



**PARÂMETROS ANDROLÓGICOS DE CAPRINOS DA
RAÇA ANGLONUBIANA CRIADOS EM SISTEMA SEMI-
INTENSIVO**

LUIZ EDUARDO BARRETO DE SOUZA

2010

LUIZ EDUARDO BARRETO DE SOUZA

**PARÂMETROS ANDROLÓGICOS DE CAPRINOS DA RAÇA ANGLONUBIANA
CRIADOS EM SISTEMA SEMI-INTENSIVO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador:

Prof. Dr. Jurandir Ferreira da Cruz

Co-Orientador:

Prof. Dr. Mauro Pereira de Figueiredo

ITAPETINGA
BAHIA - BRASIL
2010

636.39 Souza, Luiz Eduardo Barreto.
S716p Parâmetros andrológicos de caprinos da Raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo. / Luiz Eduardo Barreto de Souza. - Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2010.
41fl.

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes, para obtenção do título de “Mestre”. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Jurandir Ferreira da Cruz e co-orientação do Prof. D. Sc. Mauro Pereira de Figueiredo.

1. Caprinos - Raça Anglonubiana - Comportamento sexual. 2. Caprinos - Reprodução. 3. Caprinos - Criação - Sistema semi-intensivo. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Cruz, Jurandir Ferreira da. III. Figueiredo, Mauro Pereira de. IV. Título.

CDD (21): 636.39

Catálogo na fonte:
Cláudia Aparecida de Souza – CRB/5-1014
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Caprinos - Raça Anglonubiana - Fertilidade

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: "Parâmetros Andrológicos de Caprinos da Raça Anglonubiana Criados em Sistema Semi-Intensivo".

Autor (a): Luiz Eduardo Barreto de Souza

Orientador (a): Prof. Dr. Jurandir Ferreira da Cruz

Co-orientador (a): Prof. Dr. Mauro Pereira de Figueiredo


Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:


Prof. Dr. Jurandir Ferreira da Cruz - UESB


Prof. Dr. Antonio Jorge Del Rei Moura - UESB


Prof. Dr. Pedro Humberto Felix de Sousa - UNEB

Data de realização: 23 de fevereiro de 2010.

A presente Documentação confere com o original
Em 22/04/2010

ASSINATURA / Programa de Pós Graduação em Zootecnia UESB

Dedico

*À minha amada esposa Luciana, pelo seu amor e
companheirismo em todo tempo.*

*Aos meus pais, Luiz e Eliane, por acreditarem
nos meus sonhos e me apoiarem.*

*Aos meus irmãos, Luiz Edson e Luiz Alberto, pelo
incentivo, amizade e apoio.*

Ao amigo Davi Marcos, pela grande amizade.

AGRADECIMENTOS

A Deus, na pessoa do nosso Senhor e Salvador Jesus Cristo, por quem e para quem tudo foi criado e sem Ele nada do que foi realizado teria sentido;

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UESB, pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação em nível de mestrado;

Ao Prof. Jurandir Ferreira da Cruz, a minha gratidão pela dedicada orientação, por seu exemplo de profissionalismo, pelo encorajamento e oportunidade, além da confiança e amizade;

Ao Eng. Agrônomo Milton Teixeira Neto, pelo precioso auxílio em todas as etapas da realização do projeto, sua prestatividade e companheirismo.

À Eng. Agrônoma e Mestre em Zootecnia, Rita de Cássia, pela valorosa contribuição na realização do experimento;

Ao Médico Veterinário, Dalmar Dutra, pelo precioso auxílio em atividade de campo e no laboratório;

A todos os professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela contribuição ao meu aprendizado;

À equipe do Laboratório de Reprodução de Caprinos e Ovinos, Dalmar, Hélder, Matheus, Emannuely, Ana Cláudia e Gilmar, pelo companheirismo e importantes contribuições na execução do experimento;

Ao LABO, nas pessoas dos Drs. Onildo e Sérgio Oliveira, pelo apoio na realização das dosagens hormonais, sem o qual não teria sido possível a concretização desse trabalho;

Ao Dr. Edilson Lopes Jr., Dra. Mabel Cordeiro e equipe da UNIVASF, pelo conhecimento transmitido durante o mestrado;

À EBDA na pessoa do Eng. Agr. Milton e Médico veterinário José Carlos Suzart pela disponibilização da Estação experimental em Itiruçu-Ba para realização de estudos;

Aos colegas e amigos, Paulo Eduardo, Antonio Eustáquio e Marcos Weris, pelo incentivo, apoio, amizade e dedicação, durante todo o curso;

Aos colegas de turma, José Augusto, Danilo, Alisson, Gleiton, Wenderson, Antídio Neto, Paulo Almeida, Laaina, Luzyanne, Dirlane, Cleitiane, Aracele e Thasia, pelo companheirismo.

*O temor do Senhor é o princípio de toda a sabedoria
Provérbios 9:10.*

RESUMO

SOUZA, L.E.B. **Parâmetros andrológicos de caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo**. Itapetinga-BA: UESB, 2010. 41p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia - Produção de Ruminantes).*

O objetivo deste estudo foi avaliar os parâmetros andrológicos de caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo entre a 12^a e 44^a semanas de idade. Oito caprinos foram monitorados quinzenalmente, quanto à idade ao desbridamento do pênis, peso vivo, circunferência escrotal - CE e os parâmetros seminiais (aspecto, volume, concentração, motilidade massal - MM, motilidade individual progressiva - MIP, vigor e morfologia espermática), além dos níveis séricos de testosterona. A coleta do sêmen foi realizada por meio de vagina artificial. Os níveis séricos de testosterona foram determinados através de amostras de sangue coletadas na 20^a, 28^a e 38^a semanas de idade. Os resultados, expressos em média \pm EP foram comparados pelo teste Duncan ($P < 0,05$). Na determinação das correlações entre todas as características foi utilizada a equação de Pearson ($P < 0,01$). O desbridamento do pênis ocorreu aos 102,9 \pm 15,4 dias de idade. O peso vivo e CE na 20^a e 44^a semana de idade foram 25,8 \pm 3,5 kg e 43,6 \pm 4,7 kg e 21,1 \pm 1,6 cm e 25,5 \pm 1,5 cm, respectivamente, enquanto que o volume do ejaculado variou de 0,38 \pm 0,05 a 0,96 \pm 0,04 mL e a concentração de 1,33 \pm 0,64 a 3,54.10⁹.mL⁻¹ ($P < 0,05$), na mesma idade. O nível séricos de testosterona foi de 2,70 \pm 1,40 ng.mL⁻¹ na 20^a semana, 8,50 \pm 4,66 ng.mL⁻¹ na 28^a e de 2,21 \pm 2,28 ng.mL⁻¹ na 38^a semana de idade ($P < 0,05$). O número de espermatozoides com defeitos (maiores e menores) foi reduzido gradativamente com o avanço da idade, sendo de 32,2 \pm 5,8% vs 8,80 \pm 2,9%, na 20^a e 44^a semana de idade, respectivamente ($P < 0,05$). Os defeitos maiores representaram 65% dos defeitos totais, sendo os espermatozoides decapitados, defeitos de acrossomas, “dags” e gota citoplasmática proximal os mais frequentes. Os defeitos menores mais encontrados foram cauda dobrada, cauda enrolada e gota citoplasmática distal. A idade apresentou correlação com o peso vivo, CE e a exceção do volume, com todos os parâmetros qualitativos do sêmen, sendo que a correlação entre os defeitos espermáticos com as demais características foi negativa ($P < 0,01$). Os caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo no Nordeste brasileiro a partir da 38^a semana de idade apresentam parâmetros seminiais adequados para alcance de níveis satisfatórios de fertilidade.

Palavras-chave: Caprinos, macho, maturidade sexual, sêmen, testosterona.

*Orientador: Jurandir Ferreira da Cruz, *D.Sc.*, UESB e Co-orientador: Mauro Pereira de Figueiredo, *D.Sc.*, UESB

ABSTRACT

SOUZA, L.E.B. **Andrological parameters in Anglo-Nubian goats raised under semi-intensive system.** Itapetinga-BA: UESB, 2010. 41p. (Thesis – Mastership in Animal Science – Ruminant Production).*

The objective of this study was to evaluate the andrological parameters of Anglo-Nubian goats raised under semi-intensive system. Eight goats were monitored every fifteen days, from 12th to 44th weeks aged, in relation to the penis detachment age, body weight, scrotal circumference - SC and seminal parameters (appearance, volume, concentration, wave motion - WM, progressive individual motility - PIM, displacement force and spermatid abnormalities and serum testosterone levels. The semen was collected using an artificial vagina. The serum testosterone levels were determined by blood samples collected at the 20th, 28th and 38th week aged. The results, expressed as mean \pm SE were compared by Duncan test ($P < 0.05$). To determine the correlations among all characteristics Pearson equation was used ($P < 0.01$). The penis detachment occurred at $102,9 \pm 15,4$ days aged. The body weight and SC in the 20th and 40th week aged were 25.8 ± 3.5 and 43.6 ± 4.7 kg and 21.1 ± 1.6 and 25.5 ± 1.5 cm, respectively, while the ejaculate volume ranged from 0.38 ± 0.05 to 0.96 ± 0.04 mL and the concentration from 1.33 ± 0.64 to $3.54 \cdot 10^9 \cdot \text{mL}^{-1}$ ($P < 0.05$), in the same age. The serum testosterone level was $2.70 \pm 1.40 \text{ ng} \cdot \text{mL}^{-1}$ at 20th week, $8.50 \pm 4.66 \text{ ng} \cdot \text{mL}^{-1}$ at 28th week and $2.21 \pm 2.28 \text{ ng} \cdot \text{mL}^{-1}$ at 38th week aged ($P < 0.05$). The number of defective sperm (major and minor) was gradually reduced with advancing age, from $32.2 \pm 5.8\%$ to $8.80 \pm 2.9\%$ at the 20th and 44th week aged, respectively ($P < 0.05$). The major defects corresponded to 65% of the total, and the decapitated sperm, acrosomes defects, flag defect and cytoplasmic proximal droplet were the most frequent. The most minor defects found were simple bent tail, terminally coiled tail and cytoplasmic distal droplet. The age showed correlation between body weight and SC and, except for volume, with all the qualitative parameters of the semen, and the correlation among sperm abnormalities and other characteristics was negative ($P < 0.01$). In conclusion the Anglo-Nubian goats, raised under semi-intensive system in northeastern Brazil, from the 38th aged show seminal parameters suitable to achieve satisfactory levels of fertility.

Keywords: goats, male, sexual maturity, semen, testosterone.

*Adviser: Jurandir Ferreira da Cruz, *D.Sc.*, UESB and Co-Adviser: Mauro Pereira de Figueiredo, *D.Sc.*, UESB

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1	Aspecto, volume do ejaculado e concentração espermática em caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo, da 20 ^a a 44 ^a semana de idade.	29
Tabela 2	Morfologia espermática com defeitos maiores (DMAI), menores (DMEN) e totais (DTOT), em caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo, da 20 ^a a 44 ^a semana de idade.	32
Tabela 3	Coefficientes de correlação entre idade, peso vivo, circunferência escrotal e parâmetros seminais em caprinos da raça Anglonubiana criados em condições semi-intensivas.....	33
Tabela 4	Níveis séricos de testosterona em diferentes idades em caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo.....	34

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1	Valores (média \pm EP) de peso vivo (PV) e circunferência escrotal (CE) em caprinos da raça Anglonubiana, criados em sistema semi-intensivo, da 20 ^a a 44 ^a semana de idade.....	28
Figura 2	Valores (média \pm EP) de Motilidade Massal (MM) em caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo, da 20 ^a a 44 ^a semana de idade.....	30
Figura 3	Valores (média \pm EP) de vigor das células espermáticas em caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo, da 20 ^a a 44 ^a semana de idade.....	30
Figura 4	Valores (média \pm EP) de Motilidade Individual Progressiva (MIP) em caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo, da 20 ^a a 44 ^a semana de idade.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABP	Proteína fixadora de andrógeno
CBRA	Colégio Brasileiro de Reprodução Animal
CE	Circunferência Escrotal
DMAI	Defeitos maiores
DMEN	Defeitos menores
DTOT	Defeitos totais
EP	Erro Padrão
FSH	Hormônio folículo estimulante
G	Gravidade
GnRH	Hormônio liberador de gonadotrofinas
GCD	Gota Citoplasmática Distal
GCP	Gota Citoplasmática Proximal
LH	Hormônio Luteinizante
MIP	Motilidade Individual Progressiva
mL	Mililitro
MM	Motilidade Massal
ng.mL ⁻¹	Nanograma por mililitro
PV	Peso vivo
Sptz	Espermatozoides
SRD	Sem Raça Definida
μL	Microlitros

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO	13
2.0 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Aspectos fisiológicos da puberdade em caprinos	15
2.2 Maturidade Sexual	16
2.3 Espermatogênese	17
2.4 Circunferência escrotal	19
2.5 Parâmetros seminais	20
2.6 Morfologia espermática	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Período e local de execução do experimento	24
3.2 Animais experimentais	24
3.3 Aferições do peso vivo e da CE	24
3.4 Determinação da idade ao desbridamento do pênis	24
3.5 Parâmetros seminais	25
3.6 Dosagem de testosterona	25
3.7 Análise estatística	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5. CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS	36

1. INTRODUÇÃO

A caprinocultura tem desempenhado um importante papel sócio-econômico na região Nordeste do Brasil, principalmente, nas áreas de clima semi-árido, com destaque na agricultura familiar na qual essa atividade envolve grande número de produtores rurais.

O Nordeste brasileiro detém 6.470.893 de cabeças, o que corresponde a 91% da população caprina do Brasil (IBGE, 2006), sendo que esses animais são explorados, principalmente, para a produção de carne. A maioria absoluta desses rebanhos é constituída por animais sem padrão racial definido (SRD), os quais apresentam baixa produtividade.

Na busca por melhores índices zootécnicos, tem sido realizada a introdução de raças exóticas que potencialmente, podem proporcionar maior produção de carne e leite aos rebanhos locais. Neste sentido, a raça Anglonubiana tem sido sugerida como excelente alternativa devido à sua boa capacidade produtiva com dupla aptidão, mesmo no contexto de adversidade climática da região Nordeste.

Nesse processo de introdução da raça Anglonubiana, será necessário um considerável número de reprodutores, impondo que a seleção dos machos melhoradores seja rápida, criteriosa e com base científica. Nessa perspectiva, quanto mais precocemente um reprodutor for selecionado e introduzido em um programa reprodutivo, melhor será a sua utilização e maior o retorno econômico do investimento realizado com a sua aquisição. Para tanto, a fisiologia reprodutiva desses indivíduos precisa ser bem compreendida, fornecendo subsídio para eventuais e necessárias avaliações andrológicas.

A puberdade nos animais domésticos é caracterizada por mudanças no modelo de secreção de gonadotrofinas, rápido crescimento testicular, gradual incremento na síntese de andrógenos e, como consequência, início da espermatogênese. No entanto, os parâmetros qualiquantitativos do sêmen, nessa fase, se encontram aquém da desejável para o alcance de bons índices de fertilidade.

Com o avanço da idade, as células primordiais sofrem maturação e os túbulos seminíferos se desenvolvem, ocorrendo uma melhoria gradativa das características do ejaculado. Desta forma, considerando que são escassas as informações sobre a fisiologia e comportamento sexual de machos caprinos da raça Anglonubiana, introduzidos no Nordeste brasileiro, estudos que auxiliem a compreensão das fases que intermedeiam esse processo contribuirão para a definição de boas práticas de manejo, bem como, para estabelecimento de critérios de seleção mais adequados aos jovens reprodutores.

Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi avaliar a curva de peso vivo e os parâmetros andrológicos, tais como a idade ao desbridamento do pênis, circunferência escrotal e os parâmetros seminais (aspecto, volume, concentração, motilidade massal, motilidade individual progressiva, vigor e morfologia espermática), além dos níveis plasmáticos de

testosterona da 12^a a 44^a semana de idade, em caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos fisiológicos da puberdade em caprinos

A puberdade pode ser descrita como o momento em que o macho atinge a capacidade de fertilizar uma fêmea (DARAMOLA *et al.*, 2007). Hafez (2000) a descreve como o momento em que o macho é capaz de liberar gametas e de manifestar a sequência completa relacionada ao comportamento sexual. Delgadillo *et al.* (2007) admite o alcance da puberdade quando o macho pode efetuar a primeira monta ou ejaculação com espermatozóides vivos. Enquanto que Levis (1997) considera que o alcance da puberdade ocorre quando o macho apresenta espermatozóides livres no epitélio seminífero e na cauda do epidídimo

O momento de ocorrência da puberdade em caprinos machos é variável e ocorre geralmente, entre 4 a 6 meses de idade, quando estes estão com 40 a 60% do peso adulto. Essa idade é influenciada por diversos fatores externos como fotoperíodo, raça, estado nutricional e fatores sociais (HAFEZ, 2000). Enquanto que, em altas latitudes (acima de 40°), o fator de maior influência é o fotoperíodo, em regiões mais próximas da Linha do Equador o fator que mais influencia é a condição nutricional (MANCIO *et al.*, 2005). Esses fatores interferem no perfil endócrino dos animais e, conseqüentemente, nas alterações fisiológicas necessárias para que se processe o início da puberdade (ALVES *et al.*, 2006).

Desde a fase pré-natal, o caprino apresenta em seus testículos receptores gonadotróficos. Após o nascimento, o LH que é secretado pela adeno-hipófise de forma pulsátil, tem uma elevação em sua concentração plasmática e esses níveis se mantêm elevados até próximo à puberdade, enquanto que o FSH age sensibilizando os receptores à ação do LH (VALENTIM *et al.*, 1994) e estimulando as células de Sertoli a produzirem uma proteína ligadora de andrógeno ABP (*Androgen Binding Protein*). Essa proteína favorece a manutenção de alta concentração de andrógenos dentro do túbulo seminífero (ELOY; SANTA ROSA, 1998).

As gonadotrofinas (LH e FSH) controlam a proliferação e a diferenciação das células de Sertoli e de Leydig, desde a fase pós-natal, de modo que os esteróides e fatores de crescimento secretados por estas células tenham ação direta ou indireta sobre o desenvolvimento das células germinativas (AGUIAR *et al.*, 2006). Provavelmente, após o início da puberdade, os animais tenham a sua espermatogênese acelerada como resultado de aumento da concentração de FSH que atua diretamente nas células de Sertoli nos túbulos seminíferos. Como a maior parte do testículo é formada por túbulos seminíferos, o maior desenvolvimento testicular reflete maior atividade espermatogênica (ALVES *et al.*, 2006).

Embora já se encontrem espermatozóides vivos nos túbulos seminíferos e no epidídimo

no período puberal, geralmente, os caprinos nessa fase de desenvolvimento apresentam baixa capacidade de fertilização, a qual tende a ser mais elevada, na medida em que a maturidade sexual é alcançada (GAUTHIER *et al.*, 2001).

Em caprinos da raça Saanen, as maiores concentrações plasmáticas de LH foram verificadas na idade entre 12 e 13 semanas de idade, coincidindo com a fase de maior crescimento testicular, a qual ocorreu entre 12 e 18 semanas de idade. Um segundo pico de LH foi verificado na idade entre 20 e 23 semanas, precedendo a maturidade sexual (AHMAD *et al.*, 1996).

A testosterona que é produzida pelas células testiculares de Leydig tem a sua concentração plasmática gradualmente elevada em consequência da estimulação gonadal e diferenciação dessas células, promovida pelo aumento das descargas pulsáteis de LH (PORTO *et al.*, 2009). Com a proximidade da puberdade, a concentração periférica de testosterona está elevada, bem como a sua concentração nos líquidos que envolvem os túbulos seminíferos (MOURA *et al.*, 2002). A concentração dentro dos testículos é 100 a 300 vezes maior que no plasma, sendo que essas altas concentrações são necessárias para ocorrência de espermatogênese de maneira adequada (ELOY; SANTA ROSA, 1998).

A testosterona é necessária para a manutenção da capacidade de serviço e das características sexuais secundárias (CHACUR *et al.*, 2007). No animal adulto, a liberação de LH comumente é seguida por uma elevação da concentração periférica de testosterona. Essa elevada concentração periférica de testosterona regula, provavelmente através de opioides endógenos, a atividade do hipotálamo e hipófise anterior, modulando a secreção das gonadotrofinas e da própria testosterona (AMANN; SHANBACHER, 1983).

As peculiaridades fisiológicas inerentes à puberdade e suas correlações genéticas e interações com o ambiente devem ser alvo de estudo, uma vez que a aplicação desses conhecimentos possibilita a seleção de reprodutores sexualmente precoces e o descarte de animais tardios, que imprimiriam essa característica negativa à sua descendência (LIMA *et al.*, 2007).

2.2 Maturidade Sexual

Enquanto que a puberdade é definida como a idade em que o animal se torna capaz de reproduzir, a maturidade sexual é definida como a idade em que o animal atinge todo o seu potencial reprodutivo (RIBEIRO *et al.*, 2007).

O desenvolvimento testicular se deve, principalmente, à ação das gonadotrofinas e esteróides gonadais, que próximo à maturidade sexual, estão em concentrações periféricas e testiculares elevadas, precedendo uma diminuição desses níveis, após essa fase do desenvolvimento sexual (VALENTIM *et al.*, 1994).

Na maturidade sexual, a redução da concentração de LH e de testosterona é desencadeada pela própria concentração elevada deste esteróide, que, por efeito de retroalimentação em nível de hipotálamo, reduzem a secreção de GnRH e de gonadotrofinas pela hipófise e esta redução, conseqüentemente, causa menor estímulo às células de Leydig, resultando em menor produção de testosterona (AHMAD *et al.*, 1996).

Quando o animal atinge a maturidade sexual, é observado um ponto de inflexão na curva de crescimento testicular (BERGMANN, 1998). Nishimura *et al.* (2000), analisando as alterações histológicas em testículos de caprinos nativos japoneses da raça Tokara, concluíram que apesar de serem encontrados espermatozóides no ejaculado aos quatro meses de idade, os túbulos seminíferos atingiram o seu diâmetro máximo aos seis meses de idade.

O crescimento testicular é dependente do diâmetro e do número de túbulos seminíferos, portanto, o aumento do diâmetro dos túbulos seminíferos é responsável pelo aumento expressivo do volume testicular na fase peri-puberal, a partir da qual o crescimento é continuado até os 12 meses de idade, contudo, em um ritmo mais lento (NISHIMURA *et al.*, 2000). O tamanho testicular está assim relacionado com as transformações histológicas verificadas, principalmente até essa faixa etária (FOLHADELLA *et al.*, 2006).

Paralelamente ao desenvolvimento testicular, observa-se que os parâmetros seminais evoluem, a partir do início da puberdade, de valores qualiquantitativos muito baixos até valores compatíveis a um reprodutor considerado sexualmente maturo (SOUZA *et al.*, 2000).

2.3 Espermatogênese

A espermatogênese é a sequência de eventos citológicos que resulta na formação de espermatozóides, a partir de células germinativas (GONZÁLES *et al.*, 2000). Esse fenômeno ocorre dentro dos túbulos seminíferos e pode ser dividida em três fases distintas: proliferativa, meiótica e fase de diferenciação (COSTA *et al.*, 2006).

Diversos fatores influenciam na espermatogênese em pequenos ruminantes como, por exemplo, o peso vivo, as variações estacionais, a disponibilidade de alimento, as altas temperaturas e o sistema de termorregulação escrotal (XAVIER *et al.*, 2008).

O principal estímulo endócrino da espermatogênese é a testosterona, que é produzida pelas células de Leydig, adjacentes aos túbulos seminíferos. Essas células são estimuladas pelo padrão pulsátil da secreção de LH. A resposta desse estímulo gonadotrófico proporciona um incremento da concentração de testosterona plasmática periférica e a consequência desta alta concentração em nível de hipotálamo é uma retroalimentação negativa, modificando o padrão de secreção pulsátil do GnRH diminuindo a amplitude e a frequência dos pulsos hipofisários de LH, desestimulando a produção de testosterona pelas células de Leydig e reduzindo, assim, a concentração periférica desse andrógeno (AMANN; SHANBACHER, 1983).

O FSH estimula, em nível testicular, a produção da proteína (ABP) pelas células de Sertoli. Essa proteína secretada dentro do túbulo seminífero ajuda a manter um alto nível de andrógenos dentro do referido túbulo. Desta forma, o FSH e LH agem em conjunto para regular a concentração de andrógenos, que dentro dos túbulos seminíferos, estimulam o desenvolvimento das células germinativas e, na circulação periférica, regula o eixo hipotalâmico-hipofisário (HAFEZ; HAFEZ, 2004).

A espermatogênese é um processo contínuo de diferenciação celular, caracterizada por mudanças morfológicas e bioquímicas dos componentes do citoplasma e núcleo das células espermáticas. Essa diferenciação celular envolve três classes de células germinativas: as espermatogônias, os espermátócitos e as espermátides (COSTA; PAULA, 2003).

O epitélio seminífero é composto por células de Sertoli e células germinativas em desenvolvimento, sendo que o processo de espermatogênese requer diferenciação e renovação contínua dessas células germinativas. As sucessivas divisões mitóticas das células-tronco espermatogênica e das espermatogônias, características na fase proliferativa (espermatocitogênica), garantem a renovação da população celular. Isto implica em dois destinos para as células germinativas: ou a célula entra em mitose, duplicando-se, ou entra em meiose, reduzindo em metade o seu complemento cromossômico, e segue o caminho da diferenciação (DE JONGE; BARRATT, 2006).

As células germinativas sofrem uma série contínua de divisões celulares e modificações de desenvolvimento, começando na periferia e progredindo em direção à luz tubular. As espermatogônias dividem-se por várias vezes até formarem os espermátócitos, que vão passar pelo processo de meiose, reduzindo o conteúdo de DNA das células até a metade daquele das células somáticas. Essa série de divisões celulares é chamada de espermatocitogênese e as células haploidas resultantes deste processo, são chamadas espermátides (HAFEZ; HAFEZ, 2004).

Durante a fase mitótica, também chamada de espermatogonial ou proliferativa, as células tronco (A_0) dão origem a duas outras, uma vai servir para a renovação da população de células tronco e a outra entra no processo espermatogênico. Esta última, por sua vez vai dar origem à espermatogônia intermediária, que se divide para formar as espermatogônias B. No final da divisão, as espermatogônias B, por sua vez, dão origem às outras células que entram numa prolongada fase de meiose como espermátócitos em pré-leptóteno. Na sequência, essas células serão assimiladas dentro do compartimento ad-luminal do epitélio seminífero pela passagem através das junções entre células de Sertoli adjacentes (RUSSELL, 1980).

Todos os tipos celulares subsequentes vão ficar no compartimento ad-luminal. Neste compartimento as células estão isoladas e não tem acesso direto aos nutrientes e hormônios, sendo dependentes das células de Sertoli para prover seus requerimentos (RUSSELL; GRISWOLD, 1993).

As espermátides sofrem uma série progressiva de modificações estruturais dando origem aos espermatozoides e esta série de transformações é chamada de espermiogênese, sendo a fase final da espermatogênese (HAFEZ, 2004).

Estas modificações incluem desenvolvimento do acrossoma, condensação e alongamento do núcleo e formação da cauda espermática. Durante o desenvolvimento do acrossoma notam-se quatro fases distintas: a Fase de Golgi, de Capuchão, do Acrossoma e de Maturação (RUSSELL; GRISWORLD, 1990).

Ao final da espermatogênese, os espermatozoides são liberados no lúmen dos túbulos seminíferos, esse fenômeno é chamado de espermição. Nesta fase, os espermatozoides já possuem flagelo, porém, ainda são imóveis e inférteis, mas à medida que passam pelo epidídimo, sofrem alterações morfofuncionais importantes para sua capacidade fecundante. Após a sua maturação os espermatozoides são armazenados na cauda do epidídimo (MONTEIRO *et al.*, 2009). Essa fase de transporte e diferenciação dos espermatozoides no epidídimo dura cerca de 13 a 15 dias para ser concluída (MOREIRA *et al.*, 2001).

A duração da espermatogênese é variável entre as espécies, pois depende do ciclo espermatogênico, ou seja, do tempo gasto em cada fase de diferenciação celular. As fases espermatocitogênica, meiótica e espermiogênica duram um, dois e dois ciclos espermáticos, respectivamente, portanto, considerando que cada ciclo espermático caprino demanda em média 10,5 dias, a espermatogênese nessa espécie dura 53 dias (MIES FILHO, 1987; HAFEZ; HAFEZ, 2004).

2.4 Circunferência escrotal

A circunferência escrotal (CE) em animais jovens é indicador útil do tamanho testicular, da capacidade de produção espermática, das características físicas do sêmen e também da fertilidade dos machos e das fêmeas aparentadas (meio-irmãs e filhas) (PEÑA *et al.*, 2001). A CE está estreitamente correlacionada com o volume testicular e aos parâmetros seminais.

Devido à praticidade de sua obtenção, a CE é uma medida utilizada em programas de seleção como indicador de precocidade sexual, pois além de fácil mensuração é uma característica de herdabilidade moderada, indicando que a seleção a seu favor pode resultar em progresso genético efetivo (PEREIRA *et al.*, 2007).

A CE tem sido utilizada isoladamente para estimar a área total da bolsa escrotal e capacidade reprodutiva dos machos, em diversas espécies domésticas (UNANIAN *et al.*, 2000; LOUVANDI *et al.*, 2008). Muito embora, alguns estudos tenham salientado a existência de formas testiculares mais alongadas, o que poderia facilitar a termorregulação, mas que apresentariam baixos valores de CE (VIU *et al.*, 2006). Unanian *et al.* (2000) recomendam que na avaliação da capacidade reprodutiva desses animais que apresentam essa característica,

especialmente, em animais jovens, devem ser consideradas as demais medidas testiculares como o volume e peso testicular.

As adversidades edafoclimáticas da região semiárida podem induzir às adaptações morfológicas para facilitar o processo de termo-regulação testicular, a exemplo do desenvolvimento de bolsa escrotal bipartida, na qual os testículos se encontram alojados em bolsas escrotais individuais (ALVES *et al.*, 2006).

Alves *et al.* (2006), estudando ovinos da raça Santa Inês durante a puberdade, observaram que a CE tem correlação significativa com o peso corporal à puberdade, sendo que os animais mais pesados apresentam maior CE e são mais precoces sexualmente. Louvandi *et al.* (2008) encontraram, nesta raça, uma correlação entre peso corporal e CE de 0,91.

Em regiões de média a altas latitudes, a flutuação do perfil reprodutivo endócrino, principalmente, no que diz respeito às concentrações de testosterona, exerce influência sobre a CE. No período que antecede a estação de acasalamento, quando a luminosidade diminui, a concentração de testosterona alcança níveis máximos, estimulando a espermatogênese e proporcionando elevação da CE (BARBOSA *et al.*, 1999). Esses eventos fisiológicos puderam ser verificados em caprinos criados nos trópicos, submetidos ao manejo artificial do fotoperíodo (SANTOS *et al.*, 2006).

Entretanto, mesmo em condições em que exista influência do fotoperíodo, a condição nutricional e o peso corpóreo continuam a exercer influência sobre a CE. De La Vega *et al.* (2006), trabalhando com caprinos da raça Crioulos Serranos, criados extensivamente na Argentina, observaram menores valores de CE no inverno, estação de déficit alimentar, que aqueles verificados no meio da primavera.

2.5 Parâmetros seminais

Os parâmetros físicos seminais avaliados rotineiramente em um espermograma são o volume e o aspecto. enquanto que os parâmetros qualiquantitativos são o movimento massal, a motilidade individual progressiva, o vigor e a concentração espermática (SALVIANO; SOUZA, 2008)

O volume expresso em mililitros (mL) é bastante suscetível às variações, dependendo do método de coleta, da espécie animal, do regime de serviços anterior à coleta e do tempo de excitação (EVANS; MAXWELL, 1990). Na espécie caprina, o volume do ejaculado varia entre 0,2 a 2,0 mL tendo como média 0,8 mL (CHEMINEU *et al.*, 1991; SALVIANO; SOUZA, 2008).

O aspecto é a avaliação macroscópica do ejaculado; normalmente, são avaliadas a cor e a aparência. Estes parâmetros dependem, fundamentalmente, da concentração dos espermatozoides e, eventualmente, da presença de sangue, pus, urina, células epiteliais e detritos

(SALVIANO; SOUZA, 2008).

O sêmen pode apresentar-se com aspecto cremoso (com variação de cremoso espesso ao cremoso fino), leitoso, opalescente ou soroso e aquoso, sendo que a simples visualização pode permitir a avaliação do ejaculado, ainda que de forma empírica, quanto à concentração de espermatozoides (MIES FILHO, 1988). A cor do sêmen caprino varia de branca acinzentada à amarelada (CHEMINEU *et al.*, 1991; HAFEZ; HAFEZ, 2004).

O movimento massal (MM) ou turbilhão é o movimento em forma de ondas observado em uma gota de sêmen *in natura*. A intensidade do movimento é resultante da interação da motilidade, do vigor e da concentração espermática. A MM é observada somente nos ruminantes e pode ser afetada por fatores extrínsecos, como o método de coleta, condições de preservação, temperatura da amostra, modo de colocação da amostra na lâmina (HENRY; NEVES, 1998).

Anteriormente, o MM era observado macroscopicamente colocando-se o tubo contendo sêmen contra a luz; a classificação era feita considerando a intensidade do movimento, sendo quatro cruces para turbilhão muito ativo, três cruces para turbilhões ativos, duas cruces para turbilhões lentos e um sinal negativo para a ausência de turbilhão (MIES FILHO, 1987).

Atualmente a interpretação do MM, ainda subjetiva, é expressa em uma escala de classificação que varia de 0 a 5, em que 0 é a ausência de turbilhão; em 1 verifica-se movimento individual; 2 movimento de turbilhão muito lento; 3 movimento ondulatório geral, baixa amplitude de onda; 4 movimento rápido de ondas, sem redemoinhos; 5 movimento rápido de ondas com redemoinhos (CHEMINEU *et al.*, 1991).

De acordo com o CBRA, para proceder a avaliação convencional da MM, uma gota de sêmen é colocada sobre uma lâmina, previamente, aquecida a 37°C, a qual é avaliada em microscópio, com um objetiva de 40x (HENRY; NEVES, 1998).

No entanto, a capacidade fecundante do sêmen está em função do movimento individual dos espermatozoides - MIP (MIES FILHO, 1987). Esse movimento não obedece a um padrão único, visto que há espermatozoides que se deslocam para frente em linha reta (movimento progressivo), outros que descrevem uma circunferência (movimento circular) e ainda, aqueles que se limitam a oscilar, sem deslocamento progressivo (movimento oscilatório ou local).

A MIP é um parâmetro que expressa a proporção de espermatozoides que apresentam deslocamento progressivo, ou seja, a porcentagem de espermatozoides com potencial para a fertilização. Desta forma, no caso de uma avaliação em que a porcentagem dos espermatozoides móveis não representar a proporção de espermatozoides com motilidade progressiva, os valores de motilidade deverão ser expressos separadamente como motilidade total e progressiva individual (HENRY; NEVES, 1998).

A avaliação da MIP é realizada em microscópio, preferencialmente, binocular, com aumento de 200-400x, utilizando-se lâmina coberta por lamínula, previamente aquecida e

mantida a 37°C, durante a avaliação. No caso de ruminantes, faz-se se uma diluição para melhor avaliação utilizando, por exemplo, solução de citrato de sódio, ringer-lactato ou soro fisiológico, previamente aquecido. Apesar de esta ser ainda a avaliação mais rotineira, existem novas técnicas de avaliação da MIP, como a fotomicrografia sequenciada ou a avaliação computadorizada - CASA (SALVIANO; SOUZA, 2008).

O vigor é a característica que representa a força de movimento, que acaba influenciando a velocidade com que os espermatozoides se deslocam. Este é classificado em escala de 0 a 5, em que 0 é a ausência de movimento progressivo ou inexpressivo e 5 representa o movimento progressivo, vigoroso e em flexa (CHEMINEU *et al.*, 1991).

A concentração espermática expressa o número de espermatozoides por mL. O procedimento mais comum para se obter a concentração espermática consiste na contagem das células no hemocitômetro, conhecido como Câmara de Neubauer, embora também se possa utilizar a espectrofotometria e o *Micro-cell-couter*. (MIES FILHO, 1987; CHEMINEU *et al.*, 1991; HENRY; NEVES, 1998; HAFEZ; HAFEZ, 2004).

A concentração pode sofrer variações devido a fatores extrínsecos (método de colheita, frequência de atividades do reprodutor e condicionamento) e a fatores intrínsecos como idade, tamanho e estado de higidez testicular, sendo que os valores de concentração variam de 1.10^9 a 6.10^9 spz.mL⁻¹, com valor médio de 3.10^9 spz.mL⁻¹ (MIES FILHO, 1987; CHEMINEU *et al.*, 1991; HAFEZ; HAFEZ, 2004).

2.6 Morfologia espermática

A descrição da morfologia espermática tem se tornado parte integrante da rotina da análise de sêmen. A razão disso é que essa informação é um importante indicador de fertilidade, expressando danos espermáticos causados por agentes físicos e químicos (MATOS *et al.*, 2008).

A integridade dos espermatozoides, em especial das membranas é um dos aspectos essenciais para a manutenção da habilidade fertilizante do espermatozoide, por isso, a análise desse parâmetro é considerada fundamental para a predição da fertilidade do reprodutor (LUZ *et al.*, 2000).

A morfologia espermática pode ser avaliada por meio de esfregaços corados com fucsina-eosina, eosina-nigrosina, vermelho congo ou rosa bengala; ou, ainda, através de preparação úmida, avaliada em microscópio de fase (HENRY; NEVES, 1998). As patologias são classificadas em defeitos maiores e menores (BLOOM, 1973). Os defeitos maiores incluem as lesões marcantes de cabeça, peça intermediária, gota protoplasmática proximal etc., enquanto que os defeitos menores incluem aqueles de menor impacto sobre a fertilidade como cabeça delgada, inserção inadequada de cauda, cauda dobrada, gota citoplasmática distal etc. (SILVA *et al.*, 2002).

A idade é um importante fator que modifica as características morfológicas espermáticas dos animais domésticos. Mekasha *et al.* (2007), trabalhando com caprinos nativos da Etiópia, encontraram uma maior frequência de anormalidades espermática em animais abaixo de 14 meses de idade, nos quais predominava os defeitos de cabeça principalmente o de espermatozoides decapitados.

Souza *et al.* (2009), estudando cordeiros da raça Santa Inês, durante o primeiro ano de vida, verificaram que os parâmetros seminais evoluíram de valores muito baixos, no início da puberdade, até valores compatíveis com a atividade reprodutiva, sendo que a frequência das alterações morfológicas de $45,79 \pm 6,59$ na 24ª semana diminuiu, gradualmente, até $17,25 \pm 3,16$ na 42ª semana.

O CBRA é o órgão que normatiza a emissão de laudos andrológicos no Brasil e o mesmo sugere que o somatório dos defeitos maiores e menores deve ser apresentado como defeitos totais, sendo considerado como critério de aprovação do reprodutor, quando este valor não exceder a 20%, ou quando o número de um mesmo defeito não exceder a 10% (HENRY NEVES, 1998).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Período e local de execução do experimento

O estudo foi realizado no período de fevereiro de 2008 a outubro de 2009, nas dependências do Laboratório de Reprodução de Caprinos e Ovinos (LRCO) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), localizada a 14°53'00"S; 40°48'00"O, a 874,8 m de altitude, com temperatura média anual de 19,5°C (15-25°C) e precipitação pluviométrica média anual de 741 mm (INMET, 2006).

3.2 Animais experimentais

Oito caprinos machos da raça Anglonubiana foram monitorados na faixa etária de 12 a 44 semanas. Esses animais foram mantidos em sistema de criação semi-intensivo, em pastagem de capim estrela africano (*Cynodon nlemfluensis*) e alimento concentrado (18% PB) à base de farelo de milho e soja na proporção de 1,0 % do peso vivo, corrigido semanalmente, além de água e sal mineralizado (Caprinofós® - Tortuga), *ad libitum*.

Os parâmetros avaliados foram o peso vivo, circunferência escrotal - CE, idade ao desbridamento do pênis, parâmetros seminais e testosteronemia.

3.3 Aferições do peso vivo e da CE

A determinação do peso vivo (kg) foi feita quinzenalmente, da 20^a até a 44^a semana de idade, com os animais em jejum, utilizando balança adequada para pequenos ruminantes. A CE (cm) foi aferida quinzenalmente, sempre pela mesma pessoa, utilizando uma fita métrica específica para este fim, a qual foi posicionada horizontalmente na porção de maior largura do saco escrotal.

3.4 Determinação da idade ao desbridamento

O desprendimento da parte livre do pênis da lâmina interna prepucial, ou seja, o desbridamento, foi admitido quando ocorreu a exposição completa do pênis. Para determinação da idade em que ocorreu do desbridamento, os animais foram monitorados, diariamente, da 12^a semana de idade até a idade em que foi observado o desprendimento do pênis.

3.5 Parâmetros seminais

Para avaliação dos aspectos seminais, os animais foram submetidos a coletas quinzenais de sêmen pelo método da vagina artificial, usando como manequim uma fêmea em estro a partir do momento em que ocorreu o desbridamento. Após a coleta do sêmen em tubos plásticos graduados procedeu-se a avaliação dos seguintes parâmetros: volume, aspecto, concentração, motilidade massal - MM, vigor, motilidade individual progressiva – MIP e morfologia espermática.

O volume do sêmen foi determinado através de leitura direta no tubo coletor (mL); o aspecto foi definido como aquoso, leitoso ou cremoso. Para a avaliação dos demais parâmetros seminais, o sêmen foi mantido em banho-maria à 37°C. A determinação da concentração espermática foi realizada em câmara de Neubauer melhorada, utilizando uma amostra de sêmen puro diluída em solução formol-salina, na proporção de 1:200, o número total de espermatozoides foi expresso em mL; A motilidade massal e o vigor foram definidos em uma escala de 0-5, conforme sugerida por Chemineau *et al.*, (1991). A determinação da motilidade massal foi realizada pela observação de uma gota com 10 µl de sêmen puro em microscópio (40x). O vigor e a motilidade individual progressiva (MIP) foram determinados pela observação de uma gota de sêmen diluído em solução fisiológica (1/10), colocado entre lâmina e lamínula em platina aquecida a 37°C, em microscópio (100x). A MIP expressou o número de espermatozoides vivos com movimentos retilíneos progressivos, em percentagem (0-100%).

Para a morfologia espermática, as anormalidades morfológicas de cabeça, peça intermédia e cauda foram avaliadas por meio de microscopia de contraste de fase em imersão (1000x), contando-se 200 células espermáticas. As células foram classificadas como normais e anormais de acordo com Evans e Maxwell (1990), e os defeitos como defeitos maiores e menores (BLOOM, 1973).

3.6 Dosagem de testosterona

Para determinação dos níveis séricos de testosterona, foram coletadas amostras de sangue (4,0 mL) na 20^a, 28^a e 38^a semanas de idade, por meio da venopunção da jugular, em tubos *vacutainer*. As alíquotas do soro obtidas após centrifugação imediata (700g), por 15 minutos, foram acondicionados em tubos do tipo *Eppendorf* e conservados à -20°C para posterior dosagem hormonal. As dosagens foram realizadas pelo método imunoensaio eletroquimioluminométrico, utilizando o Kit Elecsys Testosterone (Roche Diagnostic, Germany), com sensibilidade analítica de 0,12 ng. mL⁻¹, precisão centesimal e Coeficiente de Variação intra-ensaio de 4,6%.

3.7 Análise estatística

As variáveis peso vivo, CE e parâmetros seminais foram submetidos à análise de variância pelo Sistema para Análises Estatísticas (SAEG 9.1, 2007), sendo que os dados de MIP, concentração e morfologia espermática foram previamente submetidos ao teste Hartley para verificação de heterogeneidade entre as variâncias e transformados em logaritmos. As médias foram comparadas pelo teste Duncan ($P < 0,05$). Na determinação das correlações entre peso vivo, CE e parâmetros seminais foi utilizada a equação de Pearson ($P < 0,01$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso vivo médio dos animais, na idade de 20^a e 44^a semanas de idade, foi de 25,75±3,51 e 43,60±4,74 kg, enquanto que a CE, na mesma idade, foi de 21,1±1,64 cm e 25,5±1,53 cm, respectivamente. Durante o avanço da idade foi verificada uma estreita relação entre o peso vivo e a CE. A correlação entre essas duas características foi elevada e positiva ($r=0,90$), assim como entre o peso vivo e a idade ($r=0,70$) e entre a CE e a idade ($r=0,67$).

Similarmente ao que foi verificado no presente estudo, Keith *et al.* (2009) trabalhando com caprinos da raça Boer (32° N) e Raji, *et al.* (2008) com caprinos da raça Borno White (11° N) encontraram correlação elevada e positiva ($r=0,78$ e $r=0,82$, respectivamente) entre peso vivo e CE. Esses achados, analisados de forma conjunta, evidenciam que o crescimento testicular, independente da raça e da latitude, está fortemente correlacionado ao peso vivo e a idade na espécie caprina.

Ressalta-se uma relativa e coincidente estabilização nas curvas do peso vivo e CE entre a 24^a e 26^a e entre a 36^a e 40^a semana, com subsequente aceleração após essas idades, sendo que este fenômeno foi mais evidente entre a 40^a e 42^a semana (Figura 1).

A realização completa da monta, inclusive com ejaculação, ocorreu em torno da 20^a semana (145,2±9,7 dias), corroborando com os achados de Gauthier *et al.* (2001), os quais, obtiveram a primeira coleta de sêmen de caprinos nigerianos da raça Dwarf, também em torno da 20^a semana de idade. Nishimura *et al.* (2000), observaram a monta com ejaculação em caprinos japoneses da raça Tokara, mais precocemente, na 17^a semana de idade.

O desbridamento do pênis ocorreu em média aos 102,9±15,4 dias de idade, embora a exposição parcial do pênis tenha sido verificada em alguns animais com menor idade. Eloy e Santa Rosa (1998), trabalhando com caprinos da Raça Moxotó, observaram que o desbridamento ocorreu entre os 119-126 dias de idade, portanto, mais tardiamente que nos animais do presente estudo.

O volume médio do ejaculado elevou de forma progressiva com o avanço da idade ($P<0,05$), sendo de 0,38±0,05 mL à 20^a semana de idade e 0,96±0,09 mL à 44^a semana (Tabela 1). Valores semelhantes foram encontrados por Abi Saab *et al.* (1997), os quais observaram um volume médio do ejaculado de 0,5±0,1 mL, em caprinos libaneses da Raça Baladi com idade média de 23 semanas de idade. Esses autores observaram, ainda, que os animais submetidos a dietas com baixo nível proteico apresentavam redução no volume do ejaculado.

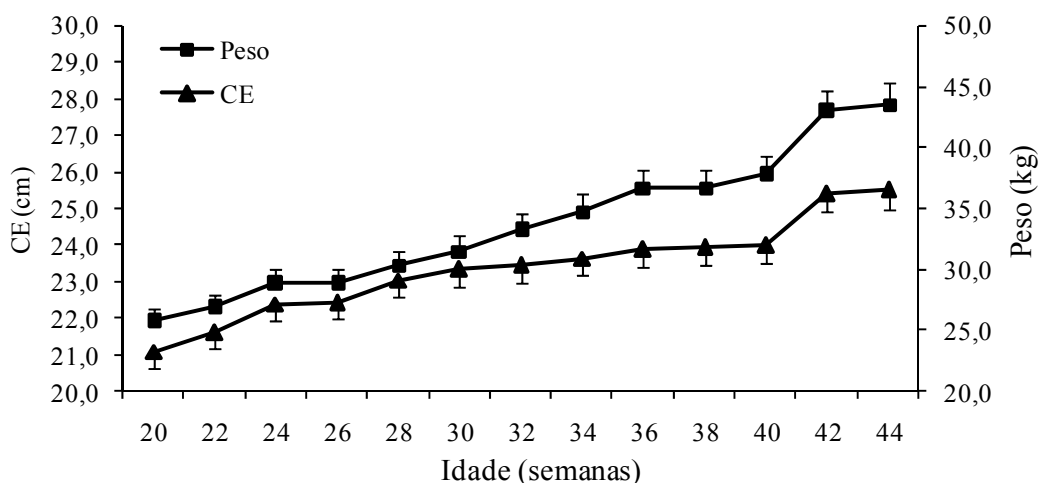


Figura 1: Valores (média \pm EP) de peso vivo (PV) e circunferência escrotal (CE) em caprinos da raça Anglonubiana, criados em sistema semi-intensivo, da 20^a a 44^a semana de idade.

No presente estudo, o volume do ejaculado apresentou correlação moderada e positiva ($r > 0,40$) com idade, peso vivo e CE ($P < 0,01$), não tendo sido encontrada correlação significativa com as demais variáveis avaliadas. Apesar dos valores significativos de correlação com algumas características, o volume do ejaculado de um indivíduo pode apresentar variações devido a vários fatores, como por exemplo, a ocorrência de ejaculações imediatamente antes da coleta para avaliação. Ou ainda, de acordo com Santos e Simplicio (2000), essa variação pode ocorrer em função da influência de fatores ambientais diversos sobre as glândulas sexuais acessórias, as quais são responsáveis por 95% do volume total do ejaculado.

O aspecto do sêmen apresentou-se predominantemente aquoso e leitoso, da 20^a até a 32^a semana de idade, sendo que, a partir da 33^a semana, 100% dos ejaculados adquiriram o aspecto cremoso (Tabela 1).

O aspecto mostrou correlação elevada e positiva ($P < 0,01$) com a concentração espermática ($r = 0,63$) e moderada com MM ($r = 0,58$) e MIP ($r = 0,48$). A correlação significativa entre o aspecto e a concentração foi relatada por Gonçalves *et al.* (2002), os quais observaram, que o sêmen de aspecto aquoso, era inapropriado para inseminação artificial devido à baixa concentração de espermatozoides.

A concentração espermática elevou gradualmente com o avanço da idade até a 36^a semana, tendo sido verificados valores de $1,33 \pm 0,64 \cdot 10^9$ spztz.mL⁻¹ na 20^a semana e de $3,54 \pm 0,14 \cdot 10^9$ spztz.mL⁻¹ na 36^a semana de idade ($P < 0,05$). A partir desta idade a concentração permaneceu estável, sendo este valor, de acordo com Castelo *et al.* (2008), considerado adequado para espécie caprina (Tabela 1).

A elevação da concentração espermática, em função da idade, está diretamente relacionada ao crescimento do parênquima testicular. De acordo com Aguiar *et al.* (2006), o rápido crescimento testicular, durante a puberdade, é devido à expansão do diâmetro dos túbulos

seminíferos, em consequência da proliferação das células germinativas e diferenciação das células de Sertoli. Desta forma, considerando que cada espermatogônia é potencialmente capaz de produzir até 64 espermátides (RUSSEL, 1980), um maior número de espermatogônias proporciona um ejaculado com maior concentração espermática.

Os valores de correlação entre a concentração espermática e os demais parâmetros analisados foram variáveis, sendo positivos com valores altos e moderados para aspecto, MM, MIP, idade, vigor e PV ($P < 0,01$). Não foi verificada correlação significativa entre a concentração e o volume do ejaculado.

Tabela 1: Aspecto, volume do ejaculado e concentração espermática, em caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo, da 20^a a 44^a semana de idade.

Idade (semanas)	Aspecto (%)			Volume (mL)	Concentração espermática (x 10 ⁹ spztz.mL ⁻¹)
	Aquoso	Leitoso	Cremoso		
20 ^a	42%	42%	16%	0,38±0,05 ^c	1,33±0,64 ^c
22 ^a	30%	50%	20%	0,36±0,07 ^c	2,12±0,72 ^{bc}
24 ^a	30%	35%	25%	0,44±0,14 ^c	2,59±0,12 ^{ab}
26 ^a	20%	50%	30%	0,45±0,07 ^c	2,54±0,32 ^{ab}
28 ^a	20%	40%	40%	0,43±0,07 ^c	2,73±0,36 ^{ab}
30 ^a	5%	30%	65%	0,48±0,09 ^c	2,76±0,46 ^{ab}
32 ^a	-	20%	80%	0,54±0,07 ^{bc}	2,91±0,34 ^{ab}
34 ^a	-	-	100%	0,53±0,07 ^{bc}	3,19±0,35 ^{ab}
36 ^a	-	-	100%	0,61±0,11 ^{abc}	3,51±0,27 ^a
38 ^a	-	-	100%	0,65±0,13 ^{abc}	3,55±0,27 ^a
40 ^a	-	-	100%	0,63±0,09 ^{abc}	3,63±1,10 ^a
42 ^a	-	-	100%	0,75±0,13 ^{ab}	3,62±0,34 ^a
44 ^a	-	-	100%	0,96±0,04 ^a	3,54±0,14 ^a

^{abc} Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste Duncan ($P < 0,05$).

A MM variou de 1,81±0,54 na 20^a semana para 4,6±0,24 na 44^a semana de idade (Figura 2), sendo observado um incremento expressivo nessa característica da 20^a para 22^a semana de idade ($P < 0,05$), quando foi alcançado o escore mínimo ($\geq 3,0$) recomendável pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal - CBRA (HENRY; NEVES, 1998).

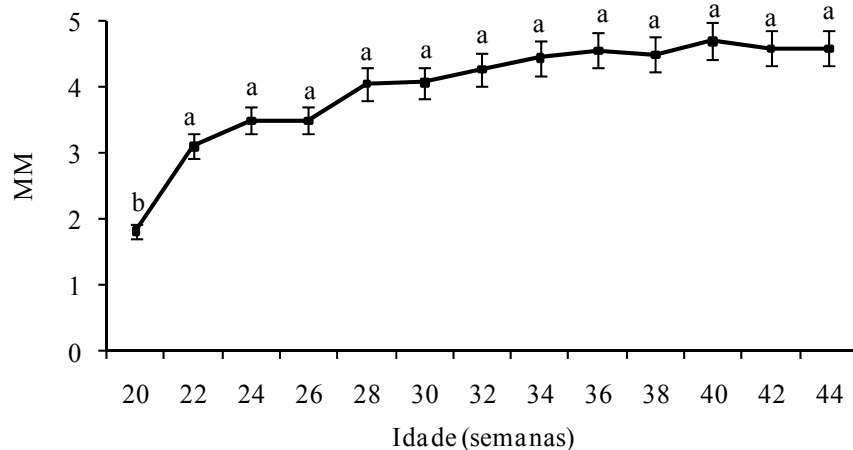


Figura 2 – Valores (média±EP) de Motilidade Massal (MM) em caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo, da 20^a a 44^a semana de idade.

O vigor foi a característica que apresentou menor variação, não sendo observada diferença significativa entre as médias com o avanço da idade ($P < 0,05$). Apesar dos valores extremos de $3,7 \pm 0,54$ e $5,0 \pm 0,0$ na 20^a e na 44^a semana, respectivamente, o escore $\geq 4,0$ foi alcançado a partir da 24^a semana de idade (Figura 3).

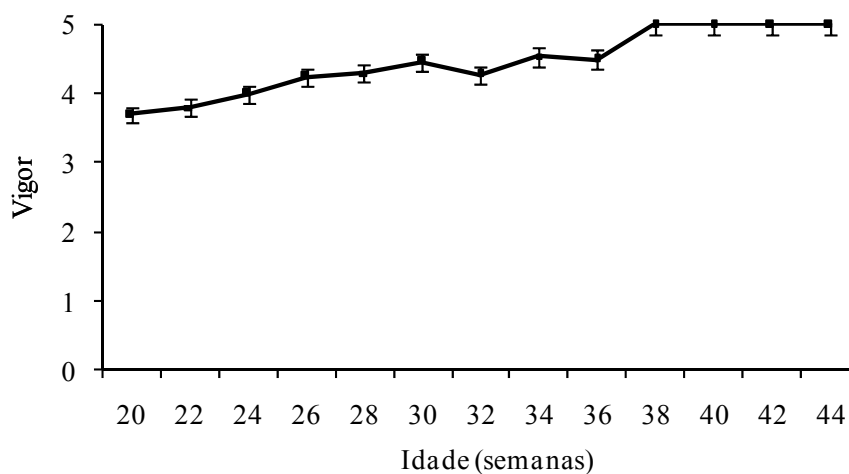


Figura 3 – Valores (média±EP) de vigor das células espermáticas em caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo, da 20^a a 44^a semana de idade.

A MIP teve uma expressiva variação com avanço da idade, sendo de $48,0 \pm 10,52\%$ na 20^a semana e $82,0 \pm 3,74\%$ na 44^a semana de idade ($P < 0,05$). O escore mínimo de 70%, recomendável pelo CBRA (HENRY; NEVES, 1998), foi alcançado a partir da 38^a semana de idade (Figura 4).

Os parâmetros seminais da MIP, vigor e motilidade massal apresentaram uma correlação positiva e elevada entre si, variando de 0,70 a 0,82. Esses resultados foram superiores aos

achados de Martins *et al.* (2003), os quais, estudando características seminais na espécie ovina, encontraram correlações entre esses parâmetros variando de 0,54 a 0,79.

Em todos os parâmetros seminais, especialmente, os qualitativos foram verificadas eventuais e expressivas variações individuais, entretanto, essas oscilações foram gradualmente reduzidas com o avanço da idade. Esse fenômeno parece ser comum também em outras espécies, uma vez que Silva *et al.* (2002) e Souza *et al.* (2009), trabalhando com bovinos e ovinos jovens, respectivamente, constataram que, os indivíduos apresentavam variações consideráveis nos parâmetros seminais.

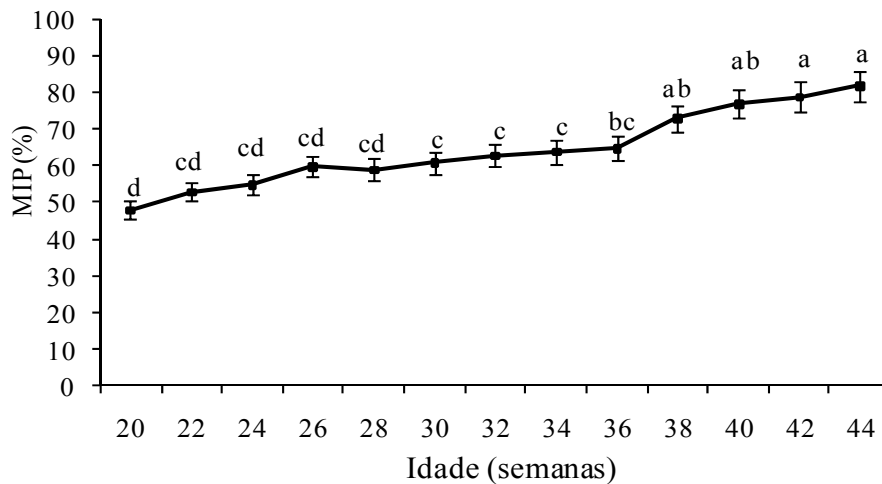


Figura 4 – Valores (média±EP) de Motilidade Individual Progressiva (MIP) em caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo, da 20^a a 44^a semana de idade.

Da 20^a a 44^a semana de idade, o número de células com defeito foi reduzido de $32,17 \pm 5,82\%$ na 20^a semana para $8,80 \pm 2,96\%$ na 44^a semana ($P < 0,05$). Da 20^a à 24^a semana de idade os defeitos maiores representaram 65% dos defeitos totais, sendo os espermatozoides decapitados, defeitos de acrossoma, “dags” e gota citoplasmática proximal (GCP), os defeitos mais frequentes nessa idade. Os ejaculados alcançaram, em relação aos defeitos totais, a qualidade recomendável pelo CBRA ($< 20\%$), na 26^a semana de idade (Tabela 2).

De acordo com Pacheco *et al.* (2007), os defeitos maiores são aqueles originados nos testículos ou nos epidídimos, podendo, ser relacionados a uma espermatogênese imperfeita, e que, no presente estudo certamente teve como causa a imaturidade reprodutiva.

Em relação aos defeitos menores, houve uma considerável redução da 20^a para 34^a semana de idade ($P < 0,05$), com posterior estabilização dos valores. O defeito menor mais freqüente foi a cauda dobrada, seguido de cauda enrolada e gota citoplasmática distal (GCD). As patologias espermáticas de cauda (dobrada ou enrolada), de acordo com Barth e Oko (1989), podem ser decorrentes de falhas na termorregulação, degeneração testicular, condições hipoosmóticas ou falhas no trânsito epididimário. De maneira semelhante ao que foi observado por Folhadella *et al.* (2006), trabalhando com a espécie bovina, no presente estudo, a elevada

prevalência das patologias de cauda, assim como a de GCD, pôde ser associada à imaturidade sexual.

Tabela 2: Morfologia espermática com defeitos maiores (DMAI), menores (DMEN) e totais (DTOT), em caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo, da 20^a a 44^a semana de idade.

Idade (semanas)	DMAI ($\mu \pm EP$)	DMEN ($\mu \pm EP$)	DTOT ($\mu \pm EP$)
20 ^a	18,92±3,47 ^a	13,25±2,63 ^a	32,17±5,82 ^a
22 ^a	15,90±5,99 ^a	9,80±3,61 ^{ab}	25,70±9,58 ^{ab}
24 ^a	14,75±1,38 ^{ab}	6,50±2,02 ^{ab}	21,25±2,49 ^{ab}
26 ^a	12,75±1,98 ^{ab}	6,83±1,35 ^{ab}	19,58±2,35 ^{ab}
28 ^a	11,60±1,26 ^{ab}	5,33±0,85 ^{bc}	16,93±1,56 ^{ab}
30 ^a	10,86±2,73 ^{ab}	5,14±1,45 ^{bc}	16,00±3,62 ^{bc}
32 ^a	11,31±1,15 ^{ab}	4,87±2,58 ^{bc}	16,18±2,72 ^{bc}
34 ^a	10,73±2,70 ^{ab}	2,64±0,75 ^{cd}	13,37±2,82 ^c
36 ^a	10,17±2,86 ^{ab}	2,33±0,49 ^{cd}	12,50±2,84 ^c
38 ^a	10,40±0,98 ^{ab}	3,40±1,50 ^{cd}	13,80±2,03 ^c
40 ^a	10,70±2,96 ^{ab}	2,50±0,67 ^{cd}	13,20±3,48 ^c
42 ^a	6,90±1,31 ^b	1,60±0,58 ^d	8,50±1,40 ^d
44 ^a	7,40±3,14 ^b	1,40±0,60 ^d	8,80±2,96 ^d

^{abc} Médias seguidas de letra diferente na coluna diferem entre si pelo teste Duncan ($P < 0,05$).

No que se refere à correlação entre a morfologia espermática e os parâmetros avaliados, a exceção do volume, os valores verificados foram negativos e significativos ($P < 0,01$) com todos os demais, sendo a correlação mais baixa ($r = -0,39$) com o vigor e a mais alta ($r = -0,64$) com a MM (Tabela 3).

Os níveis séricos de testosterona oscilaram com a idade, apresentando baixos valores na 20^a semana, valores elevados na 28^a semana e novamente baixos concentração na 38^a semana de vida ($P < 0,05$). Na 20^a e na 38^a semanas, os níveis séricos variaram de 0,9 a 5,4 ng.mL⁻¹, enquanto que, na 28^a semana, variaram de 2,6 a 14,2 ng.mL⁻¹ (Tabela 4). Esses resultados foram bastante semelhantes aos valores encontrados por Eloy e Santa Rosa (1998), os quais, monitorando caprinos da raça Moxotó, verificaram um aumento nos níveis de testosterona da 10^a para 18^a semana de idade, cujos valores foram de 3,02 e 5,52 ng.mL⁻¹, respectivamente.

De acordo com Nishimura *et al.* (2000) e Moura *et al.* (2002), a reativação das células de Leydig associada à proliferação das células germinativas são eventos fisiológicos essenciais para o alcance da puberdade. Nishimura *et al.* (2000) relatam que o desenvolvimento completo do epitélio seminífero em caprinos nativos japoneses é concluído em torno da 26^a semana de idade. Nesse sentido, a elevação dos níveis séricos de testosterona, verificada no presente estudo

entre a 20^a e 28^a semana de idade, pode ser compreendida como um reflexo do processo de maturação do eixo hipotalâmico-hipofisário-testicular, com maior atividade das células de Leydig, sinalizando o alcance da puberdade.

Tabela 3 – Coeficientes de correlação entre idade, peso vivo, circunferência escrotal e parâmetros seminais em caprinos da raça Anglonubiana criados em condições semi-intensivas.

Características ¹	PESO	CE	VOL	ASPEC	MM	MIP	VIGOR	CONC	PED
IDADE	0,70*	0,67*	0,45*	0,42*	0,50*	0,34*	0,32*	0,37*	-0,46*
PESO	-	0,90*	0,41*	0,28*	0,35*	0,26*	0,23*	0,31*	-0,41*
CE		-	0,43*	0,28*	0,37*	0,22*	0,25*	0,22*	-0,51*
VOL			-	-0,07	-0,04	-0,04	-0,06	-0,13	-0,09
ASPEC				-	0,58*	0,48*	0,40*	0,63*	-0,45*
MM					-	0,74*	0,70*	0,60*	-0,64*
MIP						-	0,82*	0,47*	-0,47*
VIGOR							-	0,33*	-0,39*
CONC								-	-0,43*

¹ CE = circunferência escrotal; VOL= volume; ASPEC=aspecto; MM = movimento (ou motilidade) massal; MIP = movimento individual progressivo; CONC= concentração espermática; PED= percentual de espermatozóides com defeitos. * P<0,01.

De acordo com Nishimura *et al.* (2000) e Moura *et al.* (2002), a reativação das células de Leydig associada à proliferação das células germinativas são eventos fisiológicos essenciais para o alcance da puberdade. Nishimura *et al.* (2000) relatam que o desenvolvimento completo do epitélio seminífero em caprinos nativos japoneses é concluído em torno da 26^a semana de idade. Nesse sentido, a elevação dos níveis séricos de testosterona, verificada no presente estudo entre a 20^a e 28^a semana de idade, pode ser compreendida como um reflexo do processo de maturação do eixo hipotalâmico-hipofisário-testicular, com maior atividade das células de Leydig, sinalizando o alcance da puberdade.

Por outro lado, a subsequente redução dos níveis séricos de testosterona após alcance do pico, verificada no presente estudo, também foi observada em caprinos Moxotó por Eloy e Santa Rosa (1998), cujos valores decresceram de 5,52 para 2,78 ng.ml⁻¹ da 18^a para a 28^a semana de idade, respectivamente. De acordo com Amann e Shanbacher (1983), a elevada concentração periférica de testosterona, por meio de retroalimentação negativa sobre o hipotálamo, reduz a produção de GnRH, que por efeito cascata, reduz a liberação hipofisária de LH, diminuindo o estímulo sobre as células de Leydig, as quais reduzirão a produção de testosterona.

Tabela 4- Níveis séricos de testosterona em diferentes idades em caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo.

Idade (semanas)	Concentração de testosterona (ng/mL ⁻¹)		
	Mínima	Máxima	Média
20 ^a	0,9	4,1	2,7±1,4 ^b
28 ^a	2,6	14,2	8,5±4,6 ^a
38 ^a	0,4	5,4	2,2±2,2 ^b

^{ab} Médias seguidas de letra diferente na coluna diferem entre si pelo teste Duncan ($P < 0,05$).

Em uma análise geral dos resultados obtidos, foi possível verificar que na 20^a semana de idade a CE foi equivalente a 83% da CE de um animal adulto, cujo valor médio é 27 cm para a raça Anglonubiana (ELOY *et al.*, 1986). Nessa mesma idade, entretanto, o ejaculado apresentou características seminais aquém do mínimo desejável. Desta forma, os animais alcançaram os pré-requisitos mínimos exigidos pelo CBRA a partir da 36^a semana de idade, sendo a MIP, o parâmetro mais tardio a alcançar o valor desejável para o alcance de índice satisfatório de fertilidade.

5. CONCLUSÕES

Caprinos da raça Anglonubiana, criados sob sistema semi-intensivo no Nordeste brasileiro, apresentam potencial para fertilização a partir da 14^a semana de idade, quando ocorre o desbridamento do pênis, sendo, portanto, a idade indicada para proceder à separação dos sexos.

Por outro lado, a despeito da potencialidade para fertilização em idade mais jovem, os caprinos Anglonubianos devem ser utilizados em programas reprodutivos a partir da 38^a semana de idade, quando apresentam os parâmetros seminais adequados para alcance de níveis satisfatórios de fertilidade.

A concentração sérica de testosterona apresenta uma relação estreita com a idade, apresentando níveis plasmáticos crescentes em torno da puberdade e subsequente redução com o alcance da maturidade sexual em caprinos Anglonubiana.

REFERÊNCIAS

- ABI SAAB, S.; SLEIMAN, F.T.; NASSAR, K.H.; CHEMALY, I.; EL-SKAFF, R. Implication of high and low protein levels on puberty and sexual maturity of growing male kids. **Small Ruminants Research**, v.25, p.17-22, 1997.
- AGUIAR, G.V.; ARAÚJO, A.A.; MOURA, A.A.A. Desenvolvimento testicular, espermatogênese e concentrações hormonais em touros Angus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1629-1638, 2006.
- AHMAD, N.; NOAKES, D.E.; WILSON, C.A. Secretory profiles of LH and testosterone in pubescent male goat kids. **Small Ruminants Research**, v.21, p 51-56, 1996.
- ALVES, D.; PEÑA-ALFARO, C.E.; LEITE, S.V.F.; NASCIMENTO, S.B.; SANTOS, F.C.B.; BAKKE, O.A. Comportamento sexual de caprinos da raça Boer submetido a regime intensivo de coleta de Sêmen. **Agropecuária Científica do Semi-Árido** v.2, n.1, p. 55-61, 2006.
- AMANN, R.P.; SCHANBACHER, B.D. Physiology of Male Reproduction. **Journal of Animal Science**, v.57, sup. 2, p.380-403, 1983.
- BARBOSA, O.R.; TUTIDA, L.; HUBLER, M.R.N.O; AKIMOTO, L.S.; MORAES, G.V. Influência das estações do ano nas concentrações séricas de 3,5,3'triiodotironina (T3), tiroxina (T4) e testosterona (Tes) de carneiros. **Acta Scientiarum**, v.21, n.3, p.599-605, 1999.
- BARTH, A.D.; OKO, R.J. Abnormal Morphology of Bovine Spermatozoa. **Iowa State University Press/Ames**, 1ª Ed., USA, p. 130-192, 1989.
- BERGMANN, J.A. Indicadores de Precocidade Sexual em Bovinos de Corte. In: Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas, 3, 1998, Uberaba. **Anais ...** Uberaba: ABCZ, 1998. p. 145-155.
- BLOOM, E. The ultrastructure of some characteristic sperm defects and proposal for a new classification of the Bull spermogram. **Nordic Veterinary Medicine**, v.25, p.383-391, 1973.
- CASTELO, T.S.; FROTA, T.R.; SILVA, A.R. Considerações sobre a criopreservação de sêmen de caprinos. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.3, p.67-75, 2008.
- CHACUR, M.G.M.; SIRCHIA, F.P.; ZERBINATTI, E.P.; KRONKA, S.N.; OBA, E. Relação entre circunferência escrotal, libido, hormônios e característica de sêmen em touros Brangus e Pardo-Suiço. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.35, n.2, p.173-179, 2007.
- CHEMINEAU, P.; CAGNIÉ, Y. Collection and preservation of spermatozoa. In CHEMINEAU, P.; CAGNIÉ, Y.; GUÉRIN, Y.; ORGEUR, P.; VALLET, J.C. (Ed.) **Training manual on artificial insemination in sheep and goats** **Animal Reproduction Science**, 1.ed. FAO, 1991.p115-157.
- CHEMINEAU, P.; MALPAUX, B. ; DELGADILLO J. A.; GUÉRIN, Y.; RAVAUULT, J. P.; THIMONIE R J.; PELLETIER, J. Control of sheep and goat reproduction: use of light and melatonin. **Animal Reproduction Science**, v.30, p157-184, 1992.
- COSTA, D.S.; PAULA, T.A.R. Espermatogênese em mamíferos. **Scientiae Vila Velha (ES)**, v.4, n. 1/2, p.53-72, 2003.

- COSTA, D.S.; SILVA, J.F.S. Wild Boars (*Sus scrofa scrofa*) seminiferous tubules morphology. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.49, n.5, p.739-745, 2006.
- COSTA, R.G.; ALMEIDA, C.C.; PIMENTA FILHO, E.C.; HOLANDA JÚNIOR, E.V.; SANTOS, N.M. Caracterização dos rebanhos caprinos e ovinos na região semi-árida do Estado da Paraíba. **Revista Científica Produção Animal**, v.9, n.2, p.127-136, 2007.
- DARAMOLA, J.O.; ADELOYE, A.A.; FATOBA, T.A.; SOLADOYE, A.O. Induction of puberty in West African Buck-kids with exogenous melatonin. **Livestock Research for Rural Development**, v.19, n.9, p. 90-97, 2007.
- DE JONGE, C.L. ; BARRATT. C.L.R **The Sperm Cell**. 1ed. Cambridge University Press, p.1-31, 2006.
- DE LA VEGA, A.C.; MORALES, P.; ZIMERMAN, M.; WILD, O. Variación anual de La circunferência escrotal em caprinos Criollos Serranos. **Archivos de Zootecnia**, v.55, n. 209, p 113-116, 2006.
- DELGADILLO, J.A.; DE SANTIAGO-MIRAMONTES, M.A.; CARILLO, E. Season of birth modifies puberty in female and male goats raised under subtropical conditions. **The Animal Consortium**, v.1, n.6, p.858-864, 2007.
- ELOY, A.M.X; LIMA, C.T.F; OLIVEIRA, M.A.L. Aspectos andrológicos em caprinos da raça Anglonubiana. **Caderno Ômega**, v.2, p.17-32, 1986.
- ELOY, A.M.X.; SANTA ROSA, J.S. Perfis plasmáticos de testosterone durante a puberdade de machos caprinos da raça moxotó. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n. 10, p. 1645-1652, 1998.
- EVANS, G. ; MAXWELL, W. **Inseminacion artificial de ovejas e cabras**. Zaragoza (España). Editorial Acribia S. A. 1990.
- FOLHADELLA, I.M.; SÁ, W.F.; FERREIRA, A.M.; CAMARGO, L.S.A.; VIANA, J.H.M.; RAMOS, A.A.; SILVA, M.V.G.B. Características andrológicas de touros da raça Gir. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.809-815, 2006.
- GAUTHIER, M.; PIERSON, J.; DROLET, M.; BATHIA, B.; BALDASSARE, H.; KEEFER, C.L. Sexual maturation and fertility of male Nigerian Dwarf Goat (*Capra hircus*) clones produced by somatic cell nuclear transfer. **Cloning and Stem Cells**, v.3, n.3, p.151-163, 2001.
- GOEL, A.K.; KHARCHE,S.D. Advances in reproductive techniques in goats – A review. **The Indian Journal of Small Ruminants**. v. 15, n.1, p. 43-51, 2009.
- GONÇALVES, P. B. D.; FIGUEIREDO, J. R.; FREITAS, V. J. F. **Biotécnica aplicada à reprodução animal**. São Paulo: Varela, p. 15-23; 57-65; 111-23, cap. 2, 4 e 7, 2002.
- GONZALEZ, R.A.F.; LUCCI, C.S.; CORTADA, C.N.M.; MAZZA-RODRIGUES, P.H.; RODRIGUES, R.R. Efeitos do nível de nitrogênio na dieta sobre características do sêmen de ovinos **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, v.37 n.5, 2000.
- HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. Ciclos reprodutivos. In: HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. (Ed.). **Reprodução Animal**. 7 ed. Barueri: Manole, p.55-67, 2004.
- HAFEZ, E. S. E. **Reproduction in farm animals**. 7.ed. Philadelphia: Lippincott Williams &Wilkins, p. 509, 2000.

HENRY, M.; NEVES, J.P. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 2.ed. Belo Horizonte: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 1998. 49p

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Relatório de dados diários por ano**. 4º Distrito de Meteorologia, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua> Acesso em: Dez. 2009.

KEITH, L.; OKERE, C.; SOLAIMAN, S.; TILER, O. Accuracy of Predicting Body Weights from Body Conformation and Testicular Morphometry in Pubertal Boer Goats. **Research Journal of Animal Science**, v.3, n.2, p.26-31, 2009.

LEVIS, D.G. Production Management: Managing post-pubertal boars for optimum fertility. **Swine Medicine**. p. 17-23, 1997.

LOUVANDINI, H.; MCMANUS, C.; MARTINS, R. D.; LUCCI C. M.; CORRÊA, P. S. Características biométricas testiculares em carneiros Santa Inês submetidos a diferentes regimes de suplementação protéica e tratamentos anti-helmínticos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 3, p. 638-647, jul./set. 2008

LUZ, S.L.N.; NEVES, J.P.; GONÇALVES, P.B.D. Parâmetros utilizados na avaliação do sêmen congelado ovino para inseminação laparoscópica. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.37, n.2, 2000.

LIMA, F. P. C.; MARQUES JÚNIOR, A. P. ; BERGMANN, J. A. G. Caracterização andrológica e zootécnica de touros nelore (*Bos taurus indicus*) à puberdade. In: XVII congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 2007, Curitiba. **Anais ...** Belo Horizonte: Colegio Brasileiro de Reprodução Animal, 2007. v. 1. p. 41-41.

MANCIO, A.B.; SANTIAGO, L.L.; GOES, R.H.T; MARTINS, L.F.; CECON, P.R. Perímetro scrotal e idade à puberdade em ovinos Merino Australiano submetidos a diferentes regimes alimentares. **Acta Animal Science**, v.27, n.4, p.449-457, 2005.

MARTINS, R.D.; MCMANUS, C.; CARVALHEDO, A.S.; BORGES, H.V.; SILVA, A.E.D.F.; SANTOS, N.R. Avaliação da sazonalidade reprodutiva de carneiros Santa Inês criados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1594-1603, 2003.

MATOS, D.L.; ARAÚJO, A.A.; ROBERTO, I.G.; TONIOLLI, R.; Análise computadorizada de espermatozoides: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.32, n.4, p.225-232, 2008.

MEKASHA, Y.; TEGEGNE, A.; RODRIGUEZ-MARTINEZ, H. Sperm morphological attributes in indigenous male goats raised under extensive husbandry in Ethiopia. **Animal Reproduction**, v.4, n 1/2, p.15-22, 2007.

MIES FILHO, A. **Inseminação artificial**. 6 ed. Porto alegre: Sulina, v.2, 750p. 1987.

MONTEIRO, G.A.; GUAISTI, P.N.; PAPA, F.O. Colheita e preservação de células espermáticas de garanhões recuperadas da cauda do epidídimo. **Veterinária e Zootecnia**, v.16, n.3, p.448-458, 2009.

MOREIRA, E.P.; MOURA, A.A.A.; ARAÚJO, A.A. Efeitos da insulação escrotal sobre a biometria testicular e parâmetros seminais em carneiros da Raça Santa Inês criados no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p. 1704-1711, 2001.

MOURA, A.A.A.; RODRIGUES, G.C.; MARTINS FILHO, R.; Desenvolvimento ponderal e testicular, concentrações periféricas de testosterona e características de abate em touros da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.934-943, 2002.

NISHIMURA, S.; OKANO, K.; YASUKOUCHI, K.; GOTOH, T.; TABATA,S.; IWAMOTO, H. Testis developments and puberty in the male Tokara (Japanese native) goat. **Animal Reproduction Science**. v.64, p.127-131, 2000.

OLIVEIRA, A.N. **Desempenho e características da carcaça de caprinos mestiços Anglo Nubianos, Boer e caprinos sem padrão racial definido em pastagem e em confinamento**. Fortaleza: UFC, 2006. 123 p. (tese de doutorado).

PACHECO, A.; MADELLA OLIVEIRA, A.F.; QUIRINO, C.R.;VIEIRA LANDIM.Características de carneiros da raça Santa Inês na pré-puberdade, puberdade e pós-puberdade. **Ars Veterinária**, v.25, n.2, 2009.

PACHECO, A; QUIRINO, C.R.; SILVA, J.F.S; CUNHA, I.C.N; BUCHER, C.H. Efeito da idade e de fazenda sobre as características seminais e perímetro escrotal em touros da raça Guzerá criados no norte e noroeste do Rio de Janeiro/Brasil, **Asociación Latinoamericana de Producción Animal**, v.15, n.4, p.157-164, 2007.

PORTO, M.O.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; SALES, M.F.L.; COUTO, V.R.M. Fontes de energia em suplementos múltiplos para bezerras Nelore em *creepfeeding*: desempenho produtivo, consumo e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p. 1329-1339, 2009.

PEÑA, C.D.O.; QUEIROZ, S.A.; FRIES, L.A. Comparação entre critérios de seleção de precocidade sexual e a associação destes com características de crescimento em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.30, v.1, p.93-100, 2001.

PEREIRA, V.M.C.; ALENCAR, M.M.; BARBOSA, R.T. Estimativas de parâmetros genéticos e de ganhos direto e indireto à seleção para características reprodutivas e de crescimento em um rebanho da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1029-1036, 2007.

RAJI, A.O.; IGWEBUIKE, J.U; ALIYU, J. Testicular Biometry And Its Relationship With Body Weight Of Indigenous Goats In A Semi Arid Region of Nigeria. **Journal of Agricultural and Biological Science**, v.3, n.4, p.6-9, 2008.

RIBEIRO, H.F.L.; SOARES, A.O.; ROLIM FILHO, S.T., VALE, W.G.; BARBOSA, E.M. Correlação da circunferência escrotal, perímetro torácico, peso, idade à puberdade e maturidade sexual em búfalos (*Bubalus bubalis*) na Região Amazônica. **Anais ...** Belo Horizonte: Colegio Brasileiro de Reprodução Animal, 2007. v. 1. p. 51-51.

RUSSELL, L. D.; GRISWOLD, M. D. (Ed) **The Sertoli cell**. Clearwater, Florida: Cache River Press, 1993.

RUSSEL, L. D. Sertoli-germ cell interrelations-a review. **Gamete Reseach**.,v. 3, p. 179-202, 1980.

- SALVIANO, M.B.; SOUZA, J.A.T. Avaliação andrológica e tecnologia do sêmen caprino. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.32, n.3, p.159-167, 2008.
- SANTOS, A.D.F.; TORRES, C.A.A.; FONSECA, J.F.; BORGES, A.M.; COSTA, E.P.; GUIMARÃES, J.D.; ROVAY, H. Parâmetros reprodutivos de bodes submetidos ao manejo de fotoperíodo artificial. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V. 35, n.5, p.1926-1933, 2006.
- SANTOS, D.O.; SIMPLÍCIO, A.A. Parâmetros escroto-testiculares e de sêmen em caprinos adultos submetidos a insulação escrotal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1835-1841, 2000.
- SANTOS, F.C.B; SOUZA, B.B.; PEÑA ALFARO, C.E.; CEZAR, M.F.; PIMENTA FILHO, E.C.; ACOSTA, A.A.A.; SANTOS, J.R.S. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste Brasileiro. **Ciências Agrotécnicas**, v.29, n.1, p.142-149, 2005.
- SILVA, A.E.D.F.; UNANIAN, M.M.; CORDEIRO, C.M.T.; FREITAS, A.R. Relação da Circunferência Escrotal e Parâmetros da Qualidade do Sêmen em Touros da Raça Nelore, PO. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1157-1165, 2002.
- SILVA, G.A.; SOUZA, B.B; ALFARO, C.E.P; SILVA, E.M.N; AZEVEDO, S.A.; AZEVEDO NETO, J.; SILVA, R.M.N. Efeito da época do ano e período do dia sobre os parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.4, p.903-909, 2006.
- SOUSA, W.H. Programa de melhoramento dos caprinos de corte no Nordeste do Brasil e suas perspectivas. In: Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, 4, 2002, Campo Grande. **Anais ... Campo Grande**, 2002.
- SOUZA, A.F.; GUERRA, M.M.P.; BATISTA, A.M.; MERGULHÃO, F.C.C.; NEVES, A.C.; WISCHRAL, A. Congelação de sêmen caprino utilizando os crioprotetores glicerol e etilenoglicol. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Supl. 5, p. 103 105, 2002.
- SOUZA, C.E.A; ARAÚJO, A.A.; OLIVEIRA, J.T.A; LIMA SOUZA, A.C.; NEIVA, JNM; MOURA, A.A.A. Reproductive Development of Santa Inês Rams During the First Year of Life: Body and Testis Growth, Testosterone Concentrations, Sperm Parameters, Age at Puberty and Seminal Plasma Proteins. **Reproduction in Domestic Animals**, v.44, n.6, p.1-10, 2009.
- SOUZA, C.E.A.; MOURA, A.A.A.; OLIVEIRA, J.T.A.; ARAÚJO, A.A., LIMA, A.C.B.; NEIVA, J.N.M. Características reprodutivas, concentração de proteínas seminais e testosteronemia de carneiros Santa Inês durante o primeiro ano de vida. In: Reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 4, 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2000.
- UNANIAN, M.M; SILVA, A.E.D.F.; McMANUS, C.; CARDOSO, E.P. Características Biométricas Testiculares para Avaliação de Touros Zebuínos da Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.136-144, 2000.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG 9.1: Sistema de Análises Estatística**. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 2007. (CD-ROM).
- VALENTIM, R.; TEIXEIRA, A.; AZEVEDO, J.; CORREIA, T.M.; ALMEIDA, J.C. Determinação da idade à puberdade fisiológica dos borregos da raça Churra Galega Bragançana. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, v.1, n.1, p.117-129, 1994.

VIU, M.A.O; MAGNABOSCO, C.U.; FERRAZ, H.T.;GAMBARINI, M.L.; OLIVEIRA FILHO, B.D.; LOPES, D.T.; VIU A.M.F. Desenvolvimento ponderal, biometria testicular e qualidade seminal de toros Nelore (*Bos taurus indicus*) criados extensivamente na Região Centro-Oeste do Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v.11, n.3, p.53-57, 2006.

XAVIER, G.C.; MAYMONE, A.C.M; SOARES, P.C.; SILVA JUNIOR, V.A.; GUERRA, M.M.P. Suplementação dietética com Selênio e Vitamina E nos parâmetros seminais de caprinos induzidos à insulação escrotal. **Acta Animal Science**, v.30, n.1, p. 103-111, 2008.