	NS
2a semana	8,6 (±1,2)a	1,7 (±1,0)b	P < 0,05	
3a semana	12,6 (±2,2)a	2,3 (±1,8)b	P < 0,05	
4a semana	14,3 (±3,0)a	1,4 (±2,3)b	P < 0,05	
Defeitos de cabeça (%)				
1a semana	2,8 (±0,6)a	0,5 (±0,5)b	P < 0,05	P < 0,05
2a semana	1,4 (±0,3)	0,6 (±0,3)	NS	
3a semana	1,4 (±0,3)a	0,08 (±0,2)b	P < 0,05	
4a semana	1,0 (±0,2)a	0,3 (±0,2)b	P < 0,05	
Outros (%)				
1a semana	1,1 (±0,3)	0,3 (±0,3)	NS	NS
2a semana	0,4 (±4,0)	4,6 (±3,2)	NS	
3a semana	0,7 (±0,3)	0,2 (±0,2)	NS	
4a semana	0,8 (±0,2)a	0,2 (±9,1)b	P < 0,05	

^{a,b} Letras minúsculas diferentes para linha

A melhora dos parâmetros seminais com a idade é bem descrita na literatura. Schulze *et al.* (2014) encontraram aumento no volume, número de espermatozoides totais e redução da patologia espermática a partir de 20 semanas, sendo o intervalo até 38 semanas, o período das mudanças mais relevantes. Outros autores, porém, encontraram melhora nos parâmetros seminais até 81 semanas (Wollman, 2002; Banaszewska e Kondracki, 2012).

Apesar de não encontrarmos diferenças nas características seminais como concentração e número de espermatozoides totais entre as linhagens no presente trabalho, a literatura descreve resultados superiores dos machos LT quando comparados aos machos LM. Varrões LT apresentaram maior concentração, maior número de espermatozoides totais, melhor motilidade, maior produção espermática diária e maior número de espermatozoides estocados na cauda do epidídimo (Schinckel *et al.*, 1984; Rathje *et al.*, 1995; Jacyno *et al.*, 2015).

Uma vez que a morfologia sinalize o amadurecimento sexual do macho (Smital, 2004; Jung *et al.*, 2015), os dados encontrados nos levam a afirmar que animais LT são mais precoces, uma apresentam melhoria mais rápida na morfologia e atingem 75% de células normais mais cedo quando comparado aos LM. Os LT ainda apresentaram menor porcentagem de defeitos de cabeça e de cauda, sinalizando amadurecimento da espermatogênese e espermiogênese.

Foram avaliados os parâmetros de cinética do movimento espermático. São eles: DCL, DAP, DSL, VCL, VAP, VSL, LIN, STR, WOB, BCF, ALH. Houve diferença entre os grupos para DSL (distância linear progressiva) na primeira e quarta semanas, VSL (velocidade linear

progressiva) na primeira e quarta semanas e STR (retilinearidade) na primeira semana, sendo todos maiores para os animais LM, como apresentado na Tab.4.

Tabela 4. Cinética do movimento espermático dos machos puros (LM) e cruzados (LT) coletados durante quatro semanas consecutivas

Cinética do movimento	LM (n= 16)	LT (n= 24)	Tratamentos Significância	Tempo Significância
DCL				
1ª semana	47,2 (±3,0)	51,0 (2,3)	NS	P < 0,05
2ª semana	48,6 (±2,8)	50,3 (2,3)	NS	
3ª semana	52,3 (±3,0)	52,0 (2,4)	NS	
4ª semana	54,0 (±4,0)	57,3 (3,4)	NS	
4a semana	33,7 (±1,4)	32,2 (1,2)	NS	
DAP				
1ª semana	32,0 (±1,0)	30,7 (0,9)	NS	NS
2ª semana	32,0 (±1,0)	30,6 (0,9)	NS	
3ª semana	31,7 (±0,8)	31,0 (0,7)	NS	
4ª semana	33,7 (±1,4)	32,2 (1,2)	NS	
VCL (µs)				
1a semana	103,7 (±6,6)	111,5 (±5,3)	NS	P < 0,05
2a semana	107,0 (±6,5)	111,0 (±5,3)	NS	
3a semana	117,2 (±7,0)	115,2 (±5,7)	NS	
4a semana	120,4 (±9,3)	128,5 (±8,0)	NS	
VSL (µs)				
1ª semana	62,3 (±2,2)a	56,4 (±1,8)b	P < 0,05	NS
2ª semana	61,6 (±2,5)	56,3 (±2,0)	NS	
3ª semana	57,6 (±2,0)	56,4 (±1,7)	NS	
4ª semana	64,2 (±2,4)a	57,5 (±2,0)b	P < 0,05	
LIN (%)				
1a semana	62,2 (±4,0)	55,0 (±3,2)	NS	P < 0,05
2a semana	60,0 (±4,0)	53,4 (±3,2)	NS	
3a semana	53,2 (±4,2)	51,5 (±3,4)	NS	
4a semana	56,8 (±4,0)	46,7 (±3,4)	NS	
STR (%)				
1a semana	88,8 (±2,0)a	83,2 (±1,6)b	P < 0,05	P < 0,05
2a semana	87,0 (±2,0)	83,6 (±1,6)	NS	
3a semana	81,0 (±2,5)	81,8 (±2,0)	NS	
4a semana	85,2 (±2,2)	79,6 (±2,0)	NS	

^{a,b} Letras minúsculas diferentes para linha

Cinética do movimento	LM (n= 16)	LT (n= 24)	Tratamentos Significância	Tempo Significância
WOB				
1ª semana	69,2 (±2,8)	62,5 (±2,3)	NS	P < 0,05
2ª semana	67,5 (±3,0)	63,0 (±2,6)	NS	
3ª semana	63,4 (±3,0)	61,8 (±2,6)	NS	
4ª semana	65,0 (±3,0)	57,6 (±2,6)	NS	
BCF (Hz)				
1ª semana	34,6 (±0,9)	36,0 (±0,8)	NS	NS
2ª semana	34,6 (±0,8)	35,3 (±0,7)	NS	
3ª semana	33,4 (±0,7)	34,8 (±0,6)	NS	
4ª semana	34,2 (±0,9)	34,4 (±0,8)	NS	
ALH (μ)				
1ª semana	2,1 (±1,0)	3,6 (±0,9)	NS	NS
2ª semana	2,2 (±0,5)	3,0 (±0,4)	NS	
3ª semana	2,8 (±0,2)	2,7 (±0,2)	NS	
4ª semana	2,7 (±0,3)	3,2 (±0,2)	NS	

^{a,b} Letras minúsculas diferentes para linha

As medidas de velocidade, VCL, VSL e VAP, assim como ALH são relacionadas em vários trabalhos citados por Holt *et al.* (1997) como indicadores de fertilidade. Isso nos conduziria a dizer que os machos LM, apesar de apresentarem menor porcentagem de espermatozoides normais cauda, teriam o sêmen com melhor fertilidade, o que não faria sentido. Poderíamos justificar a inconsistência dessa informação quando verificamos os resultados de ALH, medida mais descrita como indicador de fertilidade em várias espécies, inclusive em humanos (Hirano *et al.*, 2001), onde os machos LT apresentaram valores superiores aos LM, embora não tenha significância estatística.

No seu trabalho, Holt *et al.* (1997) utilizando 98 ejaculados de 27 varrões mostra que machos com melhor fertilidade apresentaram valores de VCL ($129,2 \pm 3,5$), VAP ($93,4 \pm 4,3$), VSL ($74,8 \pm 4,8$) e ALH ($7,9 \pm 0,4$) maiores e LIN ($55,0 \pm 3,1$), STR ($79,7 \pm 2,6$) menores dos que encontramos neste trabalho, o que nos leva a acreditar que os machos, tanto LM quanto LT, ainda eram imaturos, portanto com fertilidade reduzida.

Uma vez que o perfil seminal melhora com o tempo, encontrar a idade mínima ideal em que o varrão pode ser considerado aprovado ou deve ser descartado, garante a permanência de machos precoces e exclusão dos tardios no sistema de produção.

As diferenças de idade da primeira coleta e idade de aprovação para uso na reprodução estão representadas na Fig.3. Os animais cruzados LT tiveram a primeira coleta, 24 semanas para LT contra 25 semanas para LM, e aprovação mais precocemente, 27 semanas para LT contra 29 semanas para LM (P < 0,01).

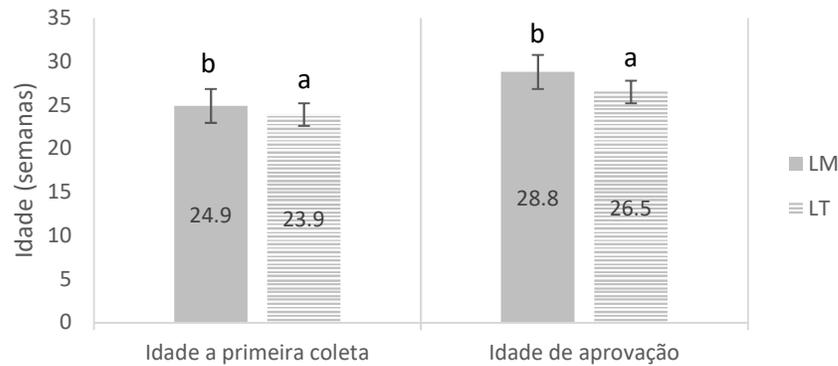


Figura 3. Idade da primeira coleta e idade de aprovação dos machos

^{a,b} Diferença entre grupos para as duas características, idade da primeira coleta e idade de aprovação ($P < 0,01$)

A precocidade dos machos cruzados LT é descrita por vários autores (Schinckel *et al.*, 1983; Soderman e Luebbe, 2008; Smital, 2009), podendo ser relacionada ao desenvolvimento corporal e testicular, uma vez que machos com testículos maiores apresentaram maior porcentagem de túbulos seminíferos com espermatogênese presente e em maior diâmetro, maiores concentrações e pico de LH plasmático durante a puberdade (Schinckel *et al.*, 1984). Neste sentido, Soderman e Luebbe (2008) descreveram que machos puros LM parecem ser quatro semanas mais tardios que machos LT, atingindo maturidade espermática entre 34 e 38 semanas, enquanto para machos cruzados a idade seria de 25 a 29 semanas.

No presente trabalho, 57% dos machos puros LM foram aprovados até 31 semanas, enquanto esse valor foi de 90% para os cruzados LT ($P < 0,05$), como demonstrado na Figura 4. Dos machos reprovados, alguns não subiram no manequim enquanto outros não atingiram o mínimo de 75% de espermatozoides normais no exame morfológico, conforme recomendado pelo Manual para exame andrológico e avaliação do sêmen animal (CBRA, 1998). Os machos não aprovados até 31 semanas foram descartados do plantel de reprodução.

Além de serem reprodutivamente tardios, machos LM são mais sensíveis as situações adversas no ambiente. Diante das condições de temperatura no período de coleta, onde a temperatura variou de 17,5 a 34,3°C, esses machos podem ter passado por infertilidade sazonal e perda do perfil espermático devido às altas temperaturas. A que se pensar ainda nas condições de alojamento dos machos, uma vez que dentro gaiolas, em desconforto térmico, esses animais podem piorar a libido, como descrito por Tosky *et al.* (2013), qualidade espermática como descrito por Wettemann e Desjardin (1979) e Lipensky *et al.*, (2010), agravando o descarte prematuro dos machos.

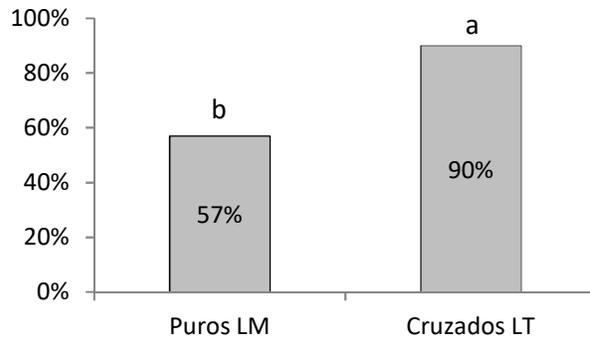


Figura 4. Porcentagem de machos aprovados até 31 semanas de idade

Se considerarmos que os machos LM atingem a maturidade espermática entre 34 e 38 semanas (Sonderman e Luebbe, 2008), pode-se inferir que 43% dos machos foram descartados precocemente. Resultados semelhantes aos aqui reportados foram descritos por Schulze *et al.* (2014), onde metade dos machos que tiveram amostras de sêmen analisadas no laboratório do Instituto de Reprodução Animal, em Bernau - Alemanha, foram descartados por estarem abaixo do limite da qualidade seminal, sendo que a maioria deles tinham idade inferior 34 semanas.

Com base nesses dados, poderíamos indicar que machos cruzados LT com idade superior a 27 semanas que não tivessem o exame morfológico aprovado, deveriam ser descartados do programa de melhoramento genético.

Se pensarmos que as granjas passam dificuldades de alojamento por causa da alta taxa de lotação devido ao aumento da produtividade, a retirada dos animais LT da granja mais precocemente, com 27 semanas ao invés de 31 semanas, poderia liberar espaço permitindo a permanência dos machos LM até idade mínima 34 semanas nas mesmas instalações. Neste trabalho, não podemos estabelecer a idade de descarte dos machos LM uma vez que os machos foram descartados antes da maturidade espermática encontrada na literatura (Sonderman e Luebbe, 2008).

5.4. Correlações

Na expectativa de prever a produção espermática do macho ainda nas primeiras fases da vida e auxiliar o programa de melhoramento genético na seleção precoce dos machos, foram traçadas correlações entre as características morfológicas pré-púberes e seminais pós-puberdade. Embora de intensidade moderada, houve correlação entre as duas fases.

A concentração espermática na 28^a semana de vida apresentou correlação positiva com peso na primeira semana de vida ($r = 0,58$; $P < 0,001$), tendência com peso na terceira semana de vida ($r = 0,33$; $P = 0,06$), correlação com peso na 15^a semana de vida ($r = 0,39$; $P < 0,05$), correlação com comprimento do testículo direito (CTD) na terceira semana de vida ($r = 0,40$; $P < 0,05$), tendência com CTD na 15^a semana de vida ($r = 0,31$; $P = 0,08$) e correlação com LTD na 15^a semana de vida ($r = 0,36$; $P < 0,05$). Jacyno *et al.* (2015) também encontraram correlação positiva entre concentração e CTD e LTD.

Esses dados comprovam que animais maiores ao nascimento, à desmama e à puberdade apresentam testículos maiores, como descrito por Wolf (2009) e maior produção espermática, resultado da maior proliferação das células de Sertoli nessas fases, como descrito por França *et al.* (2000) e Auler *et al.* (2016).

Foi encontrada também tendência negativa entre largura do testículo direito (LTD) na décima quinta semana com idade da primeira coleta ($r = - 0,28$; $P = 0,08$) e correlação negativa com

a idade de aprovação ($r = - 0,28$; $P < 0,05$). Essas correlações, embora de baixa intensidade, dão expectativa de que as mensurações testiculares possam prever a precocidade.

O programa de seleção de bovinos utiliza o tamanho testicular, chamado de circunferência escrotal (CE), como parâmetro essencial para avaliação do touro. Utilizando a avaliação andrológica por pontos (CAP), a CE é responsável por 40% do valor andrológico do macho, sendo indicador de precocidade (Vale Filho, 2010).

Uma vez que o programa de melhoramento genético seja eficiente na seleção para as características morfológicas, a inserção das medidas testiculares, principalmente da LTD, poderia contribuir para melhoramento andrológico dos varrões, assim como ocorre nos touros.

Foi encontrada tendência entre peso na primeira semana e peso na terceira semana com idade de aprovação ($r = - 0,28$, $P = 0,08$). Essas tendências sinalizam a importância do peso ao nascer (1ª semana) e o peso a desmama (3ª semana) na seleção de machos. A influência do peso ao nascer no programa de seleção de machos foi relatada por Auler *et al.*, (2016). Nesse trabalho, animais com baixo peso ao nascer tiveram menor produção espermática diária em 34 semanas de idade, resultado da redução no número de espermátides. Dessa forma, pode-se inferir que como machos LT apresentaram maiores pesos ao nascimento e desmama, bem como maiores medidas testiculares, a produção seminal seria maior, quando comparada aos animais LM.

6. Considerações finais

Com base nos dados encontrados, podemos concluir que animais puros LM e cruzados LT são morfológicamente e andrológicamente diferentes, devendo-se utilizar critérios para aprovação específicos para cada linhagem, uma vez que:

- Machos cruzados LT são mais pesados e apresentam testículos maiores na primeira, terceira e décima quinta semana de vida, são mais precoces e têm maior libido que machos puros LM, por isso devem ser avaliados e destinados à reprodução ou descarte mais jovens, sendo sugerido idade de 27 semanas como prazo final de aprovação para as linhagens avaliadas.
- Machos LM devem ser avaliados até 34 semanas, quando se inicia a maturidade espermática. Descarte prematuro desses machos configura perda de material genético. Sendo mais sensíveis, deve-se ainda atentar quanto ao tipo alojamento e as condições ambientais de temperatura, uma vez que a temperatura de conforto é de 12 a 18°C, abaixo da temperatura neste trabalho.
- As medidas da cinética do movimento espermático podem auxiliar no diagnóstico de precocidade dos machos.
- Peso na primeira e terceira semana de vida, assim como as medidas testiculares pré-púberes, devem ser usados como parâmetros de análise no programa de melhoramento genético, uma vez que auxiliam na seleção de machos mais precoces e com melhor qualidade seminal.

Assim, a identificação de parâmetros andrológicos para cada linhagem, antes e após a puberdade, auxiliará no estabelecimento de critérios específicos para classificação ou desclassificação de varrões de alto mérito genético quanto ao seu uso na reprodução, evitando o descarte inadequado de bons machos. Por isso, são necessários mais estudos a fim de estabelecer a idade correta de maturidade andrológica das diferentes linhagens existentes no país.

7. Conclusões

- Machos terminadores são mais precoces e tem maior libido, portanto devem ser avaliados e destinados à reprodução ou descarte até 27 semanas;
- Machos puros da linha materna devem ser avaliados até 34 semanas para decisão de descarte
- Peso corporal e medidas testiculares nas primeira e terceira semanas devem ser usadas como itens de análise no programa de melhoramento genético

8. Referências Bibliográficas

- AMANN, RUPET P. e WABERSKI, DAGMAR. Computer-assisted sperm analysis (CASA): capabilities and potential developments. *Theriogenology*, v.81, p.5-17, 2014.
- AULER, P.A.; MOREIRA, G.H.F.A; HOGG, C.O. et al. Testicular parameters and spermatogenesis in different birthweight boars. *Reproduction, Fertility and Development*, 2016.
- BANASZEWSKA, D.; KONDRACKI, S. An assessment of breeding maturity of insemination boars based on ejaculate quality changes. *Folia Biologica (Kraków)*, vol.60, no 3-4, 2012.
- BARTH, A.D.; OKO, R.J. Abnormal morphology of bovine spermatozoa. Iowa State University Press, 1989, 285p.
- BLOM, E. Ulltrastrukturen af nogle karakteristiske spermiedefekter og forslag til et nyl klassificerings system for tyrens spermogram. *Nord. Vet-Med.* 25, p.383-391, 1973.
- BONET, S. Immature and aberrant spermatozoa in the ejaculate of *Sus domesticus*. *Anim. Reprod. Sci.*, v.22, p.67-80, 1990.
- BONET, S.; BRIZ, M.; FRADERA, A. Ultrastructural abnormalities of boar spermatozoa. *Theriogenology*, v. 40, p.383-396, 1993.
- BORTOLOZZO, F.P.; WENTS, I.; BENNEMANN, P.E. et al. Inseminação artificial na suinocultura tecnificada. Porto Alegre: PALLOTTI, 2005, 185p.
- BRIZ, M.D., BONET, S., PINART, B. et al. Comparative study of boar sperm coming from the caput, corpus, and cauda regions of the epididymis. *Jour. of Androl.*v.16, No. 2, p. 175-188, 1995.
- BUISSON, F.M., PAQUIGNON, M.; COUROT, M. Boar sperm production: use in artificial insemination - a review. *Livestock Production Science*, v.5, p. 293-302, 1978.
- CBRA – Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal/Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. 2ed. Belo Horizonte: CBRA, 1998. p49.
- CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – ESALQ/UPS. PIB Agro CEPEA-USP/CAN, Piracicaba, 2015. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 09 de jun. 2015.
- CIERESZKO, A., OTTOBRE, J.S.; GLOGOWSKI, J. Effects of season and breed on sperm acrosin activity and semen quality of boars. *Anim. Reprod. Scie.*, v.64, p.89–96, 2000.
- DIDION, B.A. Computer-assited semen analysis and its utility for profiling boar semen samples. *Theriogenology*, v.70, p. 1374-1376, 2008.
- DYCK, M.K., FOXCROFT, G.R., NOVAK, S. et al. Biological Markers of Boar Fertility. *Reprod. Dom. Anim.* v.46 (Suppl 2), p.55–58, 2011.
- EINARSSON, S., BRANDT, Y., LUNDEHEIM, N.; MADEJ, A. Stress and its influence on reproduction in pigs: a review. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v.50:48, p.1-8, 2008.
- FERREIRA, F.M.; WENTS, I.; SCHEID, I.R. et al. Comportamento de monta e características seminais de suínos jovens Landrace e Large White. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, n1, p.131-137, 2005.
- FLOWERS, W.L. Increasing Sperm Production in Mature Boars via Manipulation of their Neonatal Environment. Department of Animal Science, *North Carolina State Univ.*, Raleigh, N.C. 2006.

- FLOWERS, W.L. Genetic and phenotypic variation in reproductive traits of AI boars. *Theriogenology* 70, p. 1297–1303, 2008.
- FLOWERS, W.L. Factors affecting the efficient production of boar sperm. *Reproduction in Domestic Animals* 50 (suppl.2), p.25-30, 2015.
- FRANÇA, L. R.; SILVA JR., V.A.; CHIARINI-GARCIA, H. et al. Cell proliferation and hormonal changes during postnatal development of the testis in the pig. *Biology of Reproduction* 63, p. 1629–1636, 2000.
- FRENEAU, G.E. Aspectos da morfologia espermática em touros. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v.35, n.2, p.160-170, 2011.
- GADEA, J. Sperm factors related to in vitro and in vivo porcine fertility. *Theriogenology* v. 63, p. 431–444, 2005.
- HIRANO, YUKI; SHIBAHARA, HIROAKI; OBARA, HIROMI et al. Relationships between sperm motility characteristics assessed by the Computer-Aided Sperm Analysis (CASA) and fertilization rates in vitro. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, v.18, n. 4, p. 213-218, 2001.
- HOLT, CLARE; HOLT, WILLIAM V.; MORRE, HARRY D. M. et al. Objectively measured boar sperm motility parameters correlate with the outcomes of on-farm inseminations: results of two fertility trials. *Journal of Andrology*, vol.18, n. 3, 1997.
- HUANG, Y.; JOHNSON, R.K. Effect of Selection for Size of Testes in Boars on Semen and Testis Traits. *Journal of Animal Science*, 74. p. 750–760, 1996.
- JACYNO, E.; KAWECKA, M.; PIETRUSZKA, A.; SOSNOWSKA, A. Phenotypic correlations of testes size with semen traits and the productive traits of young boars. *Reproduction in domestic animals*, 2015.
- JUNG, M.; RUDIIGER, K.; SCHULZE, M. In Vitro measures for Assessing boar semen fertility. *Reproduction in domestic animals* 50 (suppl.2), p.20-24, 2015.
- KANTER, M.; AKTAS, C.; ERBOGA, M. Heat stress decreases testicular germ cell proliferation and increases apoptosis in short term: an immunohistochemical and ultrastructural study. *Toxicology and Industrial Health*, v.29 (2), p.99–113, 2011.
- LIPENSKÝ, J.; LUSTYKOVÁ, A.; CEŘOVSKÝ, J. Effect of season on boar sperm morphology. *Journal of Central European Agriculture*, v.11, n.4, p. 465-468, 2010.
- LOVE, C.C.; KENNEY, R.M. Scrotal heat stress induces altered sperm chromatin structure associated with a decrease in protamine disulfide bonding in the stallion. *Biology of Reproduction*, v. 60, p.615–620, 1999.
- MCCOARD, S.A.; LUNSTRA, D.D.; WISE, T.H.; FORD, J.J. Specific staining of Sertoli cell nuclei and evaluation of Sertoli cell number and proliferative activity in Meishan and White Composite boars during the neonatal period. *Biology of Reproduction*, 64, p. 689–695, 2001
- MCNITT, J.I.; FIRST, N.L. Effects of 72-hour heat stress on semen quality in boars. *Int. J. Biometeor.* v.14, p.373-380, 1970.
- NAKAYAMA, H.; HIDAKA, R.; ASHIZAWA, K. Effect of testosterone injection on the semen quality in boars during high ambient temperature. *Anim. Reprod. Sci.* v.25, p.73-82, 1991.
- NIESCHLAG E.; BEHRE, H.M.; NIESCHLAG, S. *Andrology*. 3Ed. Springer Heidelberg Dordrecht London New York. 2010. 629p.

- OBERLENDER, G.; MURGAS, L.D.S.; LIMA, D. et al. Alterações endócrinas em reprodutores suínos de alto desempenho. *Ci.Anim.Bras.*, Goiania, v.11, n.1, p245-250, 2010.
- OKERE, C.; JOSEPH, A.; EZEKWE, M. Seasonal and genotype variations in libido, semen production and quality in artificial insemination boars. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 4 (10), p885-888. 2005.
- RAHMA, K.M.; LOVICH, J.E.; LAM, C. et al. Nursing supports neonatal porcine testicular development. *Domestic Animal Endocrinology* 48, p.84-92, 2014.
- RATHJE, T.A.; JOHNSON, R.K.; LUNSTRA, D.D. Sperm production in boars after nine generations of selection for increased weight of testis. *Journal of Animal Science*, 73. p. 2177-2185, 1995.
- RIESENBECK, A. Review on International Trade with Boar Semen. *Reprod. Dom. Anim.*, v. 46, (Suppl. 2), p. 1–3, 2011.
- ROBINSON, J.A.B.; BUHR, M.M. Impact of genetic selection on management of boar replacement. *Theriogenology* 63, p. 668–678, 2005
- SAFRANSKI, T.J. Genetic selection of boars. *Theriogenology*, 70. p.1310–1316, 2008.
- SAS Institute Inc. Statistical Analysis users's guide. Version 9.1 ed. Cary: SAS Institute, USA, 2003;
- SANTOS, V.P. O estresse e a reprodução. Seminário Endocrinologia da Reprodução, UFRGS, 2003. Disponível: www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/stress_repr.pdf. Acesso em 02/05/2107;
- SCHINCKEL, A.; JOHNSON, R.K.; PUMFREY, R.A.; ZIMMERMAN, D.R. Testicular growth in boars of different genetic lines and its relationship to reproductive performance. *Journal of Animal Science*, 56, No. 5. p. 1065 – 1076. 1983.
- SCHINCKEL, A.P.; JOHNSON, R.K.; KITTOCK, R.J. Testicular development and endocrine characteristics of boars selected for either high or low testis size. *Journal of Animal Science*, vol.58, No. 3, 1984.
- SCHULZE, M.; BUDER, S.; RÜDIGER, K. et al. Influences on semen traits used for selection of young AI boars. *Animal Reproduction Science*, 148. p. 164–170, 2014.
- SILVA, S.M.M.S. Desenvolvimento testicular de suínos das raças Large White e Landrace com diferentes taxas de ganho de peso diário. 1996. 106f. Dissertação (Mestrado em Cência Animal) – Escola de veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- SMITAL, J.; DE SOUSA, L.L.; MOHSEN, A. Differences among breeds and manifestation of heterosis in AI boar sperm output. *Animal Reproduction Science* 80, p.121-130, 2004.
- SMITAL, J. Effects influencing boar semen. *Animal Reproduction Science* 110, p. 335–346, 2009.
- SONDERMAN, J.P.; LUEBBE, J.J. Semen production and fertility issues related to differences in genetic lines of boars. *Theriogenology* 70, p.1380-1383, 2008.
- STONE, B.A.; SEAMARK, R.F. Effects of acute and chronic testicular hyperthermia on levels of testosterone and corticosteroids in plasma of boars. *Anim. Reprod.Sci.*, v.7, p.391-403, 1984.
- SURIYASOMBOON, A., LUNDEHEIM, N., KUNAVONGKRIT, A.; EINARSSON, S. Effects of temperature and humidity on sperm morphology in Duroc boars under different housing systems in Thailand. *J. Vet. Med. Sci*, v.67(8), p.777-785, 2005.
- TARDIF, S.; LAFOREST, J.P.; CORMIER, N.; BAILEY, J. The importance of porcine sperm parameters on fertility in vivo. *Theriogenology*, v.52, p.447-459, 1999.
- TOSKY E.R.; DYSART, N.E.; SWING, S.E.; FLOWERS, W.L. Libido, semen characteristics and fertility of boars housed in crates versus pens. *Journal of Animal Science* 91 (Suppl 2), 2013.

- VALE FILHO, V.R., ANDRADE, V.J., AZEVEDO, N.A. Avaliação andrológica e seleção de tourinhos zebu para reprodução. In: VIII SIMCORTE, 2010, Viçosa. Anais..., UFV. 2010. P.363-412.
- VERSTEGEN, J.; IGUER-OUADA, M.; ONCLIN, K. Computer assisted semen analyzers in andrology research and veterinary practice. *Theriogenology* 57, p.149-179, 2002.
- WABERSKI, D., MAGNUS, F., FERREIRA, F.M. et al. Importance of sperm-binding assays for fertility prognosis of porcine spermatozoa. *Theriogenology*, v.63, p.470–484, 2005.
- WETTEMANN, R.P; DESJARDINS, C. Testicular function in boars exposed to elevated ambient temperature. *Biology of Reproduction*, v.20, p.235-241, 1979.
- WOLF, J. Genetic correlations between production and semen traits in pig. *Animal*, 3:8, p.1094-1099 2009.
- WOLLMANN E.B. Variação nos parâmetros seminais de suínos destinados a inseminação artificial de acordo com a idade, época do ano, alojamento e coletador. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinária) – Faculdade de Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- ZAJA, I.Z.; SAMASDZIJA, M.; VINCE, S. et al. Influence of boar breeds or hybrid genetic composition on semen quality and seminal plasma biochemical variables. *Animal Reproduction Science*, Accept Manuscript, 21p, 2015.