

LINA ROSA CARAZO BUSTAMANTE

**PARÂMETROS REPRODUTIVOS EM BODES DA RAÇA ALPINA DO  
NASCIMENTO À MATURIDADE SEXUAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL

2012

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C262p  
2012

Carazo Bustamante, Lina Rosa, 1984-  
Parâmetros reprodutivos em bodes da raça Alpina do  
nascimento à maturidade sexual / Lina Rosa Carazo  
Bustamante. – Viçosa, MG, 2012.  
xv, 71f. : il. ; (algumas col.) ; 29cm.

Inclui anexos.

Orientador: José Domingos Guimarães.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 55-69.

1. Caprino - Reprodução. 2. Biometria. 3. Testículos.  
4. Ultrassonografia. 5. Sêmen. 6. Fotoperíodo.

I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 636.39082

LINA ROSA CARAZO BUSTAMANTE

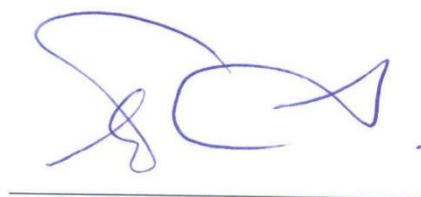
**PARÂMETROS REPRODUTIVOS EM BODES DA RAÇA ALPINA DO  
NASCIMENTO À MATURIDADE SEXUAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

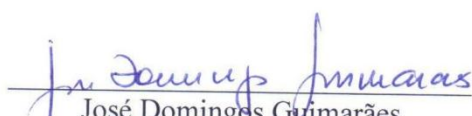
APROVADA: 30 de julho de 2012.



Ciro Alexandre Alves Torres



Eduardo Paulino da Costa  
(Coorientador)



José Domingos Guimarães  
(Orientador)

*"Você pode encarar um erro como uma besteira  
a ser esquecida, ou como um resultado  
que aponta uma nova direção".*

*Steve Jobs.*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Maria Victoria e Nicanor pela amizade e apoio incondicional dia a dia, pelas risadas e choros que fizeram de mim uma mulher mais forte, meu amor por vocês é infinito!

Ao meu marido Danilo pela companhia, amizade, amor e paciência durante este tempo.

Aos meus irmãos Nicanor e Bianca pelas brincadeiras e apoio.

Ao meu orientador José Domingos Guimarães, pela confiança e oportunidade de me tornar uma melhor profissional.

Aos meus avós Carlos (*in memoriam*), Elibeth, Ety e Nicanor vocês foram fundamentais na minha vida, obrigada pelo amor e ensinamentos.

À minha pequena peluda Bolinha, obrigada pela companhia nas horas de solidão e aos animais que permitiram a realização deste estudo.

Aos amigos de sempre Sara, Luz Stella, Martica, Luis Fernando Vanegas, Saul Vasquez, Cesar Vargas, Hugo Villanueva, Sabrina, família Chica, levo vocês no coração.

Às famílias Bustamante e Fernandes pela força em todo momento.

À Flávia e Damares pela ajuda no experimento e pelas horas de “relax”.

Aos meus “amiguinhos” brasileiros: Andrez, Jhennifer, Suzane, Giselle, Amadhi, João, Karoley, Diego, Humberto, obrigada pelas horas de samba, de alegria e por torcer para dar tudo certo sempre.

Ao pessoal do GERA e de outras equipes que me acolheram desde o estágio e estiveram dispostas a me ensinar e ajudar: Bruno, Erick, Bruna, João, Rogério, Lincoln, Léo, Sanely, Renan, Daniel, Madriano, Charles, Jura, Júlia, Priscilla, Ludmila, Camila, Giselle, Fábio Pieri.

Aos estagiários que me acompanharam em algum momento ou durante todo o experimento, sou muito grata: Krystel, Erly, Eduardo, Denise, Ligia, os baianos Thiago e Mateus, Klécila, Isabela, Guilherme, Débora, Barbara, Allyson, Rodrigo, Leodil, Anderson, Cinthia, Marcela, Juliana, Paula, Amanda, Natalia, Marcus Vinicius, Lydianne e em especial Wagner, Thiago e Tácio.

À comunidade Colombiana em Viçosa, em especial: Clary, Felipe, Faider, José Carlos, Rafael Otero e José Cardona.

Aos funcionários do DVT-UFV, Vavá, Sidiney, Camilin e em especial Seu Didi, obrigada pelos “papos” e cafezinhos. À Rosi e Geraldinho, funcionários excepcionais sempre dispostos a ajudar. À Margo pelas horas de diversão durante os intervalos e ao Rogerinho pela paciência, realmente os estrangeiros precisam de muitos xerox!.

Ao Prof. Eduardo Paulino pelos ensinamentos na área de reprodução e estatística além de estar sempre disposto a colaborar com o que precisar.

Aos professores Marlene e Joaquin Patarroyo pelos conselhos, apoio e solidariedade que sempre tiveram comigo.

Ao Prof. Paulo Renato dos Santos Costa por ceder a placa de vídeo para a captura das imagens ultrassonográficas.

À Prof.<sup>a</sup> Rita Flávia Miranda Oliveira Donzele pela orientação na área de bioclimatologia e por ceder o material necessário para a avaliação do micro-clima dos animais.

¡GRACIAS! - MUITO OBRIGADA!

## **BIOGRAFIA**

Lina Rosa Carazo Bustamante, filha de Nicanor Carazo Lambis e Maria Victoria Bustamante Cano, esposa de Danilo Fernandes de Oliveira, nasceu em Cartagena de Indias - Bolivar (Colômbia) em 02 de março de 1984 e residiu na mesma cidade até seus 17 anos.

Em 2002 ingressou no curso de Medicina Veterinária e Zootecnia na Fundação Universitaria San Martín (Barranquilla – Atlântico, Colômbia), para trasladar-se em 2004 à Universidad de Córdoba (Montería – Córdoba, Colômbia), graduando-se em junho de 2010.

Em Janeiro de 2009 vinculou-se como aluna especial à Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG (Brasil) e em agosto de 2010 ingressou no programa de pós-graduação em Medicina Veterinária na mesma universidade, na área de Reprodução Animal, tendo apresentado sua dissertação de Mestrado em julho de 2012.



## ÍNDICE

LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS .....	xi
RESUMO .....	xii
ABSTRACT .....	xiv
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Biometria testicular .....	3
2.2 Produção e estrutura espermática .....	4
2.3 Maturação epididimária.....	6
2.4 Eventos fisiológicos durante o desenvolvimento sexual.....	11
2.4.1 Puberdade e maturidade sexual .....	11
2.5 Avaliação da integridade funcional da membrana plasmática dos espermatozóides (Teste Hiposmótico - HOST).....	12
2.6 Efeito do clima na reprodução da espécie caprina .....	13
2.7 Ultrassonografia testicular.....	15
MATERIAL E MÉTODOS .....	18
3.1 Localização geográfica.....	18
3.2 Instalações e manejo dos animais.....	18
3.3 Coleta e avaliação de sêmen.....	19
3.4 Avaliação testicular .....	20
3.5 Parâmetros ambientais.....	22
3.6 Análises estatísticas .....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
4.1 Biometria testicular e peso corporal .....	25
4.2 Avaliação do sêmen.....	35

4.3 Variáveis climáticas .....	42
4.4 Ecotextura testicular .....	47
5. CONCLUSÃO .....	53
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
7. ANEXOS .....	70

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1:	Classificação do Índice de Temperatura e umidade (ITU).....	23
TABELA 2:	Biometrias testiculares de reprodutores caprinos da raça Alpina desde o nascimento até a maturidade sexual criados em manejo intensivo.....	26
TABELA 3:	Aspectos físicos e morfológicos do sêmen de reprodutores caprinos da raça Alpina desde a adolescência até a maturidade sexual criados em manejo intensivo.....	36
TABELA 4:	Frequência dos aspectos seminais de acordo com a idade em caprinos da raça Alpina.....	42
TABELA 5:	Características climáticas monitoradas dentro das baias dos machos caprinos da raça Alpina criados em manejo intensivo do sexto ao décimo terceiro mês de idade.....	44
TABELA 6:	Correlações entre características climáticas, medidas testiculares e peso corporal de caprinos da raça Alpina do primeiro ao décimo terceiro mês de idade criados em condições intensivas.....	46
TABELA 7:	Correlações entre parâmetros climáticos e características do sêmen fresco de caprinos da raça Alpina do primeiro ao décimo terceiro mês de idade.....	47
TABELA 8:	Ecotextura testicular (em intensidade de pixels) de caprinos da raça Alpina do sexto ao décimo terceiro mês de idade.....	48

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1:	Biometria testicular em caprinos de raça Alpina.....	21
FIGURA 2:	Análise de imagens por meio do programa ImageJ®.....	22
FIGURA 3:	Médias e desvios padrão do perímetro escrotal (cm) de caprinos da raça Alpina do primeiro ao décimo terceiro mês de idade criados em manejo intensivo.....	27
FIGURA 4:	Médias e desvios padrão da altura (cm) e peso corporal (kg) de caprinos da raça Alpina do primeiro ao décimo terceiro mês de idade criados em manejo intensivo.....	28
FIGURA 5:	Variação individual da ecotextura testicular em bodes da raça Alpina criados em condições intensivas, de abril a novembro e fotoperíodo de Viçosa-MG ao longo do ano...	50
FIGURA 6:	Imagens ultrassonográficas de testículos de caprinos de raça Alpina.....	51
FIGURA 7:	Presença de focos de fibrose em caprinos de Raça Alpina com treze meses de idade.....	51

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

- ABP = Proteína ligadora de andrógenos
- CBRA = Colégio Brasileiro de Reprodução Animal.
- cm = centímetro (s).
- cm<sup>2</sup> = centímetro (s) quadrado (s).
- DHT = 5 $\alpha$ -dihidrotestosterona.
- GnRH = hormônio liberador de gonadotropina.
- HOST = teste hiposmótico (hypoosmotic swelling test).
- IP = intensidade de pixels.
- Kg = kilograma (s).
- kDa = kilodalton.
- LH = hormônio luteinizante.
- MT = mediastino testicular.
- mOsm = miliosmoles.
- NSQs = núcleos supraquiasmáticos.
- PE = perímetro escrotal.
- % = porcentagem.
- spz = espermatozóide (s).
- SPRD = sem padrão racial definido.
- VT = volume testicular.
- x = vezes.

## RESUMO

CARAZO BUSTAMANTE, Lina Rosa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2012. **Parâmetros reprodutivos em bodes da raça Alpina do nascimento à maturidade sexual.** Orientador: José Domingos Guimarães. Coorientador: Eduardo Paulino da Costa.

Objetivou-se com este estudo avaliar os parâmetros quantitativos e qualitativos do sêmen e o desenvolvimento testicular de caprinos de raça Alpina durante os primeiros 13 meses de idade, além de verificar o efeito do clima sob as características reprodutivas avaliadas. Foram utilizados quatro animais contemporâneos desde o primeiro mês de idade, criados em regime intensivo no município de Viçosa–MG. Foram realizadas biometrias testiculares semanais desde o primeiro até o décimo terceiro mês de idade. As coletas de sêmen foram realizadas duas vezes por semana a partir dos seis meses de idade, quando os animais tinham aproximadamente 25 kg de peso corporal, para avaliação das características seminais e análise da integridade de membrana plasmática pelo teste hiposmótico (HOST). Os testículos foram avaliados a cada quinze dias por meio de imagens ultrassonográficas para avaliar a ecotextura testicular. O crescimento foi acompanhado semanalmente por meio da mensuração da altura e peso corporal. Para caracterização do micro-clima foi colocado numa das baias um termômetro de máxima e mínima além de bulbo seco e bulbo úmido para determinação do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), sendo realizadas as leituras uma vez por semana em quatro horários diferentes. O peso corporal e perímetro escrotal (PE) mostraram um comportamento linear ( $P < 0,05$ ), o último passou de  $9,9 \pm 1,2$  cm no primeiro mês para  $25,7 \pm 1,3$  cm aos treze meses de idade, sendo as variações de maior magnitude entre o primeiro e o quinto mês. O comprimento, largura e volume testicular aumentaram progressivamente até o

oitavo mês com variações nos meses seguintes. Comportamento semelhante foi observado na ecotextura testicular, que foi maior no oitavo mês, indicando que a partir dessa faixa etária ocorreram a estruturação e estabilização do parênquima testicular e as alterações nas mensurações testiculares devem-se ao aumento do comprimento dos túbulos seminíferos e às mudanças do fotoperíodo na região. O início das avaliações seminais aos seis meses de idade demonstrou que os animais se encontravam em fase de transição, entre a adolescência e a maturidade sexual, atingindo a maturidade sexual aos nove meses de idade. O HOST mostrou ser uma importante ferramenta para avaliação da integridade da membrana plasmática dos espermatozoides caprinos. Quanto aos parâmetros ambientais, por meio do ITU se verificou que os animais não ficaram em condições de estresse térmico, assim como as características reprodutivas não foram influenciadas pelos fatores do clima. A avaliação ultrassonográfica dos testículos por sua vez, mostrou-se um método eficaz capaz de detectar as mudanças no parênquima testicular ao longo do tempo e como ferramenta alternativa para diferenciação de condições normais e patológicas em caprinos.

## ABSTRACT

CARAZO BUSTAMANTE, Lina Rosa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2012. **Reproductive parameters of Alpine goats from birth to sexual maturity.** Advisor: José Domingos Guimarães. Co-advisor: Eduardo Paulino da Costa.

The objective of this study was evaluate the quantitative and qualitative parameters of semen and testicular development of Alpine goats during the first 13 months of age, and verify the effect of climate on reproductive characteristics. Four steers with similar age were used were from the first month, raised in Viçosa-MG and managed intensively. Testicular samples were collected weekly between the first and thirteenth month of age. The semen collection was performed twice a week starting at six months of age, when the animals had approximately 25 kg body weight, to assess the seminal characteristics and analysis of plasma membrane integrity by hypo-osmotic swelling test (HOST) for membrane integrity evaluation. The testes were evaluated every two weeks through ultrasound images to assess testicular echotexture. The growth was monitored weekly by measuring the height and body weight. To characterize micro-climate a maximum and minimum thermometer and a dry bulb and wet bulb, was placed in the stalls to determine the temperature and humidity index (THI). The readings were taken once a week at four different times. Body weight and scrotal circumference (SC) showed a linear course ( $P < 0.05$ ), and the latter varied from  $9.9 \pm 1.2$  cm in the first month to  $25.7 \pm 1.3$  cm at thirteenth months, and the changes of greater magnitude were between the first and fifth months. The length, width and testicular volume increased progressively until the eighth month to become unstable for the next ones. Similar behavior was observed in testicular echotexture, which was largest in the eighth month, indicating that in this age



structuring and stabilization of the testicular parenchyma occurred, and the changes in testicular measurements may be due to the increased length of the seminiferous tubules and changes in the photoperiod region. The beginning of the seminal evaluations at six months of age showed that the animals were in transition between teenage and sexual maturity, reaching sexual maturity at nine months of age. The HOST was an important tool to evaluate the integrity of goat sperm plasma membrane. The animals have not heated to thermic stress as seen by the THI index and the reproductive characteristics were not influenced by seasonal variations of the environment parameters. The testicular ultrasonography was an effective exam, capable of detecting changes in testicular parenchyma over time and as a alternative tool to differentiate normal and pathological conditions in goats.

## 1. INTRODUÇÃO

A caprinocultura tem um papel de grande relevância econômica e social no Brasil (MACHADO, 2006); o que tem levado à expansão da indústria caprina nas duas últimas décadas (FONSECA et al., 2005). O efetivo do rebanho caprino no estado de Minas Gerais em 2010 calculado pela Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) e divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foi de 118.572 cabeças, classificando-o no nono lugar. Já em 2010, a International Goat Association (IGA) relatou que o rebanho Nacional de caprinos é da ordem de 14.556.484 cabeças, sendo que 90,76% encontra-se na região Nordeste, com maior concentração nos Estados da Bahia, Pernambuco, Ceará e Piauí.

O crescimento tecnológico e o aumento da produção do mercado caprino são evidentes nas diversas regiões do Brasil (2,8% na região Norte; 3,4% na região Sudeste; 31,7% na região Sul e 5,5% na região Centro-Oeste). No Sudeste Brasileiro destaca-se a exploração de cabras com aptidão leiteira, especificamente nos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, sendo as raças Saanen, Toggenburg e Alpina, as que apresentam maior potencial de produção de leite (SILVA, 2003; LIMA, 2008; IBGE, 2008; IGA, 2010).

No entanto, nos caprinos ocorre restrição da atividade reprodutiva numa determinada época do ano, favorecendo os nascimentos em momentos onde a sobrevivência dos recém-nascidos seja garantida. Desta forma, o ciclo anual do fotoperíodo tem sido identificado nas latitudes temperadas, como o principal fator desencadeante da sazonalidade, enquanto que a temperatura ambiental, estado nutricional, interação social, data de parto e fase de lactação têm sido considerados moduladores da sazonalidade reprodutiva (AISEN, 2008; MILCZEWSKI, 2008).

Os machos caprinos da raça Alpina são sensíveis às variações sazonais ao longo do ano e apresentam mudanças nas características reprodutivas tais como o comportamento sexual, o perímetro escrotal e aspectos seminais (SANTOS et al.,

2006). Estes conhecimentos permitem melhorar o manejo tornando-o mais eficiente, para eliminar ou minimizar os efeitos ambientais, possibilitando a contínua utilização destes animais ao longo do ano, melhorando assim o aproveitamento do potencial genético.

Além das características reprodutivas, é necessário o acompanhamento do peso corporal. Embora os machos caprinos iniciem a produção de espermatozóides por volta dos 4 a 6 meses de idade, só se aconselha empregá-los na reprodução a partir dos 8 ou 9 meses, ou quando atingirem mais de 70% do peso adulto. Isto porque ainda poderá estar produzindo espermatozóides com defeitos e em concentrações inadequadas (GRANADOS et al. 2006).

Desta forma, objetivou-se com este estudo observar as variações que acontecem nos parâmetros quantitativos e qualitativos do sêmen de caprinos da raça Alpina sem experiência sexual prévia, desde a adolescência até a maturidade sexual; acompanhar o desenvolvimento testicular de caprinos da raça Alpina por meio da biometria testicular desde o nascimento até a maturidade sexual; observar as mudanças do parênquima testicular de acordo com a faixa etária por meio da ecotextura testicular e a viabilidade do uso do ultrassom na avaliação testicular e verificar o efeito do clima sobre as características reprodutivas avaliadas no presente estudo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Biometria testicular

A principal função dos testículos é a produção de espermatozóides e andrógenos. Na espécie caprina o escroto é pendular e amplamente provido de glândulas sudoríparas e sebáceas, estas características, somadas à troca de calor efetuada pelo plexo pampiniforme e a aproximação ou relaxamento dos testículos pelo *dartus*, permitem manter a temperatura testicular entre 4-7 °C abaixo da temperatura corporal, o que é indispensável para que se realize a espermatogênese (GONZÁLEZ, 2002; NUNES, 2005; MACHADO, 2006; AISEN, 2008), visto que, com elevada temperatura testicular, o metabolismo e a demanda de oxigênio pelas células dos testículos aumentariam, porém, o fluxo sanguíneo é limitado, resultando em hipóxia e redução da qualidade seminal (NASCIMENTO e SANTOS, 2003; ARTEAGA et al., 2005; MACHADO, 2006).

A mensuração dos testículos tem sido utilizada por vários pesquisadores como complemento do exame andrológico por ser um bom indicador para a classificação de reprodutores, devido à relação com alguns parâmetros seminais (AHMAD e NOAKES, 1995; DE LA VEGA et al., 2001; DE LA VEGA et al., 2006; SOUZA et al., 2011). Além disso, o desenvolvimento testicular está mais intimamente relacionado com a competência espermatogênica do que com a idade pós-natal (GOYAL et al., 1997).

A medida mais prática para avaliar o tamanho testicular é o perímetro escrotal (PE) que tem alta correlação com o volume e peso testicular, este último possui relação direta com o volume do epitélio seminífero. Portanto, o PE pode ser utilizado como um indicador da capacidade reprodutiva, espermatogênica e ainda para prever a puberdade do macho caprino (NISHIMURA et al., 2000; VERA et al., 2002).

Entretanto, a diminuição da espermatogênese durante a estação de repouso sexual provoca modificações no tamanho testicular. Nos machos das raças Alpina e Saanen, por exemplo, o peso testicular é maior no outono (aproximadamente 150g) que na primavera (aproximadamente 117g). De acordo com AISEN (2008) e MILCZEWSKI (2008) podem ser observadas variações entre 2,8 e 4,6 x 10<sup>9</sup> no número de espermatozoides totais no ejaculado, nas diferentes estações do ano. Ainda, as glândulas anexas são de grande importância toda vez que durante a estação de monta o volume do ejaculado aumenta e a concentração espermática diminui, ocorrendo o contrário no período de repouso sexual.

Com o avanço da idade provavelmente ocorrem mudanças morfológicas no testículo, pois os animais se encontram em desenvolvimento, e os testículos crescem tanto em largura como em comprimento. Deste modo, é preciso que a seleção de machos para reprodução, apenas pelo PE, seja feita com cautela, visto que, a consideração apenas deste parâmetro, pode levar a eliminação de animais que na fase adulta poderiam ser utilizados como reprodutores. Nesse sentido, o volume testicular (VT) junto com o PE devem ser critérios utilizados na seleção de animais jovens (UNANIAN et al., 2000). O VT pode ser calculado por meio de equações matemáticas a partir das mensurações do comprimento e largura testicular e as mesmas medidas podem ser úteis para classificar a morfologia testicular, aspecto que é importante na seleção de reprodutores (FIELDS et al., 1979; BAILEY et al., 1996; MACHADO, 2006; MILCZEWSKI, 2008; JUCÁ et al., 2009).

## **2.2 Produção e estrutura espermática**

A produção de espermatozoides ocorre nos túbulos seminíferos mediante um processo permanente de divisão das células germinativas ou espermatogônias (OLIVERA et al., 2006). No caprino os túbulos seminíferos são de aproximadamente 0,2 mm de diâmetro e cujo comprimento varia em função da raça e sazonalidade. Em animais da raça Saanen e Alpina pode haver um incremento de 1.596 m no comprimento do túbulo seminífero no período de repouso para 2.136 m na estação de monta (AISEN, 2008).

O espermatozóide é o produto final da espermatogênese, produzido por meio de sucessivas fases de divisão mitóticas, meióticas e pós-meióticas controladas pelo eixo hipotálamo-hipófise-gônada. A partir de cada espermatogônia são produzidos quatro espermatócitos haplóides que permanecem unidos por meio de pontes citoplasmáticas, ao mesmo tempo em que estão em comunicação com a célula de Sertoli responsável pela nutrição e espermiogênese, processo onde as espermátides se transformam em espermatozóides (KNOBIL e NEILL'S, 2006; OLIVERA et al., 2006).

Morfológicamente os espermatozóides são formados por uma cabeça e uma cauda. A forma, tamanho e estrutura da cabeça variam entre as espécies, e é formada por duas regiões: a região acrossomal e a região pós-acrossomal, rodeadas por componentes do citoesqueleto e citoplasma; e cinco membranas: a plasmalema, a membrana acrossomal interna e externa e a membrana nuclear interna e externa. O acrossoma é a única organela da célula espermática originada a partir do complexo de Golgi e contém várias enzimas como hidrolases, fosfatase ácida, arilsulfatase,  $\beta$ -N-acetilglicosaminase, fosfolipase, esterase, hialuronidase e acrosina, usadas para a penetração do espermatozóide no óvulo (COSTA e PAULA, 2003; KNOBIL e NEILL'S, 2006).

A cauda dos espermatozóides possui variações de forma e tamanho nos seus componentes nas diferentes espécies, porém, a organização estrutural da cauda é a mesma, podendo ser dividida em várias regiões: o colo ou peça de conexão que forma uma lâmina basal que interliga a cabeça à peça intermediária; a peça intermediária é a região localizada entre o colo e o ânulus, caracterizada pela presença de um grande número de mitocôndrias (bainha mitocondrial) arranjadas ao redor do axonema (consiste em nove pares de microtúbulos periféricos e dois filamentos centrais); a peça principal localizada posterior ao ânulus estende-se até as proximidades da extremidade da cauda e é composta pelo axonema circundado por uma resistente bainha fibrosa e finalmente, a peça terminal é constituída apenas pelo axonema recoberto pela membrana plasmática (COSTA e PAULA, 2003; OLIVERA et al., 2006).

A liberação dos espermatozóides no lume dos túbulos seminíferos marca o final da espermatogênese, no entanto, para que o espermatozóide possa fecundar o óvulo, precisa sofrer ainda uma série de modificações ocorridas durante o

trânsito epididimário (maturação espermática) e no trato reprodutivo da fêmea (capacitação espermática) (COSTA e PAULA, 2003).

### **2.3 Maturação epididimária**

Baseado nas diferenças morfológicas, o epidídimo pode ser dividido em varias regiões: segmento inicial, cabeça proximal, intermediária e distal; corpo proximal e distal, e cauda. Independentemente da região, o epitélio caracteriza-se por conter células principais em grande quantidade. As células principais possuem características citológicas que refletem a função de absorção (microvilosidades, canalículos e vesículas revestidas) e de síntese de proteínas (retículo endoplasmático rugoso e o complexo de Golgi). Uma menor proporção do epitélio é formado por células basais, claras, estreitas, apicais e halo. A população celular encontra-se ligada por meio de junções comunicantes e de oclusão devido a que muitas das proteínas espermáticas não são reconhecidas como próprias do organismo pelo sistema imune, sendo importante a existência de uma barreira entre a corrente sanguínea e o lúmen do epidídimo. Portanto, a comunicação entre os diversos tipos celulares epiteliais é essencial para a coordenação das atividades epididimárias e a distribuição diferencial dos tipos celulares no epitélio ao longo do ducto epididimário faz com que cada região apresente um fluido luminal característico, criando um microambiente apropriado para a maturação espermática (GOYAL et al., 1999, KNOBIL e NEILL'S, 2006; MARENGO, 2008; OLIVA et al., 2009).

Entre a cabeça e cauda do epidídimo, o epitélio diminui de altura, assim, o lúmen se torna amplo progressivamente e armazena maiores quantidades de espermatozóides. Outras características tais como tamanho e número de microvilosidades, tipo e número de vesículas e configuração do retículo endoplasmático e aparelho de Golgi, sofrem modificações nos tipos celulares ao longo do epidídimo (KNOBIL e NEILL'S, 2006; MARENGO, 2008; OLIVA et al., 2009).

A diferenciação do epitélio dos órgãos reprodutivos do macho caprino após o nascimento segue um padrão ascendente que começa no ducto deferente (após a primeira semana de vida) e segue em direção à cauda do epidídimo (após a

sétima semana), o corpo distal (após a décima segunda semana), e finalmente o corpo proximal e todas as regiões da cabeça do epidídimo (após a décimo quinta semana). No epitélio seminífero, as células de Sertoli e gonócitos são observadas entre a primeira e nona semana; os primeiros espermátócitos entre a décima e décima terceira semana e todas as linhagens celulares à décima nona semana de vida. O lúmen pode ser visto parcialmente nos túbulos seminíferos à décima segunda semana e em todos os túbulos à décima quinta semana de vida (GOYAL et al., 1997; GOYAL et al., 1999).

As diferenças observadas durante o desenvolvimento no ducto deferente, cauda e corpo distal do epidídimo sugerem que existe uma modulação androgênica. O epidídimo possui duas fontes de andrógenos, os circulantes (derivados do sangue) e os luminais (derivados do fluido da rete testis). No entanto, a regulação parece estar mais associada a andrógenos circulantes que a andrógenos luminais, de modo que a formação do lúmen dos túbulos seminíferos acontece posteriormente. Da mesma maneira, o desenvolvimento prematuro destas estruturas mostra que as concentrações de andrógenos requeridas são baixas; contrario ao que acontece com a maturação do epitélio do corpo proximal e a cabeça do epidídimo, que coincide com a formação do lúmen dos túbulos seminíferos, o que poderia estar relacionado a maiores quantidades de andrógenos principalmente  $5\alpha$ -dihidrotestosterona (DHT) e de proteína ligadora de andrógenos (ABP) (SETTY e JEHAN, 1977; GOYAL et al., 1998; GOYAL et al., 1999; GONZÁLEZ, 2002; KNOBIL e NEILL'S, 2006; SAEZ et al., 2011).

Durante o trânsito pelo epidídimo, o espermatozoide precisa ser concentrado o suficiente (ducto deferente e segmento inicial do epidídimo), obter a maturação funcional (cabeça e corpo do epidídimo), ser conservado num estado quiescente antes da ejaculação (cauda do epidídimo) e remover o espermatozoide degenerado (provavelmente na cauda); todos esses eventos envolvem alterações morfológicas e bioquímicas como resultado de interações entre os espermatozoides e o microambiente epididimário, tornando os espermatozoides aptos para a fertilização (MARENGO, 2008; OLIVA et al., 2009).

A maturação espermática ocorre por mecanismos que permitem a aquisição da motilidade espermática, perda da gota citoplasmática, remodelação do acrossoma e da cromatina e mudanças na membrana plasmática. Porém,



nenhuma destas modificações individualmente determinam a aquisição do potencial fertilizante ao espermatozóide (KNOBIL E NEILL'S, 2006).

A principal mudança que ocorre na membrana plasmática corresponde à distribuição e conteúdo de lipídios e fosfolipídios, o que pode ter efeitos significativos sobre a composição e função da membrana em diferentes domínios (KNOBIL e NEILL'S, 2006; OLIVA et al., 2009). A alteração da fluidez da membrana plasmática é um pré-requisito para que aconteça a maturação espermática e é influenciada principalmente pela proporção de colesterol:fosfolipídios e ácidos graxos saturados:insaturados na membrana celular. Em caprinos diferentemente do que acontece em outras espécies (ovinos e alguns roedores) estas proporções (colesterol:fosfolipídios) aumentam durante o processo de maturação (RANA et al., 1991; RANA e MAJUMDER, 1995; SAEZ et al., 2011). Durante a maturação espermática ocorrem transições de fases na membrana plasmática que afetam a viscosidade da mesma. Nos caprinos têm sido identificadas duas fases de transição, entre 19-25 °C e entre 34-37 °C; sendo que a primeira acontece ainda no epidídimo e a segunda no órgão reprodutivo feminino (RANA e MAJUMDER, 1995; OLIVA et al., 2009).

A concentração de proteína e de outras macromoléculas no tecido epididimário e na membrana do espermatozóide mostra um aumento gradual desde a cabeça até a cauda do epidídimo, indicando a absorção de proteínas pelo espermatozóide. Já a quantidade de proteína presente no fluido epididimário diminui progressivamente de uma região para outra, devido provavelmente à reabsorção seletiva de proteínas. Algumas destas proteínas podem ser removidas ou concentrar-se em regiões específicas da célula, ou seja, ser organizadas dentro de domínios específicos distribuídos na cabeça ou no flagelo do espermatozóide, o que é importante para alguns eventos como o bloqueio de “locais chave” ou supressão da atividade funcional da célula temporariamente, o que permite a aquisição da capacidade fertilizante (SARKAR e CHATTERJEE, 1997; KNOBIL e NEILL'S, 2006; OLIVA et al., 2009; CHEEMA et al., 2011).

É imprescindível à maturação espermática a presença e expressão de várias proteínas específicas para cada fase de formação celular (SILVA et al., 2003). A formação e manutenção de um microambiente especializado no epidídimo é um processo que envolve uma complexa regulação da expressão gênica, uma falha

nestes eventos pode acarretar alterações na fertilidade do macho; o epidídimo apresenta alterações durante o desenvolvimento sexual, sendo que a maioria de genes é expressa exclusivamente no epidídimo somente na fase adulta e sua expressão é regulada em alguns casos por andrógenos (OLIVA et al., 2009).

O padrão da expressão gênica é especificamente regulado em cada um dos segmentos do epidídimo; em humanos o segmento mais ativo com relação a transcritos expressos é a cabeça do epidídimo; da mesma maneira, um número elevado de genes é comum para o corpo e cauda do epidídimo e nenhum é comum para as três regiões (THIMON et al., 2007).

Deepanee et al. (2007) identificaram 32 proteínas diferentes no epidídimo de caprinos. Algumas destas proteínas são comuns em mais de uma região, enquanto a outras estão confinadas a uma única região. Quinze destas proteínas são também encontradas no soro sanguíneo, sendo provável que derivem deste; entre elas encontra-se a albumina, a qual está em grandes proporções no fluido epididimário. No entanto, a maioria das proteínas são sintetizadas em diferentes regiões do epidídimo, e sua variação pode ser determinante durante a maturação espermática.

Os componentes moleculares dos espermatozóides e dos meios que os cercam, influenciam a capacidade fecundante destas células, sendo que as diferenças de fertilidade observadas entre animais não explicadas pelos testes de rotina para avaliação da qualidade do sêmen podem estar relacionadas a tais componentes (MOURA et al., 2011). Silva et al. (2003) relatam a existência de uma correlação entre os peptídeos presentes nos espermatozóides do epidídimo e do ejaculado, com alguns parâmetros espermáticos como motilidade e defeitos espermáticos.

Por outro lado, Cheema et al. (2011) verificaram pelo menos oito proteínas de natureza secretória e estrutural, denominadas assim por estarem presentes tanto no fluido como no tecido epididimário; cinco proteínas foram identificadas somente como estruturais, por apresentar-se no tecido; e cinco de natureza secretória por serem identificadas somente no fluido epididimário. Nesse estudo três proteínas de 35, 25 e 18 kDa foram identificadas tanto no fluido do epidídimo como na cauda do espermatozóide, o que indica que essas proteínas estão associadas com a maturação e fertilidade dos espermatozóides de caprinos.

No entanto, algumas proteínas não possuem sequência sinal, porém, são adquiridas pelo espermatozóide durante sua passagem pelo epidídimo, o que implica uma via de secreção diferente. Pequenas vesículas membranosas conhecidas como epididimosomos, são as responsáveis por ancorar essas proteínas e alguns lipídeos como colesterol à membrana plasmática, o que poderia ser de grande importância para a formação de microdomínios de membrana e consequentemente para a maturação espermática. Para que aconteça a correta transferência destas moléculas são necessárias determinadas condições de pH e temperatura, verificadas em condições normais dentro do epidídimo (SAEZ et al., 2003; SAEZ et al., 2011).

A maturidade espermática não é um processo intrínseco do espermatozóide, sendo necessária a interação deste com as proteínas luminais do epidídimo. Algumas das modificações que acontecem nas membranas dos espermatozóides são atribuídas à atividade de hormônios e enzimas responsáveis por processos de glicosilação e proteólise (ROBAIRE et al., 2000).

As células intersticiais ou de Leydig estão sob o controle do hormônio luteinizante (LH) e secretam os andrógenos, dos quais o mais importante é a testosterona e seu produto biologicamente mais ativo: a DHT. A conversão da DHT é realizada nos órgãos alvo da testosterona pela 5 $\alpha$ -redutase tipo 1 e 2, usando NADPH como coenzima. A 5 $\alpha$ -redutase tipo 1 possui uma distribuição regional no epidídimo e sua concentração aumenta durante o desenvolvimento após o nascimento, o que não é observado na 5 $\alpha$ -redutase do tipo 2 (ROBAIRE et al., 2000; GONZÁLEZ, 2011).

Os testículos dos caprinos apresentam diferenças na regulação da expressão de receptores de andrógenos durante o desenvolvimento. Estes receptores encontram-se em todos os segmentos do órgão reprodutor do macho caprino. Sendo que, na célula de Sertoli aparecem de forma gradativa entre a primeira e décima nona semana de vida, enquanto que nas células de Leydig, rete testis, ductos eferentes, na maior parte do epidídimo e ducto deferente estão presentes desde a primeira até a vigésima terceira semana de vida, porém em diferentes proporções dependendo da região (GOYAL et al., 1997).

## 2.4 Eventos fisiológicos durante o desenvolvimento sexual

### 2.4.1 Puberdade e maturidade sexual

A puberdade é definida como o início de sinais internos e externos de maturação sexual e manifesta-se pela capacidade que adquirem os animais jovens para se reproduzir (GIBBONS et al., 2009). Esta fase é associada a um marcante aumento na secreção de testosterona, na espermatogênese e no comportamento sexual (RICARTE & SILVA, 2010). Segundo Wolf et al. (1965) (citado por Santos et al., 2005) a puberdade é considerada como a idade em que o animal além de adquirir condições para se reproduzir, é capaz de produzir um ejaculado com no mínimo  $50 \times 10^6$  spz/mL e 10% de motilidade progressiva.

A avaliação reprodutiva do macho possibilita a detalhada informação sobre a puberdade e maturidade sexual, necessária para um bom manejo reprodutivo dos animais domésticos, de modo que, animais precoces permitem reduzir o intervalo de gerações nos programas de melhoramento genético e aumentar o número de descendentes de um reprodutor. Nos caprinos, a puberdade pode-se apresentar de forma variável entre os cinco e sete meses de vida, porém pode estender-se até os nove e dez meses em algumas raças sazonais (AHMAD e NOAKES, 1996; SANTOS et al., 2006a; AISEN, 2008; GIBBONS et al., 2009).

A época do nascimento também influencia a idade à puberdade e este aspecto é mais marcado nas raças que exibem reprodução sazonal (AHMAD e NOAKES, 1996; KNOBIL e NEILL'S, 2006). Tem sido visto em algumas regiões que as épocas seca e chuvosa influenciam nos parâmetros espermáticos de caprinos. Na época chuvosa, os animais tornam-se púberes com idade inferior aos daqueles nascidos na época seca (BEZERRA et al., 2009).

Por outro lado, a alimentação é um aspecto que influencia a atividade endócrina e/o aumento de peso corporal dos animais, e conseqüentemente está relacionado com o desempenho reprodutivo. O peso corporal é maior condicionante que a idade, porém, ambos os parâmetros são importantes na determinação da puberdade nas diferentes raças de caprinos (SAAB et al., 1997; AISEN, 2008; BEZERRA et al., 2009; GIBBONS et al., 2009). Concentração

adequada de proteína na alimentação de caprinos em crescimento é necessária para atingir precocemente a puberdade e obter as características seminais adequadas para um reprodutor (SAAB et al., 1997).

A maturidade sexual é considerada como a aquisição da competência de acasalamento (AHMAD e NOAKES, 1996) e da qualidade seminal mínima recomendada pelo CBRA (1998) para reprodutores caprinos (SOUZA et al., 2011). Contudo, as características físicas e morfológicas do sêmen são influenciadas pela idade, permitindo assim a evolução gradual da quantidade e qualidade seminal entre a 20ª semana de vida (início da puberdade) e a 38ª semana (maturidade sexual).

## **2.5 Avaliação da integridade funcional da membrana plasmática dos espermatozóides (Teste Hiposmótico - HOST)**

O teste hiposmótico (HOST) foi usado inicialmente por Jeyendran et al. (1984) para a avaliação da funcionalidade bioquímica da membrana de espermatozóides humanos. A integridade da membrana espermática é importante, não só para o metabolismo da célula, mas também para a fertilização (FERREIRA et al., 2001). Nesta técnica, o espermatozóide é submetido a um ambiente com osmolaridade inferior à fisiológica; na tentativa de estabelecer o equilíbrio osmótico, ocorre influxo de água para o compartimento mais concentrado (meio intracelular) isto faz com que a célula se expanda, produzindo edema e dobramento da cauda (FONSECA et al., 2005; ALVES, 2006).

Este teste tem mostrado ser um método eficiente para avaliação da viabilidade funcional da membrana espermática de caprinos (MARTINS, 2001; SALVIANO et al., 2011), humanos (JEYENDRAN et al., 1984), equinos (MELO E HENRY, 1999; MELO et al., 2005) e bovinos (SIQUEIRA, 2004).

No entanto, considerando a heterogeneidade da população espermática em um ejaculado, diferentes pressões hiposmóticas podem ser necessárias para discriminar de melhor forma as diferentes subpopulações de espermatozóides (SALVIANO et al., 2011). Assim, várias metodologias tem sido empregadas para o HOST em caprinos, usando como solução frutose-citrato trissódico em

diferentes osmolaridades (50-300 mOsm/L) e tempos de incubação (5-60 minutos a 37 °C) (MARTINS , 2001; FONSECA et al., 2005; SANTOS et al., 2006b; SALVIANO et al., 2011).

## **2.6 Efeito do clima na reprodução da espécie caprina**

A antecipação de eventos fisiológicos sincronizados com eventos ambientais é uma característica da presença de mecanismos de temporização que possibilitam a sobrevivência e sucesso reprodutivo de diversos organismos. O fotoperiodismo permite registrar as mudanças da duração do dia ao longo do ano que serão traduzidas em alterações fisiológicas e comportamentais temporais rítmicas. Já o ritmo circanual intrínseco é visto em animais selvagens de vida longa que expressam ciclos anuais que inclusive se mantêm inalterados, mesmo quando privados por anos de boas condições ambientais. Algumas raças caprinas são consideradas sazonais de dias curtos em função do fotoperíodo. Em climas temperados, as mudanças na duração do dia e na temperatura durante o ano são consideradas variáveis ambientais muito importantes, enquanto que os ciclos anuais de chuvas e disponibilidade de forragens são os fatores preponderantes em regiões tropicais (BENAVENTE et al., 2007; MILCZEWSKI, 2008). Considera-se que o outono é a estação mais favorável para a reprodução da espécie caprina, e embora alguns estudos tenham obtido maiores valores para alguns parâmetros reprodutivos durante a primavera, outras condições como a raça, ambiente ou a geografia podem estar relacionados a esses achados (MARTIN et al., 2002; DE LA VEGA et al., 2006).

Os estímulos luminosos são primariamente recebidos pela retina que contém fotorreceptores necessários para o controle do fotoperíodo. As informações luminosas são transmitidas para os núcleos supraquiasmáticos (NSQs) através do trato retino-hipotalâmico. Os NSQs são formados por dois agrupamentos de neurônios localizados no hipotálamo, acima do quiasma ótico e adjacente ao terceiro ventrículo, que funcionam como relógios biológicos gerando ritmos circadianos e sazonais. Os estímulos luminosos são conduzidos para o núcleo paraventricular (NPV) do hipotálamo, para as células da coluna

intermédio-lateral da medula espinal torácica, gânglio cervical superior, chegando por último aos receptores noradrenérgicos dos pinealócitos. Desta forma, o sistema nervoso central por meio dos NSQs modula as oscilações da secreção noturna de melatonina, um neuro-hormônio da família das indolaminas secretada pela glândula pineal, responsável pelas respostas fotoperiódicas em algumas espécies (GARCIA, 1995; MILCZEWSKI, 2008).

A melatonina é sintetizada a partir do aminoácido triptófano que é convertido a 5-hidroxitriptófano e depois a 5-hidroxitriptamina (serotonina). O sistema monoamina-oxidase (MAO-A) pode inativar a serotonina ou convertê-la em melatonina na pineal; neste local a serotonina é convertida em N-acetilserotonina pela N-acetiltransferase (NAT) e em seguida em N-acetil-5-metoxitriptamina (melatonina) pela hidroxindol-O-metiltransferase (HIOMT) (GARCIA, 1995).

A melatonina somente é sintetizada durante o escuro, de modo que, os caprinos reconhecem os dias curtos pela longa duração na secreção de melatonina, enquanto que uma secreção breve é reconhecida como dias longos e conseqüentemente a atividade reprodutiva estará ausente (AISEN, 2008; MILCZEWSKI, 2008). A melatonina controla a secreção de GnRH e este a liberação de LH, modificando o desenvolvimento dos testículos e a liberação de testosterona (MARTIN et al., 2002; SANTOS et al., 2006a).

Visando melhorar a exploração pecuária é importante o conhecimento dos fatores que irão afetar direta ou indiretamente a produtividade animal (ROBERTO, 2011). Nesse sentido a temperatura ambiental é um dos fatores que pode modificar o ciclo reprodutivo na espécie caprina. Nas espécies sazonais, as temperaturas baixas ou elevadas adiantam ou retardam, respectivamente, o início do período da atividade sexual. Deste modo, as temperaturas baixas podem retardar o final da estação sexual enquanto as altas o adiantam (AISEN, 2008).

Além disso, para que os animais expressem seu máximo potencial produtivo e reprodutivo, é necessário que se encontrem dentro de uma zona de termoneutralidade ou de conforto térmico; toda vez que esses animais são expostos a temperaturas ambientais acima ou abaixo da temperatura crítica, têm necessidade de energia adicional para manter o comportamento fisiológico (OLIVEIRA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2008; ROBERTO, 2011).

Os parâmetros climáticos como a radiação, velocidade do vento, umidade relativa e temperatura do ar, sofrem modificações no tempo e no espaço principalmente em condições de campo, sendo importante o estudo dos índices de conforto térmico que reduzem estes parâmetros em uma única variável, permitindo a quantificação e avaliação do impacto dos fatores ambientais na produção animal (OLIVEIRA et al., 2006; ROBERTO, 2011).

As raças caprinas leiteiras criadas no Brasil, oriundas da Europa podem apresentar alterações nas reações fisiológicas termorreguladoras (FERREIRA et al., 2006). Por isso, é importante a determinação de índices que expressem o conforto térmico dos animais, como o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) proposto por Buffington et al. (1982). Apesar de existirem índices de conforto térmico mais completos que o ITU, esse tem sido muito utilizado por envolver apenas informações meteorológicas de fácil disponibilidade em estações meteorológicas e em bancos de dados obtidos a partir de imagens de satélite (OLIVEIRA et al., 2006). O zoneamento bioclimático para caprinos e ovinos tem possibilitado o delineamento de zonas de diferentes aptidões que juntamente com práticas de manejo viabilizam a criação destes animais em diferentes regiões (TURCO et al., 2004).

Oliveira et al. (2006) analisaram dados correspondentes ao ITU com base no zoneamento bioclimático da região Sudeste brasileira, mostrando que a Zona da Mata Mineira não é uma mesorregião de perigo ( $ITU > 79$ ) em decorrência do calor, contrario ao que acontece com o oeste de São Paulo, parte do Alto Paranaíba, Triângulo Mineiro, o extremo das regiões do Jequitinhonha e Vales do Mucuri e Rio Doce, o norte e parte do litoral do Espírito Santo e o noroeste e norte do Rio de Janeiro.

## **2.7 Ultrassonografia testicular**

Dentre os métodos de estudo à disposição da pesquisa reprodutiva, a ultrassonografia se revela como uma técnica alternativa, eficiente e não invasiva. Atualmente os equipamentos ultrassonográficos apresentam uma grande



variedade de modelos com recursos que possibilitam a obtenção de imagens em tempo real, dos órgãos desejados (CRUZ e FREITAS, 2001).

A avaliação ultrassonográfica além de permitir o estudo seriado de um grupo de indivíduos ao longo do tempo e de ajudar no diagnóstico de determinada alteração ou patologia, pode facilitar outras técnicas complementares como biopsias (AHMAD e NOAKES, 1995a; RIBADU e NAKAO, 1999; CARDILLI, 2008).

Esta técnica também tem sido empregada para aferir o diâmetro testicular de forma rápida e fácil sem produzir desconforto, e para prever a produção espermática em suínos (CLARK et al., 2003). Todavia, esta ferramenta deve ser considerada complementar durante a avaliação andrológica, visto que, nem sempre as mudanças no quadro seminal mostram-se associadas com as imagens ultrassonográficas (ARTEAGA et al., 2005).

Quando se trata da avaliação testicular por meio de imagens ultrassonográficas, o uso da frequência de 6 MHz tem proporcionado as melhores imagens na espécie caprina (GOULETSOU et al., 2003), embora outros pesquisadores tenham usado com sucesso outras frequências entre 5-8 MHz. (AHMAD e NOAKES, 1995a; EVANS et al., 1996; KARACA et al., 1999; JUCÁ et al., 2009).

A anatomia pendular do testículo caprino facilita o exame ultrassonográfico, não sendo necessária a aplicação de sedativos. Entretanto, é importante o conhecimento dos padrões normais das diferentes espécies e idades (AHMAD e NOAKES, 1995b; CHANDOLIA et al., 1997; ARTEAGA et al., 2005; CARDILLI et al., 2010). O MT é uma estrutura facilmente identificável. Em plano longitudinal, apresenta-se como uma linha hiperecoica no centro do parênquima testicular e em plano transversal pode ser visualizado como um ponto hiperecótico no centro do mesmo; alguns autores tem reportado que a espessura desta estrutura aumenta de maneira proporcional à idade devido as mudanças anatômicas nos túbulos seminíferos, os quais se tornam mais longos e “retorcidos”, aumentando em diâmetro e formando um lúmen (AHMAD e NOAKES, 1995b; GOULETSOU et al., 2003). Jucá et al. (2009) ao contrário, verificaram menor frequência do mediastino testicular de alta ecogenicidade nos animais mais velhos.

O MT algumas vezes, pode não ser visualizado devido à orientação do transdutor ou idade dos animais, e em alguns casos pode não ser distinguível pela presença de processos patológicos como fibroses, mineralizações ou lesões induzidas (AHMAD e NOAKES, 1995b; AHMAD et al., 1999; GOULETSOU et al., 2003; JUCÁ et al., 2009).

As túnicas testiculares são apresentadas como uma linha hiperecoica que circunda todo o parênquima testicular podendo ser identificadas as túnicas vaginal visceral e vaginal parietal na presença de fluido, observando-se uma linha anecóica entre as duas (AHMAD et al., 1999; GOULETSOU et al., 2003; ARTEAGA et al., 2005; CARDILLI et al., 2010).

Em bovinos têm sido observado que a ecogenicidade do parênquima testicular aumenta em proporção direta com a idade dos animais (CARDILLI et al., 2010). Já em ovinos de diferentes idades tem sido vistas variações na ecotextura do parênquima testicular, com predominância das imagens hipoecoicas de baixa intensidade nos animais adultos (JUCÁ et al., 2009).

Lesões testiculares podem ser monitoradas por meio das imagens ultrassonográficas (AHMAD e NOAKES, 1995a). Necrose, fibrose e mineralização têm sido caracterizadas por este método em caprinos (AHMAD et al., 1999; KARACA et al., 1999; JUCÁ et al., 2009). Já outros danos testiculares tais como granulomas em fase inicial podem ser detectáveis por imagens ultrassonográficas antes de ser palpáveis. Neste sentido, a ultrassonografia é uma técnica valiosa para o diagnóstico de lesões intratesticulares dos reprodutores.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Localização geográfica**

Esta pesquisa foi aprovada pela comissão de ética no uso de animais da UFV, mediante protocolo 40/2011 em 21 de junho de 2011.

O experimento foi realizado no Setor de Reprodução Animal do Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa, localizada no município de Viçosa – MG, latitude 20°45'14" S, longitude 42°52'53" W e altitude de 649 m. O clima é do tipo tropical de altitude (segundo a classificação climática de Köppen-Geiger) caracterizado por chuvas durante o verão e temperatura média anual em torno de 19,4 °C, com variações entre 14,8 °C (média das mínimas) e 26,4 °C (média das máximas) (Assembléia Legislativa do Estado de Minas Gerais - ALMG). A estação de monta neste local para a espécie caprina compreende o período de março a junho.

### **3.2 Instalações e manejo dos animais**

Foram usados quatro animais da raça Alpina, sob manejo intensivo de criação e luminosidade natural (variando entre 10,8 e 13,4 horas/luz, durante o ano), alojados inicialmente em gaiolas de ferro galvanizado de 1,46 m de comprimento, 0,75 m de largura e 1,37 m de altura, cobertas com lona plástica durante a noite para aquecimento. Após o período de aleitamento foram soltos individualmente em baias de 2,70 m de comprimento e 2,20 m de largura (5,94 m<sup>2</sup>), usando serragem e palha de café como “cama”. Cada baia foi coberta com sombrite 50% a 2,45 m de altura para maior conforto dos animais. Após o

nascimento, os animais foram amamentados artificialmente usando mamadeiras com bicos apropriados, durante oitenta dias com um consumo diário de 1,5 L nos primeiros setenta dias e 1 L nos últimos dez dias. Durante os primeiros quinze dias de vida foi fornecido leite de cabra, seguido de uma fase de adaptação de uma semana para o consumo de leite de vaca até o final do aleitamento. Após o desmame, a alimentação foi feita duas vezes ao dia com concentrado protéico (500 g/dia) e feno de Tifton (*Cynodon spp*), além de sal mineral e água *ad libitum*. A pesagem dos animais foi feita em balança mecânica individual e a altura da cernelha aferida com ajuda de fita métrica semanalmente. O controle sanitário (vermifugações e vacinação contra Clostridiose) foi realizado periodicamente conforme o esquema pré-estabelecido pelo setor de Caprinocultura (UFV).

### **3.3 Coleta e avaliação de sêmen**

Os quatro bodes foram submetidos à coleta de sêmen duas vezes por semana a partir dos seis meses de idade, com média de 25 kg de peso corporal. Foi empregada uma vagina artificial preenchida previamente com água entre 40-42 °C. Foram usados como manequim os mesmos machos, fazendo rodízio entre si durante as sessões de coletas.

O ejaculado foi coletado em tubos graduados, ao abrigo de luz solar e acondicionados em isopor. Após a obtenção do ejaculado foram avaliadas as seguintes características seminais de acordo com os critérios preconizados pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal - CBRA (1998): volume ejaculado (mL), aspecto (1-4), turbilhonamento (0-5), motilidade espermática progressiva retilínea (%), vigor espermático (1-5), concentração espermática ( $\times 10^6$  espermatozoides/mL) e total de espermatozoides no ejaculado ( $\times 10^9$  espermatozoides). Uma gota de sêmen de cada ejaculado foi colocada em uma lâmina pré-aquecida a 37 °C para avaliação do turbilhonamento (movimento espermático em massa) em aumento de 100 x. Posteriormente, uma lamínula pré-aquecida a 37 °C foi colocada sobre a gota de sêmen para avaliação da motilidade espermática progressiva retilínea e vigor espermático em aumento de 400 x,

visualizando no mínimo cinco campos microscópico em contraste de fase (Olympus<sup>®</sup> - BX41).

A concentração espermática por mL e ejaculado total foi aferida a partir de uma alíquota de 20 µL de sêmen diluída e homogeneizada em 980 µL de formol salina tamponado (1:50). Uma gota da amostra foi depositada em cada um dos retículos de uma câmara hemocitométrica (Neubauer) para realizar a contagem sob aumento de 400 x em microscópio de contraste de fase (CBRA, 1998).

A morfologia espermática foi avaliada posteriormente a partir de amostras contendo 30 µL de sêmen e 1 mL de formol-salina tamponada (HANCOCK, 1957). As análises foram feitas por meio de preparação úmida em microscópio de contraste de fase (Olympus<sup>®</sup> - BX41) em aumento de 1000 x (sob gota de óleo de imersão). Foram contadas 200 células de cada ejaculado e classificadas em defeitos maiores e menores segundo Blom (1973).

Para a determinação da integridade de membrana a partir do teste hiposmótico (HOST) foram homogeneizados em tubos plásticos de 1,5 mL (Ependorff<sup>®</sup>) uma alíquota de 20 µL de sêmen fresco numa solução de citrato de sódio-frutose (1 mL) a 100 mOsmol/Kg (anexo 1) (FERREIRA et al., 2001; ALVES, 2006) e incubados em seguida por 60 minutos em banho-maria a 37 °C (MARTINS, 2001). Após o período de incubação, foram adicionados 0,5 mL de uma solução de formol-salina tamponada (HANCOCK, 1957) para fixação e avaliação posterior por meio da colocação de uma alíquota da solução entre lâmina e lamínula, contando 100 células em microscópio de contraste de fase em aumento de 1000 x. Foram consideradas reativas ao teste, todas aquelas células que apresentaram enrolamento ou dobra de cauda e o resultado final foi determinado pela subtração das caudas alteradas antes do teste (valores registrados na avaliação morfológica) (MELO e HENRY, 1999).

### **3.4 Avaliação testicular**

Semanalmente foi realizada a biometria testicular, sempre pelo mesmo operador. O perímetro escrotal (cm) foi aferido com auxílio de uma fita métrica na região mediana do escroto, tracionando ventro-caudalmente os testículos direito e esquerdo simetricamente. Cada um dos testículos foi mensurado com auxílio de

um paquímetro nas dimensões de comprimento (dorso-ventral, desprezando-se a cauda do epidídimo) e largura (figura 1).

A avaliação ultrassonográfica testicular foi realizada quinzenalmente, a partir do sexto mês de idade, obtendo quatro imagens de cada testículo correspondentes às posições: caudo-cranial longitudinal e transversal e latero-medial longitudinal e transversal. As configurações do aparelho de ultrassom (área de foco, brilho e contraste) foram padronizadas em valores pré-determinados e mantidas durante todo o período experimental. Foi utilizado um aparelho de ultrassom (Aloka<sup>®</sup> - SSD 500) acoplado a um transdutor linear de 5 MHz. Para melhor visualização foi feita a deposição de carboximetilcelulose gel sobre a pele, exercendo pressão mínima para a obtenção das imagens que foram digitalizadas a partir do software Fast Capture XP<sup>®</sup> (Espectrolab Medical Scientific<sup>®</sup>). Posteriormente, foram padronizadas numa resolução de 225 x 220 pixels, e com o auxílio de um software específico para análise de imagens (ImageJ<sup>®</sup> -National Institutes of Health-) foi selecionada a maior área homogênea possível do parênquima testicular (220 mm<sup>2</sup>), retirando da análise possíveis áreas com artefatos, pele, túnicas, epidídimo e o mediastino testicular. Foi realizado o histograma de cada uma das imagens para avaliação em escala de cinzas, onde zero (0) representa um pixel de tonalidade totalmente preta e 255 um pixel de tonalidade totalmente branca.

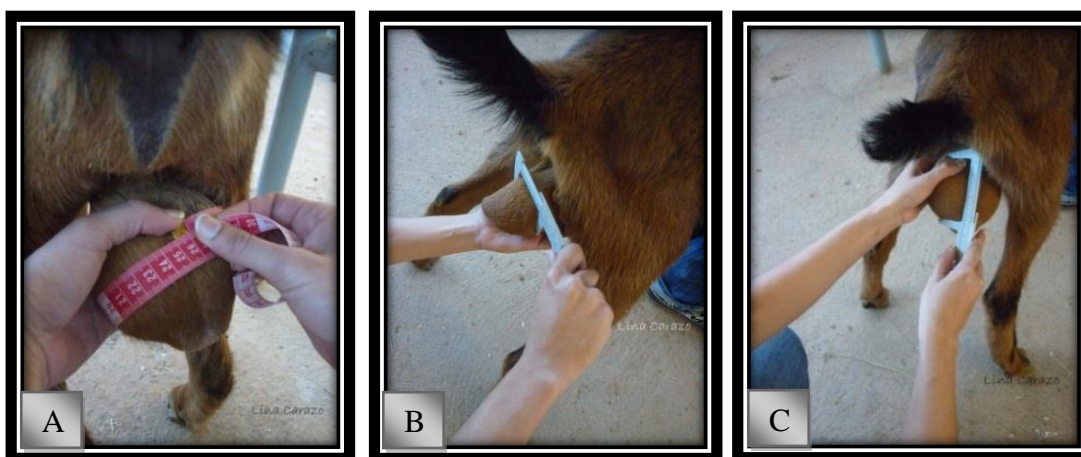


Figura 1: Biometria testicular em caprinos de raça Alpina. Perímetro escrotal (A), largura (B) e comprimento (C).

Os valores numéricos obtidos representaram o valor médio da tonalidade de cinza da área selecionada, correspondendo quantitativamente a ecotextura testicular (figura 2).

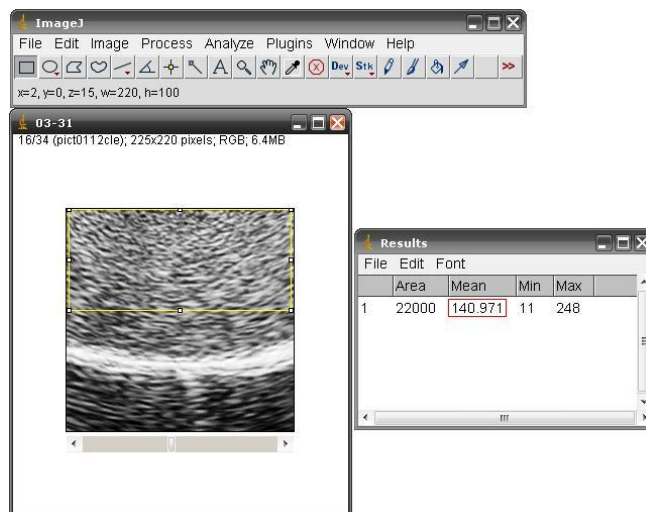


Figura 2: Análise de imagens por meio do programa ImageJ®.

Para o cálculo do volume testicular total (VT) foi adotada a fórmula do volume do cilindro recomendada por Fields et al. (1979):

$$VT = 2 [(r^2) \times \pi \times h]$$

Onde,

r: raio calculado a partir da largura (L/2),

$\pi$ : 3,1416 e

h: média dos comprimentos ou altura testiculares.

### 3.5 Parâmetros ambientais

Foi instalada uma mini-estação meteorológica no interior de uma das baías, composta por termômetro de máxima e mínima, bulbo seco e bulbo úmido. As leituras foram feitas uma vez por semana em quatro horários diferentes (8:00, 11:00, 14:00 e 17:00 horas).

Com o intuito de verificar o conforto térmico dos animais foi determinado o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) proposto por Buffington et al. (1982), por meio da fórmula matemática:

$$ITU = 0,8Tbs + UR (Tbs - 14,3) / 100 + 46,3$$

Onde,

Tbs: temperatura do bulbo seco (°C) e

UR: umidade relativa do ar (%).

E classificado segundo os valores da tabela a seguir:

TABELA 1: Classificação do Índice de Temperatura e umidade (ITU).

VALOR DE ITU	CLASSIFICAÇÃO
< 70	Normal
71 - 78	Crítica
79 - 83	Perigo
> 83	Emergência

Fonte: Ferreira et al. (2006).

### 3.6 Análises estatísticas

Para análise dos dados foi utilizado o programa estatístico SAEG 9.1 (SAEG-UFV, 2007). Foram calculadas as médias e desvios-padrão para todas as variáveis estudadas.

Os dados quantitativos foram submetidos ao teste de normalidade e de homogeneidade de variância, posteriormente submetidas a ANOVA, no intuito de verificar o efeito da faixa etária dos animais e as médias comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro. Quando não atendidas as premissas da ANOVA, os dados foram submetidos a análise não paramétrica (teste de Kruskal-Wallis). As características qualitativas foram submetidas a análise de frequências.



A correlação simples de Pearson foi testada entre todas as variáveis para verificar possíveis relações entre as mesmas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Biometria testicular e peso corporal

O desenvolvimento sexual se apresenta como um processo gradativo e está consideravelmente associado ao peso corporal e ao perímetro escrotal (PE) (GIBBONS et al., 2009) e tem sido considerado por vários pesquisadores como critério de seleção de machos caprinos (NISHIMURA et al., 2000; AGGA et al., 2011) ovinos (LINDSAY et al. 1984; SANTANA et al. 2001;), bovinos (UNANIAN et al., 2000; AGUIAR et al. 2006) e bubalinos (PANT et al., 2003). O PE é uma medida de fácil obtenção e que pode predizer com boa precisão as condições testiculares e epididimárias (AGGA et al., 2011), potencial reprodutivo, e predizer a precocidade e maturidade sexual (SANTOS et al., 2005); permitindo o melhoramento mais rápido do rebanho (SANTANA et al., 2001).

No presente trabalho machos caprinos de raça Alpina, criados na Zona da Mata Mineira, apresentaram variações de PE durante seu crescimento ( $P < 0,05$ ) variando de  $9,9 \pm 1,2$  cm no primeiro mês de vida para  $25,7 \pm 1,3$  cm aos treze meses (tabela 2); sendo que as variações de maior magnitude foram observadas entre o primeiro e o quinto mês (figura 3). De La Vega et al. (2001) obteve em caprinos sem padrão racial definido (SPRD) criados na Argentina, valores médios menores aos do presente estudo, para PE (24,4 cm) depois do primeiro ano de idade, devido provavelmente ao menor processo de seleção desses animais; resultados similares aos observados por Suwanpugdee et al. (2009) em caprinos selvagens da Tailândia.

Já Gibbons et al. (2009) verificaram em caprinos SPRD da Argentina peso corporal e PE médios mensais desde o sexto até o nono mês de idade valores de 17,3; 19,7; 19,2; 17,8 kg e 16,5; 16,7; 17,6; 17,2 cm, respectivamente. Porém, estes valores foram inferiores aos do presente estudo, que apresentaram durante o

TABELA 2: Biometrias testiculares de reprodutores caprinos da raça Alpina desde o nascimento até a maturidade sexual criados em manejo intensivo.

MÊS	PE	CTD	CTE	CM	LTD	LTE	LM	VT
1	9,9±1,2 <sup>a</sup>	3,0±0,4	3,0±0,4	3,0±0,4 <sup>a</sup>	1,7±0,2	1,7±0,2	1,7±0,2 <sup>a</sup>	15,7±5,7 <sup>a</sup>
2	13,6±1,1 <sup>ac</sup>	4,0±0,3	3,9±0,3	3,9±0,3 <sup>ac</sup>	2,5±0,3	2,6±0,4	2,6±0,4 <sup>ac</sup>	44,4±18,7 <sup>ac</sup>
3	17,1±1,8 <sup>ace</sup>	4,6±0,7	4,5±0,8	4,5±0,7 <sup>ace</sup>	3,5±0,3	3,4±0,3	3,4±0,3 <sup>ace</sup>	91,5±35,7 <sup>ace</sup>
4	21,5±1,0 <sup>aceg</sup>	6,4±0,5	6,4±0,5	6,4±0,5 <sup>bceg</sup>	4,6±0,2	4,5±0,2	4,6±0,2 <sup>aceg</sup>	216,8±39,9 <sup>aceg</sup>
5	23,6±0,7 <sup>bdeg</sup>	7,5±0,5	7,5±0,5	7,5±0,5 <sup>bdfh</sup>	5,3±0,2	5,2±0,2	5,2±0,2 <sup>bdfh</sup>	332,2±55,3 <sup>bdfh</sup>
6	24,2±0,7 <sup>bdfh</sup>	7,6±0,6	7,6±0,6	7,6±0,6 <sup>bdfhi</sup>	5,4±0,1	5,3±0,1	5,4±0,1 <sup>bdfh</sup>	353,1±48,6 <sup>bdfhi</sup>
7	24,5±1,0 <sup>bdfh</sup>	7,8±0,6	7,8±0,6	7,8±0,6 <sup>bdfhik</sup>	5,6±0,2	5,4±0,4	5,5±0,1 <sup>bdfhi</sup>	379,8±46,9 <sup>bdfhik</sup>
8	24,6±1,3 <sup>bdfh</sup>	8,0±0,5	7,9±0,6	7,9±0,5 <sup>bdfhikm</sup>	5,5±0,1	5,5±0,1	5,5±0,1 <sup>bdfhik</sup>	388,9±47,5 <sup>bdfhikm</sup>
9	23,2±1,3 <sup>bdegi</sup>	6,9±0,5	7,0±0,6	6,9±0,5 <sup>bdfgikm</sup>	5,0±0,3	4,9±0,2	4,9±0,2 <sup>bcegjlm</sup>	276,3±51,5 <sup>bdegilm</sup>
10	24,0±0,6 <sup>bdggi</sup>	6,7±0,5	6,7±0,4	6,7±0,5 <sup>bdegikm</sup>	5,2±0,1	5,0±0,1	5,1±0,1 <sup>bdegikm</sup>	282,0±35,4 <sup>bdegilm</sup>
11	24,8±0,9 <sup>bdghi</sup>	6,6±0,4	6,6±0,3	6,6±0,3 <sup>bcegjln</sup>	5,1±0,1	5,0±0,2	5,0±0,2 <sup>bdegjlm</sup>	270,7±31,4 <sup>bcegjln</sup>
12	25,1±1,0 <sup>bdghi</sup>	6,7±0,3	6,7±0,2	6,7±0,3 <sup>bdegilm</sup>	5,3±0,1	5,2±0,2	5,2±0,2 <sup>bdfgikm</sup>	297,5±33,7 <sup>bdfgikm</sup>
13	25,7±1,3 <sup>bdghj</sup>	6,7±0,4	6,7±0,4	6,7±0,4 <sup>bdegikn</sup>	5,5±0,3	5,2±0,4	5,4±0,3 <sup>bdfhikn</sup>	311,0±45,9 <sup>bdfgikm</sup>

<sup>a...n</sup> Médias ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna diferem entre si (P<0,05), pelo Teste de Kruskal-Wallis.

PE: Perímetro escrotal (cm); CTD: Comprimento testículo direito (cm); CTE: Comprimento testículo esquerdo (cm); CM: Comprimento médio (cm); LTD: Largura testículo direito (cm); LTE: Largura testículo esquerdo (cm); LM: Largura média (cm); VT: Volume testicular (mL).

mesmo período  $25,2\pm 1,3$ ;  $28,4\pm 2,0$ ;  $30,3\pm 1,3$  e  $34,4\pm 2,7$  kg para o peso corporal (figura 4) e  $24,2\pm 0,7$ ;  $24,5\pm 1,0$ ;  $24,6\pm 1,3$ ;  $23,2\pm 1,3$  cm para o PE.

O PE e comprimento testicular expressam a quantidade de células dentro do testículo conseqüentemente, quanto maior o testículo, maior será a quantidade de células espermáticas e maior será a concentração espermática do ejaculado (ALMEIDA et al., 2010). Da mesma maneira o tamanho testicular e a função espermatogênica estão relacionados à secreção de LH e/ou testosterona (YARNEY e SANFORD, 1990).

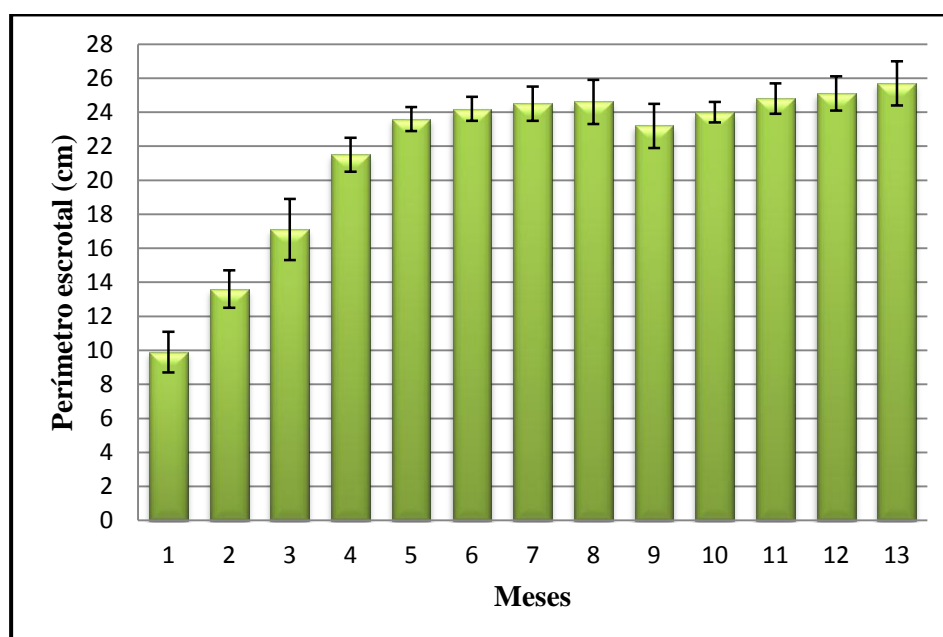


Figura 3: Médias e desvios padrão do perímetro escrotal (cm) de caprinos da raça Alpina do primeiro ao décimo terceiro mês de idade criados em manejo intensivo.

Animais com menos de um ano de idade, têm mostrado PE de 22,4 cm e comprimento de 5,9 cm (AGGA et al., 2011), valores médios ainda baixos comparados com os animais do presente estudo. Santos et al. (2006) também em animais menores de doze meses de idade, criados na Zona da Mata Mineira, da raça Alpina, observaram PE menores quando comparados com animais da raça Saanen, o que reflete a maior precocidade destes últimos, provavelmente em decorrência do processo de seleção mais intenso; o PE nos animais da raça Alpina foi 26,9 cm, maior que o PE observado no presente estudo aos doze meses ( $25,1\pm 1,0$ ).

Lezier (2003) mostrou que em bovinos o PE e as medidas dos testículos, apresentam um crescimento linear em função da idade. Em caprinos têm sido observado um aumento gradual do PE durante períodos alternados entre a 20ª e 44ª semana de idade (SOUZA et al., 2011). Por outro lado, Chandolia et al. (1997) verificaram também que o PE aumenta de forma linear desde a 12ª e 26ª semana de idade em ovinos, sendo similares aos verificados no presente estudo. Nishimura et al. (2000) observaram o máximo desenvolvimento testicular aos doze meses de idade em caprinos de raça Tokara no Japão, comportamento este, diferente ao observado aos animais da raça Alpina utilizados no presente trabalho, onde se verificou que os testículos continuaram a crescer após os doze meses.

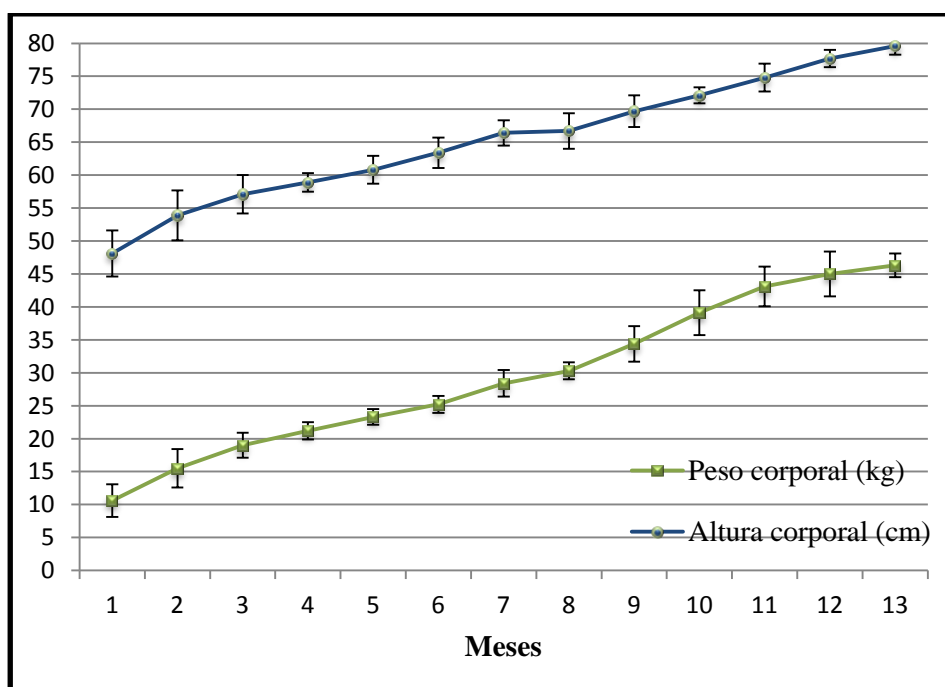


Figura 4: Médias e desvios padrão da altura (cm) e peso corporal (kg) de caprinos da raça Alpina do primeiro ao décimo terceiro mês de idade criados em manejo intensivo.

As medidas testiculares avaliadas na fase de pré-puberal e puberal podem ser indicadores do peso das gônadas e do epidídimo do animal adulto, variáveis que estão associadas com o potencial de produção espermática. O PE têm-se associado ao diâmetro ( $r=0,66$  a  $0,95$ ) e comprimento testicular ( $r=0,59$  a  $0,88$ ) em estudos anteriores (MOURA et al., 2002).

Santos et al. (2006) identificaram correlação positiva entre a idade e o PE ( $r=0,92$ ) de caprinos da raça Alpina criados na Zona da Mata Mineira. No entanto,

os autores destacaram que a influência da idade sobre os parâmetros reprodutivos e produtivos na raça Alpina pode ser reflexo de um padrão racial ainda não bem definido, em razão de suas diversas variedades e origens.

Considerando que o peso corporal de machos adultos da raça Alpina varia entre 70-90 kg (TORRES e OLIVEIRA, 2011), os animais utilizados neste estudo, demonstraram aos sete meses de idade, 35% do peso adulto, semelhante ao observado por Gibbons et al. (2009). Embora, estes autores identificaram nesta idade, capacidade de cópula em 50% dos animais avaliados, sendo diferente do presente estudo, onde todos os animais já tinham alcançado esta capacidade. Segundo Nishimura et al. (2000) apesar de se ter comportamento sexual e ejaculação a partir do quarto mês de idade, em algumas raças de caprinos, os animais precisam cerca de mais oito meses para completar o desenvolvimento testicular.

Em espécies sazonais como ovinos (JUCÁ et al., 2009) e bubalinos (PANT et al., 2003) o peso corporal possui correlação com as medidas testiculares. Almeida et al. (2010) observaram que o peso corporal apresentou correlação positiva com o PE e comprimento testicular, além de outras características como volume seminal e libido.

Todavia outros estudos são contraditórios e demonstram que o PE está mais correlacionado com a idade do que o peso corporal ( $r=0,39$ ), enquanto que com o VT, comprimento e diâmetro testicular ocorre o contrario em borregos pré-púberes. Após o aparecimento da puberdade fisiológica, o PE e VT passam a variar mais em função da idade e o comprimento e diâmetro testicular em função do peso corporal (VALENTIM et al., 1994).

Do oitavo para o nono mês (junho – julho) foi observada uma diminuição no PE ( $24,6\pm 1,3$  para  $23,2\pm 1,3$ ;  $P<0,05$ ) (tabela 2). Milczewski (2008) observou em carneiros que o decréscimo do tamanho testicular durante algumas épocas do ano, ocorre mesmo quando os animais continuam ganhando peso, o que indica que o fotoperíodo é mais marcante que a nutrição nas oscilações do tamanho testicular durante as estações do ano, e que mesmo mantendo uma dieta padronizada, não se impede a diminuição testicular. Por sua vez Aguiar et al. (2006) afirmaram que em algumas ocasiões pode ser observada uma redução

temporária na média do peso testicular e no peso corporal dos animais em consequência de alterações temporárias no manejo.

Em raças estacionais (originárias de zonas temperadas e frias, latitudes >40°) a estação reprodutiva ocorre quando há mudança de dias longos para dias curtos, (final do verão e início do outono). Esta fase é caracterizada pelas variações na libido, crescimento testicular e aumento na produção e qualidade de sêmen (STAUT, 2009). Entretanto, De La Vega et al. (2006) registraram em caprinos adultos nativos da Argentina os menores valores para PE no outono (25,2 cm) e os maiores na primavera (27,6 cm) o que é contraditório com o fotoperíodo, no entanto, nos meses de maior PE, os animais obtiveram alimentação de melhor qualidade, o que poderia explicar estes resultados.

Adicionalmente, Vera et al. (2002) verificaram em caprinos adultos SPRD da Argentina, os menores valores para PE no inverno, época de déficit nutricional e menor fotoperíodo, e os mais altos no verão, época de pasto abundante na região avaliada. A nutrição está relacionada aos picos de LH. Tais observações corroboram estudos anteriores em que ovinos consumindo dietas com altas concentrações de proteína tiveram os pulsos de LH aumentados quando comparados com aqueles que consumiram dietas com baixo conteúdo protéico (LINDSAY et al., 1984). Portanto, nos exames andrológicos realizados durante as épocas de menor disponibilidade de alimento, a diminuição fisiológica do tamanho testicular, deve ser considerada para não ser interpretada como um processo patológico (MILCZEWSKI, 2008).

As modificações sazonais estão relacionadas com o tamanho testicular. Em ovinos o tempo necessário para alcançar o tamanho máximo testicular é maior ao requerido para a diminuição do PE nesta espécie (MILCZEWSKI, 2008).

Em ovinos o PE aumenta em até 32% em determinadas épocas do ano. Da mesma forma, existe variação na espessura do epitélio germinativo, aumentando em 38% de uma fase para outra. Ainda na fase de menor PE, há diminuição evidente do número de espermátides e espermatozóides, embora, o número de células de Sertoli permanece constante durante o ano todo. O que ocorre é uma alteração de tamanho no citoplasma e conformação da célula devido ao número menor de células espermáticas que interagem com a célula de Sertoli (STAUT, 2009).

Martín et al. (2002) verificaram em caprinos da raça Florida criados na Espanha, os menores valores de PE durante o outono e os maiores na primavera, estes resultados podem estar relacionados aos períodos de cobertura aos quais os animais são submetidos, o que desencadearia uma resposta hipofisiária de liberação de LH e conseqüentemente testosterona. A diminuição do PE em uma época do ano é uma estratégia reprodutiva de contracepção natural, para garantir o maior número de partos quando as condições ambientais são mais favoráveis.

Tem-se observado um sincronismo do PE ao longo do ano com o volume do ejaculado e com o fotoperíodo; Esta correlação do PE com o volume do ejaculado ( $r=0,22$ ) não representa uma medida da capacidade fecundante do sêmen; contudo, uma alta concentração espermática no ejaculado permite esperar um aumento no rendimento reprodutivo do animal (DE LA VEGA et al., 2001). Isto leva à necessidade de que em produções comerciais de sêmen congelado exista previsão da quantidade de doses disponíveis a cada mês e se faz necessário saber que existe variação sazonal na quantidade total de espermatozoides por ejaculado, tornando o congelamento de sêmen, sob ponto de vista comercial, menos viável em algumas épocas do ano (SICILIA e SAAVEDRA, 2007; MILCZEWSKI, 2008).

Na tabela 2 se encontram as médias do comprimento e largura de cada testículo e as diferenças do valor médio de cada característica ao decorrer do tempo. Em nenhum animal foi observada assimetria testicular. O comprimento testicular aumentou progressivamente até o oitavo mês, para depois diminuir em aproximadamente um centímetro nos próximos meses; do mesmo modo, o aumento da largura testicular até o oitavo mês é constante, porém se apresentou oscilatória nos meses seguintes.

O crescimento não significativo das medidas das gônadas durante alguns meses provavelmente indica que o processo de proliferação das células germinativas encontra-se na fase inicial, com reduzida influência sobre a estrutura e diâmetro dos túbulos seminíferos (MOURA et al., 2002). Alguns resultados evidenciam que a fase de crescimento mais lento dos testículos, ocorre durante o processo de multiplicação e diferenciação das espermatogônias e que as variações mais acentuadas no diâmetro das gônadas e dos túbulos seminíferos e, principalmente, no peso testicular, coincidem com o estabelecimento da meiose,



onde cada espermatogônia B tem capacidade potencial de gerar quatro espermátides arredondadas e esta magnitude da divisão meiótica é responsável pela rápida substituição de parte do fluido tubular por células germinativas (AGUIAR et al., 2006). Após a puberdade, há ainda crescimento contínuo dos testículos em decorrência deste aumento na população de células germinativas no interior dos túbulos seminíferos (MOURA et al., 2002).

O VT tem-se mostrado altamente correlacionado com o PE, largura e comprimento testicular e peso corporal aos doze ( $r=0,78$ ;  $0,95$ ;  $0,71$ ;  $0,37$ ) e dezoito ( $r=0,80$ ;  $0,93$ ;  $0,82$ ;  $0,38$ ) meses de idade em touros zebuínos (UNANIAN et al., 2000) e bubalinos (PANT et al., 2003), mostrando a possibilidade de se avaliar e prever o potencial reprodutivo, por ocasião da seleção de machos para reprodutores jovens, utilizando-se medidas bidimensionais, como o comprimento e a largura dos testículos.

Foi observado que até o sétimo mês, algumas raças de caprinos têm grande variação da razão VT/peso corporal, mas a estabilização ocorre posteriormente (SICILIA e SAAVEDRA, 2007).

O VT obtido por meio da fórmula proposta por Fields et al. (1979) apud Unanian et al. (2000) tem fornecido valores próximos daqueles obtidos pelo deslocamento de líquido, sendo utilizado em estudos anteriores com a espécie caprina (MACHADO, 2006).

Embora o indicado seja utilizar a fórmula do VT segundo o formato da gônada (Bailey et al., 1996), sendo aplicada a de Fields et al. (1979) para testículos longos, longo-moderados e longo-oval e a fórmula do Bailey et al. (1998) para testículos oval-esféricos e esféricos, os dados do presente estudo quando submetidos a determinação do VT empregando a fórmula preconizada por Bailey et al. (1996) mostraram-se superestimados; de modo que se adotou a fórmula preconizada por Fields et al. (1979) que se ajustou melhor às medidas testiculares obtidas em mais de 65% do período experimental ou das faixas etárias estudadas, além de mostrar coeficientes de variação baixos durante a maior parte do período experimental (CV = 11,3-18,6 %).

A largura e comprimento testicular foram utilizados por Milczewski (2008) para a obtenção do VT por meio de cálculo matemático; observando-se nas duas medidas, constante simetria no mesmo reprodutor, o que mostra o

comportamento idêntico dos dois testículos em relação aos efeitos da sazonalidade.

No presente estudo, os dados obtidos revelaram aumento progressivo do VT desde o primeiro até o oitavo mês, variando até o décimo primeiro para aumentar de novo após o décimo segundo mês ( $P < 0,05$ ). Benavente et al. (2007) registraram em caprinos das ilhas Canárias, valor médio de 135 mL para VT aos doze meses de idade, sendo menor ao registrado no presente estudo nesta idade ( $297,5 \pm 33,7$  mL). Entretanto, estes autores estimaram que o máximo VT é atingido aos quatro anos de idade e que ainda em região de clima subtropical, existe correlação entre o VT e o fotoperíodo ( $r = 0,24$ ) em animais com mais de dois anos de idade. No entanto, Sicilia e Saavedra (2007) verificaram que para algumas raças, o fotoperíodo não se mostra importante para o desenvolvimento gonadal. No presente estudo, durante o mês de julho até setembro registrou-se uma queda no VT dos animais, no entanto, a temperatura e a umidade não mostraram um padrão que permita relacionar esta mudança durante estes meses.

A predição da produção espermática pode ser baseada, não só no PE, volume e peso testicular, mas também no formato testicular (SANTOS et al., 2005). Bailey et al. (1996) observaram que touros com testículos com formato longo-ovóide (PE=39,33 cm) tiveram maior produção espermática ( $14,8 \times 10^9$  spz/dia) quando comparados com touros com testículos ovóides (PE=43,1 cm;  $13,4 \times 10^9$  spz/dia) e com touros com formato testicular esférico (PE=46,2 cm;  $11,7 \times 10^9$  spz/dia), sugerindo que o PE isolado pode não refletir a produção espermática do reprodutor. Estes achados podem estar relacionados à área de superfície testicular e aos mecanismos de termorregulação. A distribuição vascular poderia estar mais compactada nos testículos esféricos, o que causaria aumento na temperatura dos mesmos (BAILEY et al., 1996).

Ainda Sicilia e Saavedra (2007) observaram que a maior temperatura e umidade relativa do ar estiveram relacionadas com maior VT de caprinos Mediterrâneos. Em algumas raças bovinas Fields et al. (1979) verificaram que durante determinadas épocas do ano houve diminuição do VT devido, aos efeitos da umidade e da temperatura ambiental sobre os túbulos seminíferos.

Entretanto, Benavente et al. (2007) observaram que as mudanças no VT de caprinos adultos criados nas Ilhas Canárias acompanharam as oscilações de

temperatura e as mudanças do fotoperíodo. O máximo VT foi observado na primavera e o mínimo no final do verão e início do outono. Da mesma forma, foi verificado que o VT alcança valores máximos aos quatro anos de idade e que devido à grande variação durante os primeiros anos de vida do animal, não é recomendável a formação de grupos para estudo desta característica quando os animais têm menos de dois anos.

No presente estudo apesar de ter-se obtido os maiores valores para medidas testiculares na época de maior temperatura ambiente e umidade relativa da região, deve ser considerado que os animais encontravam-se em fase de crescimento, fato que teria maior influência.

Ovinos entre seis e sete meses de idade têm mostrado correlação positiva da produção seminal e as medidas testiculares com as concentrações plasmáticas de testosterona ( $r=0,58$  e  $0,65$ ). Nesta idade e entre os treze e quatorze meses, a concentração de testosterona mostra-se relacionada com o padrão de secreção de LH (YARNEY e SANFORD, 1990) e com o número de montas (DUFOR et al., 1984).

Suwanpugdee et al. (2009) caracterizaram os testículos de outra espécie caprina (*Capricornis sumatraensis*) como ovóides e enfatizam na importância do formato testicular como indicador da produção espermática nesses animais.

Além disso, tem-se identificado que bovinos com testículos de formato esférico possuem menor VT e concentração espermática quando comparados com os de testículos longos ou ovóides (BAILEY et al., 1996). Contudo, os mesmos autores afirmaram que com o objetivo de se obter melhores resultados no cálculo das medidas testiculares e na classificação dos testículos, é de grande importância considerar o escroto, fâscias e túnicas testiculares. Neste sentido, Milczewski (2008) recomenda para o uso a fórmula do Bailey et al. (1996) subtrair 0,4 cm (correspondente a 0,2 cm de espessura de escroto em cada lado da medida com o paquímetro) com a finalidade de que o VT não seja superestimado, embora no presente estudo isto não tenha sido considerado.

O formato testicular também influenciou as biometrias testiculares de caprinos como demonstrado por Machado (2006) onde animais apresentando bipartição escrotal resultaram em maiores valores de PE, comprimento e VT. Animais SPRD entre oito e vinte quatro meses de idade, sem bipartição testicular

(característica também observada em caprinos de raça Alpina) apresentaram PE entre 23,4 e 24,8 cm, comprimento testicular entre 5,1 e 5,4 cm e VT entre 164,5 e 178,6 mL (valores ainda menores daqueles observados no presente trabalho). A diferença entre os valores de cada parâmetro avaliado, corresponde aos períodos seco e chuvoso, explicando mais uma vez o efeito que tem a época do ano sobre as medidas testiculares, sendo observados os maiores valores no período chuvoso em função das variações da temperatura ambiente e umidade relativa. Já os valores médios obtidos no presente estudo quando comparados com os registrados em outras raças são menores, provavelmente devido ao padrão racial e manejo dos animais.

#### **4.2 Avaliação do sêmen**

Caprinos jovens apresentam menor volume seminal que animais adultos, estando relacionado à menor número de células de Leydig e menor produção de testosterona e conseqüentemente, menor desenvolvimento das glândulas acessórias (SANTOS et al., 2006). No entanto, no presente estudo, os valores médios obtidos mostram-se contraditórios; no sexto mês de vida, quando as coletas iniciaram, o volume seminal foi maior comparado com o décimo terceiro mês ( $1,0 \pm 0,4$  para  $0,3 \pm 0,1$  mL), dando-se a maior diferença a partir do décimo primeiro mês (tabela 3). Provavelmente, se deve aos estímulos sexuais exacerbados demonstrados pelos animais ainda jovens, durante as sessões de coleta de sêmen, o que não aconteceu quando os animais alcançaram idades mais avançadas. Porém, durante todos os meses, o volume esteve entre os valores médios para caprinos (0,2–1,5 mL) citados por Aisen (2008) e Salviano e Souza (2008) ou aos 0,8 mL preconizados pelo CBRA (1998).

O turbilhonamento no décimo primeiro e décimo terceiro mês foi mais alto (4, em escala de 0–5) em decorrência da alta motilidade, vigor e concentração

TABELA 3: Aspectos físicos e morfológicos do sêmen de reprodutores caprinos da raça Alpina desde a adolescência até a maturidade sexual criados em manejo intensivo.

MÊS	VOL	TURB	MOT	VIG	CONC	DMAI	DMEN	DT	HOST
6	1,0±0,4 <sup>a</sup>	3,2±0,9 <sup>BC</sup>	66,3±12,9 <sup>a</sup>	3,4±0,6 <sup>a</sup>	2,3±0,9 <sup>a</sup>	5,7±5,9 <sup>a</sup>	12,4±5,5 <sup>A</sup>	18,2±10,1 <sup>a</sup>	55,5±12,2 <sup>BC</sup>
7	1,2±0,3 <sup>ac</sup>	3,0±0,8 <sup>C</sup>	66,5±13,1 <sup>a</sup>	3,5±0,4 <sup>a</sup>	2,4±0,4 <sup>ac</sup>	8,0±6,6 <sup>a</sup>	8,4±5,1 <sup>A</sup>	16,5±11,0 <sup>a</sup>	51,5±7,6 <sup>C</sup>
8	1,2±0,2 <sup>ace</sup>	3,0±0,6 <sup>C</sup>	67,9±8,9 <sup>a</sup>	3,2±0,3 <sup>ab</sup>	2,4±0,4 <sup>ace</sup>	7,1±5,3 <sup>a</sup>	7,9±3,6 <sup>A</sup>	15,0±8,2 <sup>a</sup>	44,4±9,1 <sup>C</sup>
9	1,1±0,3 <sup>aceg</sup>	3,0±0,9 <sup>C</sup>	70,3±17,3 <sup>a</sup>	3,4±0,8 <sup>ab</sup>	2,7±0,1 <sup>aceg</sup>	5,4±2,6 <sup>a</sup>	8,1±3,2 <sup>A</sup>	13,6±4,6 <sup>a</sup>	51,1±15,2 <sup>C</sup>
10	0,9±0,3 <sup>acegi</sup>	3,5±0,8 <sup>ABC</sup>	76,5±8,9 <sup>a</sup>	3,7±0,7 <sup>ab</sup>	3,1±0,2 <sup>aceg</sup>	4,3±2,0 <sup>a</sup>	10,2±5,1 <sup>A</sup>	14,5±5,5 <sup>a</sup>	55,4±12,4 <sup>BC</sup>
11	0,6±0,2 <sup>adphi</sup>	4,0±0,7 <sup>A</sup>	74,5±11,6 <sup>a</sup>	3,8±0,6 <sup>ab</sup>	4,5±0,1 <sup>bdfh</sup>	4,5±3,0 <sup>a</sup>	9,6±5,3 <sup>A</sup>	14,1±7,3 <sup>a</sup>	67,8±9,2 <sup>AB</sup>
12	0,4±0,2 <sup>bdfhj</sup>	3,6±0,8 <sup>ABC</sup>	71,5±8,4 <sup>a</sup>	3,4±0,6 <sup>ab</sup>	3,4±0,9 <sup>bceg</sup>	6,0±6,7 <sup>a</sup>	10,2±5,2 <sup>A</sup>	16,2±8,8 <sup>a</sup>	73,0±11,1 <sup>A</sup>
13	0,3±0,1 <sup>bdfhj</sup>	4,0±0,8 <sup>AB</sup>	78,1±8,1 <sup>a</sup>	3,9±0,5 <sup>ac</sup>	4,1±0,1 <sup>bdfh</sup>	5,4±2,7 <sup>a</sup>	11,0±5,3 <sup>A</sup>	16,5±6,1 <sup>a</sup>	71,3±20,7 <sup>A</sup>

<sup>A..C</sup> Médias ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras maiúsculas na mesma coluna diferem entre si ( $P < 0,05$ ), pelo Teste de Tukey. <sup>a...i</sup> Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna diferem entre si ( $P < 0,05$ ), pelo Teste de Kruskal-Wallis. VOL: volume seminal (mL); TURB: turbilhamento espermático (0-5); MOT: motilidade espermática (%); VIG: vigor espermático (1-5); CONC: concentração espermática total ( $10^9$ ); DMAI: defeitos maiores (%); DMEN: defeitos menores (%); DT: defeitos totais (%); HOST: células espermáticas reativas ao Teste Hiposmótico (%).

espermática nesses meses. Estes resultados estão de acordo com os registrados por Santos et al. (2006a) e Castilho (2008) trabalhando com animais adultos da raça Alpina.

Outro aspecto físico avaliado foi a motilidade espermática, geralmente considerada como sinônimo da boa fertilidade do macho. A motilidade é dependente de estruturas como microtúbulos, mitocôndrias, bainha fibrosa da peça principal, dineínas do axonema, canais de cálcio e das vias de sinalização celular. Na maioria de mamíferos são identificáveis dois tipos de motilidade: a ativada (vista no sêmen recém ejaculado) e a hiper-ativada (observada nos espermatozóides próximos ao sítio de fertilização), sendo que nas avaliações de rotina, só a primeira é considerada (TURNER, 2006).

O aumento da motilidade espermática tem sido associado à maturidade sexual, e correlacionada positivamente com o VT e a concentração espermática (FIELDS et al., 1979), similarmente, tem-se observado em ovinos, que estas características e a percentagem de spz vivos, além de mudar de acordo com o desenvolvimento do testículo, também mudam durante o ano, sendo maior durante a estação reprodutiva (DUFOR et al., 1984).

No presente estudo, a motilidade espermática variou de  $66,3 \pm 12,9$  a  $78,1 \pm 8,1\%$  entre o sexto e décimo terceiro mês de vida, porém não houve diferença entre as faixas etárias estudadas ( $P > 0,05$ ), no entanto, o vigor espermático mostrou-se oscilatório durante os meses avaliados, com valores entre  $3,2 \pm 0,3$  e  $3,9 \pm 0,5$  ( $P < 0,05$ ) (tabela 3). Santos et al. (2006a) e Castilho (2008) obtiveram maiores valores para a motilidade espermática (87-90%) o que pode indicar que esta característica aumentaria ainda mais nos meses seguintes à conclusão do presente experimento.

Almeida et al. (2010) também observaram valores próximos aos deste estudo para motilidade espermática (76-81%) e vigor espermático ( $>3$ , em escala de 0-5). Os mesmos autores verificaram que o vigor espermático mostrou correlação positiva com a libido, concentração espermática, PE e comprimento testicular.

Considerando o turbilhonamento, motilidade e vigor espermático pode-se afirmar que os animais atingiram os valores seminais exigidos pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 1998) a partir do nono mês de idade, o

que confere aos mesmos, a idade média à maturidade sexual dos animais avaliados.

O método de coleta, época do ano e a raça têm influência na concentração espermática do ejaculado (FIELDS et al., 1979). O CBRA (1998) recomenda uma concentração espermática média para reprodutores caprinos de dois bilhões de espermatozoides totais. Os valores obtidos para esta característica estiveram entre  $2,3 \pm 0,9$  e  $4,5 \pm 0,1 \times 10^9$  spz totais (tabela 3), sendo ainda mais baixos que os reportados por Sousa et al. (2001) ( $3,97-6,11 \times 10^9$  spz totais), porém, similares aos recomendados por Aisen (2008) que considera como normal para a espécie valores entre  $3$  e  $7 \times 10^9$  spz totais.

Usando animais adultos de raça Alpina também na Zona da Mata Mineira, Filho (2010) registrou valores médios de  $3,3 \times 10^9$  spz totais, similares aos obtidos no presente trabalho. Castilho (2008) trabalhando em condições semelhantes às deste estudo, não achou diferença na concentração espermática entre as raças Alpina e Saanen. Todavia, Santos et al. (2006a) registraram menor valor ( $1,7 \times 10^9$  spz totais) para a raça Alpina.

Em caprinos SPRD na Argentina têm sido obtidos valores médios para volume do ejaculado, concentração espermática por mL e concentração total do ejaculado de 0,6 mL; 6,3 e 3,6 bilhões de espermatozoides, depois do primeiro ano de idade, estando dentro dos padrões para a espécie (DE LA VEGA et al., 2001). Já Almeida et al. (2010) verificaram em caprinos concentrações espermáticas de  $1,78 \times 10^6$  spz/mL e o volume seminal entre 0,7–0,9 mL. Estes autores observaram que animais que possuem maior peso corporal e medidas testiculares apresentaram também maior volume seminal.

Milczewski (2008) observou correlação positiva entre o volume do ejaculado e a concentração espermática em ovinos, verificando também, menor concentração espermática durante o inverno, coincidindo com o período em que foram observados os menores valores de PE e menor volume seminal. A concentração espermática no presente trabalho teve correlação negativa ( $r=-0,24$ ;  $P<0,002$ ) com o volume do ejaculado. Durante os meses que corresponderam ao inverno na região do local de realização do experimento, foram observadas baixas concentrações espermáticas, comparado com os meses posteriores, mas estas observações estiveram mais relacionadas à maturidade sexual do que à época do

ano, embora, em algumas raças bovinas tem-se observado uma diminuição da concentração espermática devido aos efeitos sazonais durante o ano (FIELDS et al., 1979).

As anormalidades espermáticas por sua vez, refletem o estado dos túbulos seminíferos e em certo grau do epidídimo, estando altamente associadas à infertilidade e esterilidade no macho, podendo ser de origem genética, ambiental ou ambas (CHENOWETH, 2005; FRENEAU et al. 2010).

Santos et al. (2005) afirmaram que em bovinos durante a puberdade o sêmen apresentou, além de baixa motilidade espermática, alta taxa de espermatozóide anormais, principalmente com gotas citoplasmáticas, defeitos de cabeça e de cauda, refletindo a incompleta funcionalidade do tecido seminífero e das células epiteliais do epidídimo. No entanto, no presente trabalho isto não foi constatado, pois as coletas de sêmen foram iniciadas após a puberdade (fase de adolescência).

Por outro lado, Santos et al. (2006a) relataram que caprinos jovens independente da raça apresentam menor percentagem de patologias espermáticas (14,1%) que animais adultos (19,3%). Entretanto, verificou-se no presente estudo que o percentual de defeitos totais seguiram um padrão distinto variando entre  $18,2 \pm 10,1$  no sexto mês e  $13,6 \pm 4,6$  no nono mês, sem diferenças durante o tempo avaliado ( $P > 0,05$ ). Já os defeitos maiores e menores mostraram-se oscilatórios nas mesmas faixas etárias (tabela 3), embora, dentro dos valores preconizados pelo CBRA (1998).

Segundo Almeida et al. (2010) em caprinos com idade entre oito e vinte e quatro meses, o PE correlaciona-se negativamente com o percentual de patologias espermáticas, corroborando os resultados de Silva et al. (2008) que verificaram que as associações entre o PE aos 18 meses em bovinos da raça Nelore e os defeitos espermáticos são negativas. Entretanto, estas observações mostram-se contrárias às observações do presente estudo, onde a correlação entre o PE e os defeitos totais foi positiva ( $r=0,30$ ;  $P < 0,0001$ ) na faixa etária entre seis e treze meses de idade.

Por outro lado, alguns autores observaram que animais que não apresentam bipartição escrotal como a raça Alpina apresentam um percentual maior de patologias espermáticas, quando comparados com animais com certo



grau de bipartição (ALMEIDA et al., 2010), sendo o ideal para a espécie caprina um percentual de patologias espermáticas inferior a 20% segundo preconizado pelo CBRA (1998). O menor número de patologias em animais com bipartição escrotal pode ser explicado pelo maior número de ramos arteriais na região da divisão escrotal, maior número de glândulas sudoríparas no escroto e maior comprimento do segmento funicular da artéria testicular, o que aumenta a eficiência da termorregulação escroto-testicular, melhorando assim a espermatogênese e a qualidade seminal. No entanto, no presente estudo, apesar dos animais não apresentarem escroto bipartido, as condições onde estiveram alojados foram favoráveis para o quadro morfológico do sêmen.

Entre os testes complementares do sêmen, o teste hiposmótico ou de endomose (HOST) visa avaliar a integridade funcional da membrana plasmática, requisito essencial para o espermatozóide, devido à baixa capacidade de restauração que esta possui neste tipo celular (SIQUEIRA, 2004). Porém, apesar deste teste ser importante na avaliação espermática, não deve ser utilizado isoladamente para prever o potencial reprodutivo do animal (MARTINS, 2009). O HOST além de ser barato e de fácil execução, possui correlação positiva com a fertilidade e têm sido utilizado na avaliação de sêmen bovino (MARTINS, 2009), bubalino (LODHI et al., 2008), eqüino (MELO E HENRY, 1999), suíno (BARROS, 2012) e caprino (ALVES, 2006).

A intensidade de resposta ao HOST pode ser diferente conforme à quantidade de água que entra na célula, variando desde uma pequena curvatura na ponta da cauda até cauda fortemente dobrada e dobramentos intermediários (SANTOS et al., 2006b).

No presente estudo, o percentual de espermatozoides reativos ao HOST diferiu entre as faixas etárias ( $P < 0,05$ ), sendo observando valores baixos entre o 6° e 10° mês, valores intermediários entre o 10° e 11° mês e maiores valores no 12° e 13° mês (tabela 3).

O maior valor de reação positiva ao HOST no presente estudo é similar ao obtido por Alves (2006) (79,4%) em caprinos da raça Boer, usando uma solução hiposmótica com características semelhantes. Entretanto, Martins (2001) e Martins (2009) em caprinos adultos da raça Alpina e bovinos jovens,

respectivamente, obtiveram em média 24,6 e 43,9% usando soluções com 100 e 150 mOsm/kg, valores inferiores aos achados neste trabalho.

Nos animais avaliados, o HOST mostrou correlação positiva ( $P < 0,0001$ ) com a motilidade e vigor espermático ( $r=0,38$  e  $0,36$ , respectivamente). Porém Lodhi et al. (2008) verificaram correlações positivas maiores em touros ( $r=0,61$  e  $0,90$ ) e búfalos ( $r=0,64$  e  $0,88$ ) ( $P < 0,05$ ) para as mesmas características, o que tornaria interessante adotar este teste como uma da avaliação de rotina.

Siqueira (2004) ressalta a importância de se considerar a motilidade espermática junto à integridade da membrana, devido à presença de espermatozoides com membrana danificada, porém móveis e vice versa. No presente estudo, verificou-se que a motilidade espermática em todas as faixas etárias (a exceção do décimo segundo mês de idade) foi maior do que o HOST, indicando que alguns espermatozoides móveis não tinham membrana plasmática íntegra.

Embora o HOST seja um teste simples, vários protocolos têm sido usados pelos pesquisadores dificultando a comparação entre os estudos. Sousa et al. (2001) e Alves (2006) verificaram em bodes maior percentagem de spz com reação positiva ao HOST usando meio com 100 mOsm/kg, a mesma usada no presente trabalho, resultando em valores satisfatórios. Outros estudos usando solução com 125 mOsm/kg tiveram resultados satisfatórios para a espécie (BITTENCOURT et al., 2005; FONSECA et al., 2005). Quanto à fixação da solução hiposmótica e sêmen, Salviano et al. (2011) afirmaram que a solução de formol salina tamponada adicionada à solução hiposmótica de citrato de sódio após o período de incubação é um método eficaz de manutenção de células espermáticas caprinas osmoticamente ativadas. Este procedimento permite a avaliação dos espermatozoides em períodos mais longos após o desafio dos mesmos à solução hiposmótica.

Já o aspecto seminal faz parte da avaliação macroscópica do ejaculado, onde normalmente são avaliadas a cor e a aparência, parâmetros que dependem da concentração de espermatozoides e eventualmente da presença de sangue, pus, urina, células epiteliais, detritos, etc. (CBRA, 1998; SALVIANO e SOUZA, 2008). O sêmen dos animais pode apresentar-se com aspecto cremoso (com variações desde o cremoso espesso ao cremoso fino), leitoso, opalescente ou

nebuloso e aquoso (AISEN, 2008). Segundo este autor, a predição da concentração de espermatozoides presentes no ejaculado pode ser feita de forma empírica, baseando-se no aspecto. As frequências do aspecto seminal durante o período experimental estão sumariadas na tabela 4, sendo o de maior frequência o aspecto 4 ou cremoso (52,8%).

TABELA 4: Frequência dos aspectos seminais de acordo com a idade em caprinos da raça Alpina.

IDADE/MÊS	ASPECTOS SEMINAIS				n
	Aquoso	Opalescente	Leitoso	Cremoso	
6	0 (0)	2 (10)	12 (60)	6 (30)	20
7	0 (0)	3 (18,7)	10 (62,5)	3 (18,7)	16
8	0 (0)	1 (6,25)	10 (62,5)	5 (31,2)	16
9	1 (5)	0 (0)	9 (45)	10 (50)	20
10	0 (0)	0 (0)	4 (25)	12 (75)	16
11	0 (0)	0 (0)	4 (25)	12 (75)	16
12	0 (0)	1 (5)	5 (25)	14 (70)	20
13	0 (0)	1 (6,25)	3 (18,7)	12 (75)	16
%	1 (0,71)	8 (5,7)	57 (40,7)	74 (52,8)	140 (100)

### 4.3 Variáveis climáticas

Existe efeito da estação do ano sobre as características produtivas da raça Alpina (PEREIRA et al., 2008), sendo importante o estudo dos efeitos ambientais que influenciam as características produtivas e reprodutivas desejadas e assim estimar os parâmetros genéticos para seleção dos animais no Brasil.

Os índices de conforto térmico que incluem dois ou mais elementos climáticos, têm sido utilizados para avaliar o impacto dos fatores ambientais sobre a produção animal. O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) tem sido usado para descrever o conforto térmico de animais, levando em consideração a temperatura ambiente e umidade relativa do ar, por estarem relacionadas com o conforto térmico e o funcionamento geral dos processos fisiológicos (NEVES et al., 2009; BEZERRA e SILVA, 2010).

A maior temperatura média registrada pelo bulbo seco foi no mês de outubro ( $25,5 \pm 0,9$  °C) e a menor em junho ( $15,9 \pm 1,5$  °C); a maior umidade

relativa do ar foi no mês de novembro ( $91,5 \pm 0,3$  %) e a menor em maio ( $79,5 \pm 3,1$  %). Em todos os meses do período experimental, os valores de temperatura e umidade foram usados para o cálculo do ITU, que mostrou ser maior durante o mês de outubro ( $76,8 \pm 1,3$ ) e menor no mês de junho ( $60,4 \pm 2,5$ ). Houve diferença para todas as variáveis climáticas durante os meses do período experimental ( $P < 0,05$ ) (tabela 5).

Valores para o ITU abaixo de 70 indicam uma condição térmica normal, o que foi observado entre o oitavo e décimo mês de idade dos animais no presente estudo, já os demais meses foram considerados como críticos (valores entre 71 e 78). Não houve durante o período experimental valores de ITU que indicassem situações de perigo ou de emergência para os animais.

Os valores de temperatura máxima e mínima no presente estudo indicam que, durante algumas horas do dia os animais estiveram fora do conforto térmico para caprinos ( $20-30$  °C) (BAÊTA & SOUZA, 1997). Entretanto, os valores obtidos para o ITU estiveram abaixo da faixa crítica para a espécie caprina, estimada por Turco et al. (2011) (74-81), demonstrando que a região da Zona da Mata Mineira junto às condições proporcionadas no alojamento dos animais, mantiveram o conforto térmico dos mesmos, embora seja contrário ao verificado por Martins et al. (2007) na região Nordeste do Brasil, onde caprinos estiveram sujeitos a ITU superior a 78, classificados como em condições estressantes críticas ou de perigo, em qualquer horário do dia, no período chuvoso e seco; já Ferreira et al. (2006) no estado do Rio de Janeiro registraram grande sensibilidade da raça Alpina ao estresse térmico.

Evidentemente, Oliveira et al. (2006) observaram uma tendência de resfriamento na região Sudeste do Brasil de janeiro a julho, sendo seguida por aquecimento até dezembro. No presente trabalho foi evidenciada a diminuição do ITU desde abril até agosto para aumentar posteriormente até novembro. O ITU registrado por esses autores foram próximos aos deste estudo durante o mesmo período do ano ( $66,8-71,7$ ).

Da mesma maneira, os menores valores deste índice em toda a região Sudeste entre maio e setembro ( $<74$ ) oferecem menores riscos de desconforto térmico (OLIVEIRA et al., 2006). Nos períodos onde ocorre desconforto para os animais, há necessidade de se tomar precauções nas condições de manejo,

TABELA 5: Características climáticas monitoradas dentro das baias dos machos caprinos da raça Alpina criados em manejo intensivo do sexto ao décimo terceiro mês de idade.

MÊS	TMAX	TMIN	BS	BU	UMI	ITU
6	29,8±3,0 <sup>a</sup>	18,2±1,0 <sup>a</sup>	24,0±1,1 <sup>a</sup>	21,4±0,8 <sup>a</sup>	80,2±3,8 <sup>a</sup>	73,2±1,6 <sup>a</sup>
7	26,0±3,5 <sup>ac</sup>	18,5±2,9 <sup>ac</sup>	22,2±1,8 <sup>ac</sup>	19,7±1,3 <sup>ac</sup>	79,5±3,1 <sup>ac</sup>	70,3±2,8 <sup>ac</sup>
8	22,3±4,0 <sup>bce</sup>	9,5±1,7 <sup>bde</sup>	15,9±1,5 <sup>bde</sup>	13,7±1,5 <sup>bde</sup>	82,0±4,4 <sup>ace</sup>	60,4±2,5 <sup>bde</sup>
9	27,4±5,3 <sup>aceg</sup>	9,6±0,5 <sup>bdeg</sup>	18,5±2,5 <sup>bceg</sup>	16,0±2,7 <sup>bceg</sup>	80,3±6,4 <sup>aceg</sup>	64,4±4,1 <sup>bceg</sup>
10	29,0±2,0 <sup>acfgi</sup>	8,7±1,1 <sup>bdegi</sup>	18,8±0,7 <sup>bcegi</sup>	17,2±1,5 <sup>bcegi</sup>	86,8±6,7 <sup>acegi</sup>	65,3±1,4 <sup>bcegi</sup>
11	32,7±1,1 <sup>adfghjk</sup>	13,2±4,1 <sup>acegik</sup>	23,0±2,3 <sup>acfhj</sup>	21,2±2,9 <sup>acfhj</sup>	87,3±5,3 <sup>acegi</sup>	72,3±4,3 <sup>acfhj</sup>
12	32,0±0,9 <sup>adfhilm</sup>	19,1±1,0 <sup>acfhjl</sup>	25,5±0,9 <sup>adfhj</sup>	24,0±0,6 <sup>adfhj</sup>	89,7±3,2 <sup>bdphi</sup>	76,8±1,3 <sup>adfhj</sup>
13	28,2±2,5 <sup>acegilm</sup>	18,2±1,3 <sup>acfhjk</sup>	23,2±1,9 <sup>acfhj</sup>	22,0±1,7 <sup>acfhj</sup>	91,5±0,3 <sup>bdphi</sup>	73,1±3,3 <sup>acfhj</sup>

<sup>a...n</sup> Médias ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna diferem entre si (P < 0,05), pelo Teste de Kruskal- Wallis. TMAX: temperatura máxima (°C); TMIN: temperatura mínima (°C); BS: bulbo seco (°C); BU: bulbo úmido (°C); UMI: umidade relativa (%); ITU: índice de temperatura e umidade.

tais como, manutenção e/ou instalação de sistemas de ventilação e/ou resfriamento evaporativo, para evitar perdas na produção.

Segundo Santos et al. (2006a) machos caprinos da raça Alpina são sensíveis às variações sazonais ao longo do ano na Zona da Mata Mineira e apresentam variações no comportamento sexual, PE e aspectos quantitativos e qualitativos seminiais.

Lezier (2003) trabalhando com bovinos da raça Nelore não observou existência de diferenças nos valores de PE, altura e largura dos testículos, entre as épocas seca e de chuva. No presente estudo, apesar dos animais se encontrarem em fase de crescimento, foi verificada correlação positiva entre algumas variáveis climáticas e o PE, e correlação negativa com o comprimento testicular. No entanto, estas correlações variaram de baixas a moderadas e nenhuma significância foi observada para a largura testicular. Já o peso corporal e os parâmetros climáticos tiveram correlação moderada (tabela 6), igualmente entre peso e PE ( $r=0,35$ ;  $P<0,0001$ ).

O PE, consistência testicular e as características física-morfológicas do sêmen são afetados negativamente pelo aumento da temperatura testicular. Animais oriundos de zonas temperadas são mais suscetíveis às mudanças de temperatura na região do presente estudo. Santos e Simplício (2000) demonstraram por meio de insulação escrotal em caprinos, alteração dos parâmetros seminiais a partir da primeira semana após a insulação, chegando até um quadro de necrospemia seis semanas depois. Isto destaca a importância que tem a termorregulação sobre a espermatogênese. Todavia, estes autores destacam a regeneração do quadro espermático (8-10 semanas) após a remoção da bolsa de insulação, sendo mais demorada em animais mestiços Alpina quando comparados com animais Moxotó. Provavelmente, em decorrência da maior ou menor adaptação dos animais ao meio ambiente tropical.

Altas temperaturas do ambiente podem influenciar a qualidade seminal, alterar o processo de maturação epididimária e comprometer as estruturas da membrana plasmática dos espermatozoides (MARTINS, 2001).

Milczewski (2008) não observou diferenças na motilidade progressiva, vigor espermático e turbilhonamento entre os meses do ano em ovinos. No entanto, o volume do ejaculado, a concentração espermática e o número total de

espermatozóides por ejaculado variaram no mesmo período. No presente estudo, as diferenças observadas nestas características ao longo dos meses, se relacionam ao desenvolvimento do animal e não aos efeitos climáticos. Provavelmente, em animais adultos, este efeito sazonal poderia ser evidenciado.

TABELA 6: Correlações entre características climáticas, medidas testiculares e peso corporal de caprinos da raça Alpina do primeiro ao décimo terceiro mês de idade criados em condições intensivas.

<b>PARÂMETRO CLIMÁTICO</b>	<b>PE</b>	<b>COMP</b>	<b>LARG</b>	<b>PESO CORPORAL</b>
<b>Bulbo seco</b>	0,26	-0,19	NS	0,25
<b>Bulbo úmido</b>	0,30	-0,25	NS	0,37
<b>ITU</b>	0,28	-0,22	NS	0,31

NS: não significativo a  $P < 0,05$ . ITU: Índice de Temperatura e Umidade; PE: Perímetro escrotal; COMP: Comprimento testicular; LARG: Largura testicular.

Por sua vez, Sousa et al. (2001) observaram que o turbilhonamento e a motilidade espermática em caprinos criados em Portugal estão relacionados com o fotoperíodo, apresentando valores baixos de janeiro a maio, aumentando em agosto e mantendo-se elevadas até dezembro, comportamento este, semelhante ao verificado no presente estudo. No entanto, estes resultados estiveram relacionados à maturidade dos animais e não ao fotoperíodo.

Com relação à morfologia espermática, diferenças na porcentagem de defeitos espermáticos podem ser identificadas ao longo do ano. Milczewski (2008) verificou as maiores porcentagens de defeitos totais entre os meses de junho e setembro e no mês de fevereiro, porém essas diferenças não foram significativas.

Todavia, a porcentagem de células reativas ao HOST foi maior nos últimos três meses avaliados, quando se registraram valores maiores para os parâmetros climáticos (tabela 5). Da mesma forma, correlações positivas foram estabelecidas entre estas características, sendo contrario aos valores registrados por Ferreira et al. (2001) que relataram a inexistência de variações sazonais na porcentagem de endosmoses positivas. Já o volume seminal teve correlação negativa com as características climáticas avaliadas (tabela 7), enquanto que as outras características espermáticas tiveram correlação baixa ou não significativa.

Neste contexto, o zoneamento climático permite delinear áreas de distintas aptidões que junto às práticas de manejo viabilizam a criação de caprinos, respeitando as características fisiológicas de aptidão e raças (TURCO et al., 2011).

TABELA 7: Correlações entre parâmetros climáticos e características do sêmen fresco de caprinos da raça Alpina do primeiro ao décimo terceiro mês de idade.

<b>CARACTERÍSTICAS SEMINAIS</b>	<b>BULBO SECO</b>	<b>UMIDADE RELATIVA</b>	<b>ITU</b>
<b>Volume</b>	-0,37	-0,52	-0,41
<b>Aspecto</b>	NS	0,27	0,12
<b>Turbilhonamento</b>	0,22	0,21	0,23
<b>Motilidade</b>	NS	0,11	NS
<b>Vigor</b>	NS	NS	NS
<b>Concentração</b>	NS	0,24	0,11
<b>Defeitos maiores</b>	NS	NS	NS
<b>Defeitos menores</b>	0,16	NS	0,14
<b>Defeitos totais</b>	0,10	NS	NS
<b>HOST</b>	0,43	0,30	0,46

NS: não significativo a  $P < 0,05$ . HOST: Teste Hiposmótico; ITU: Índice de Temperatura e Umidade.

#### 4.4 Ecotextura testicular

Durante a avaliação ultrassonográfica no presente estudo foi identificado o mediastino testicular, como uma linha no plano longitudinal ou um ponto no plano transversal sempre de característica hiperecótica no centro do parênquima testicular. Igualmente as túnicas apareceram como uma estrutura hiperecótica ao redor do parênquima, já este último, mostrou-se moderadamente ecogênico e homogêneo na maioria das avaliações e em poucas situações foram diferenciadas as túnicas testiculares de forma separada, demonstrando ausência de líquido entre estas (figura 6), similar ao observado em ovinos (GOULETSOU et al., 2003) e bovinos (ARTEAGA et al., 2005).



Em bovinos é observado aumento da ecogenicidade testicular durante a fase de crescimento do animal. A ecotextura testicular nesta espécie aumenta em proporção direta com o VT ( $r=0,75$ ) (CARDILLI, 2008). Na tabela 8 e na figura 5 são demonstrados os valores médios para a ecotextura testicular. Houve aumento da intensidade de pixels (IP) durante junho (oitavo mês) com diminuição nos meses posteriores, o que coincidiu com o mês de maior VT (tabela 2). Entretanto, Chandolia et al. (1997) registraram mudanças nos valores da IP nas avaliações ultrassonográficas testiculares de ovinos durante a fase de crescimento, observando que até a oitava semana de vida houve um decréscimo dos valores, os quais aumentaram posteriormente até a décimo segunda semana para depois se estabilizarem; não sendo observadas mudanças entre ambos os testículos quando avaliados nos planos transversais e longitudinais.

TABELA 8: Ecotextura testicular (em intensidade de pixels) de caprinos da raça Alpina do sexto ao décimo terceiro mês de idade.

MÊS	MDIR	CVDIR	MESQ	CVESQ
6	133,8±12,9 <sup>a</sup>	9,6	134,0±11,0 <sup>a</sup>	8,2
7	144,7±14,6 <sup>ac</sup>	10,0	135,3±13,8 <sup>a</sup>	10,2
8	149,3±9,4 <sup>bce</sup>	6,2	142,4±12,4 <sup>ab</sup>	8,7
9	134,9±10,9 <sup>aceg</sup>	8,1	132,2±10,8 <sup>ab</sup>	8,2
10	130,9±2,4 <sup>acfgi</sup>	1,8	129,2±1,0 <sup>ab</sup>	0,8
11	127,1±2,4 <sup>adfghjk</sup>	1,9	128,0±3,5 <sup>ac</sup>	2,7
12	129,4±2,8 <sup>adfhilm</sup>	2,2	129,5±5,1 <sup>ab</sup>	3,9
13	128,4±2,1 <sup>acegilm</sup>	1,7	128,3±2,5 <sup>ab</sup>	1,9

<sup>a...n</sup> Médias ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna diferem entre si ( $P < 0,05$ ), pelo Teste de Kruskal-Wallis. MDIR e MESQ: Média do testículo direito e esquerdo ± desvio padrão; CVDIR e CVESQ: Coeficiente de variação do testículo direito e esquerdo (%).

Diferenças nos valores da escala de cinza podem ser observadas em diferentes planos; no entanto, durante o presente estudo, ambos os testículos seguiram o mesmo padrão de comportamento na escala de cinzas ao longo do tempo, similar ao observado por Cardilli (2008) em bovinos em crescimento.

O aumento da ecotextura pode se relacionar aos túbulos seminíferos em desenvolvimento que ao serem ocupados por um número maior de células,

refletem em maior grau as ondas acústicas impedindo a sua penetração, parecendo assim como um tecido de maior densidade (RIBADU e NAKAO, 1999).

A ultrassonografia pode ser utilizada para verificar a precocidade sexual em animais jovens durante a transição pré/pós puberdade (CARDILLI, 2008). A IP durante o desenvolvimento sexual mostra um padrão complexo devido às mudanças no parênquima testicular. Durante as primeiras semanas de vida os valores são baixos, refletindo assim a produção de fluido que precede à espermatogênese; progressivamente os valores de IP aumentam devido à maior proliferação celular e à formação de tipos celulares maduros (EVANS et al., 1996; CHANDOLIA et al., 1997). Porém, Pinho (2010) verificou que após a puberdade, a ultrassonografia testicular exclusivamente, não permite predizer o estágio de maturidade sexual em touros.

Porém foi demonstrado no presente estudo que em caprinos após a puberdade, o padrão ultrassonográfico depende provavelmente em maior parte ao fotoperíodo como demonstrado na figura 5, que registra uma queda na IP entre os meses de junho e julho, final da estação reprodutiva na região.

Algumas alterações identificadas em imagens ultrassonográficas descritas por outros autores incluem isquemia testicular (AHMAD et al., 1999), traumas (AHMAD e NOAKES, 1995a), espermatocite intratesticular (KARACA et al., 1999), mineralização, fibrose, (AHMAD e NOAKES, 1995b), cistos (TORREGGIANI et al., 2001), varicocele intratesticular, ectasia tubular da *rete testis*, orquite aguda, entre outras (VITAL et al., 2007).

No presente estudo foram observados focos de fibrose testicular nos últimos meses de avaliação em alguns animais (figura 7). Barth et al. (2008) descreveram estas lesões histologicamente, observando nos testículos afetados, massas fibroticas com fibrilação fina ao redor dos túbulos seminíferos, em alguns casos, redução no número de células germinativas e perda das células de Sertoli, podendo comprometer os túbulos adjacentes. Os mesmos autores não acharam efeito da raça e do PE sobre a presença ou ausência de fibrose testicular em bovinos. No presente estudo, houve correlações negativas e baixas entre PE e IP (testículo esquerdo,  $r=-0,17$ ;  $P<0,02$ ) (testículo direito  $r=-0,11$ ;  $P<0,08$ ). Pinho (2010) também observou que em bovinos a correlação do PE com a IP é baixa, porém positiva.

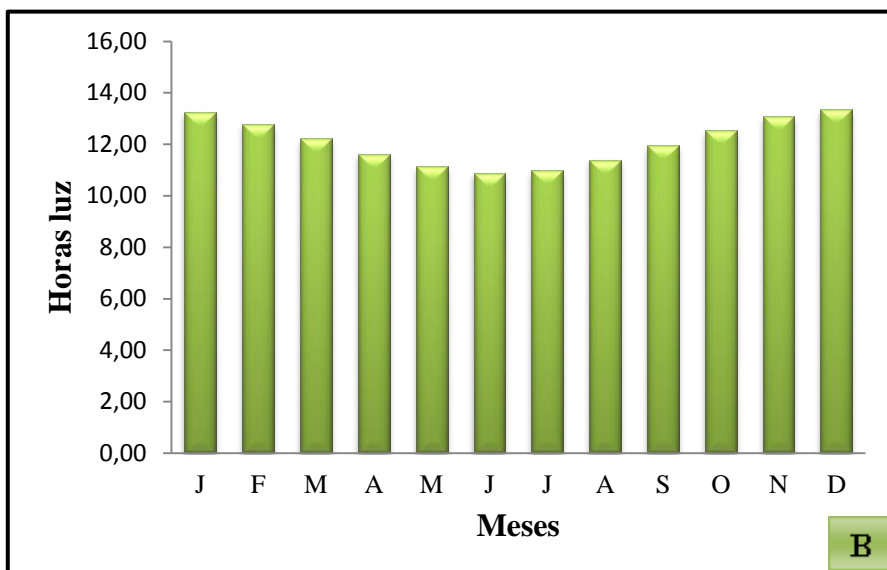
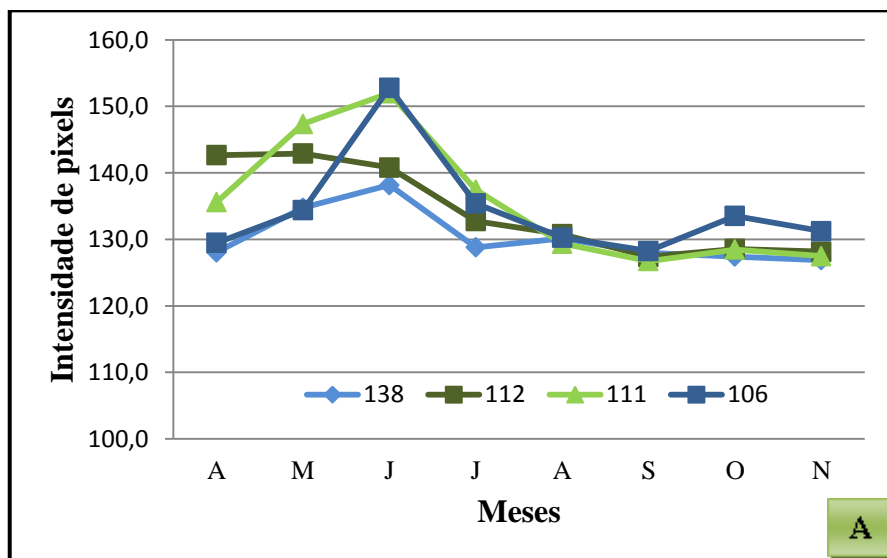


Figura 5: Variação individual da ecotextura testicular em bodes da raça Alpina criados em condições intensivas, de abril a novembro (A) e fotoperíodo de Viçosa-MG ao longo do ano (B). 106, 111, 112 e 138 correspondem aos

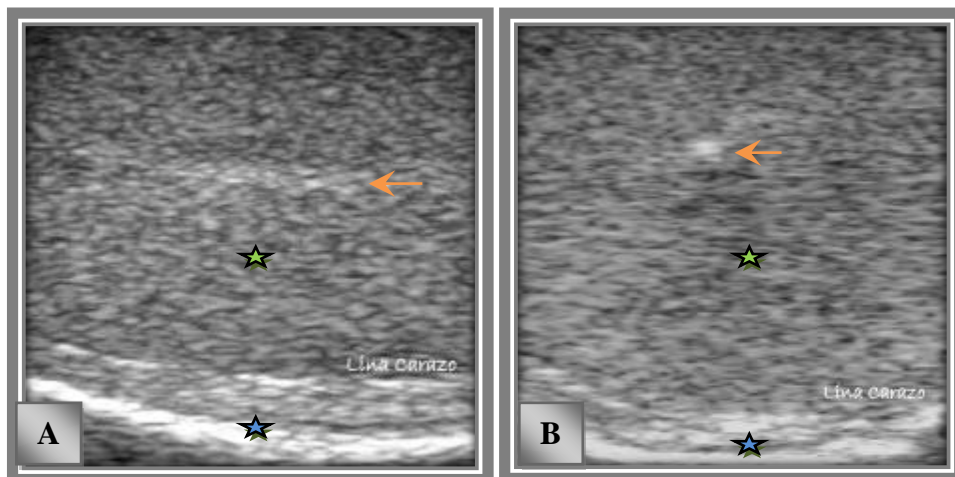


Figura 6: Imagens ultrasonográficas de testículos de caprinos de raça Alpina. Plano longitudinal (A) e transversal (B). Mediastino testicular (←); Parênquima testicular (★) e Túnicas testiculares (★).

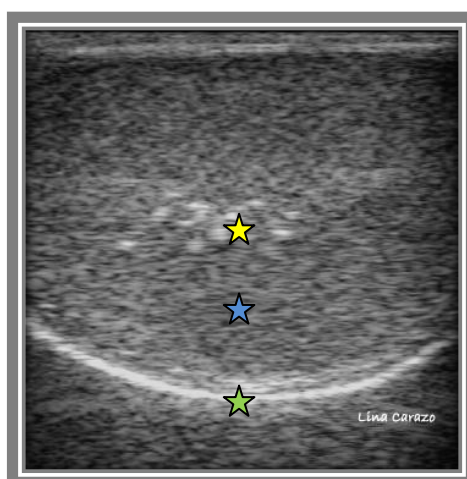


Figura 7: Presença de focos de fibrose (★) em caprinos de raça Alpina com treze meses de idade. Parênquima testicular (★) e Túnicas testiculares (★). Plano longitudinal.

Barth et al. (2008) identificaram o aparecimento de fibrose testicular em bovinos jovens, ocorrendo aumento de fibrose até os quatorze meses de idade. Contudo, os autores verificaram que as fibroses não prejudicaram a qualidade do sêmen. Adicionalmente, Pinho (2010) não observou correlação entre às patologias espermáticas e a IP em touros composto Montana Tropical, sendo similar ao observado no presente trabalho.

O principal limitante para a utilização da ultrassonografia no diagnóstico andrológico veterinário tem sido a ausência de parâmetros normais da anatomia testicular das espécies domésticas (CRUZ e FREITAS, 2001). Assim, os resultados obtidos neste estudo por meio das imagens ultrassonográficas tornam-se importantes para a padronização da ecotextura normal na espécie caprina.

## 5. CONCLUSÃO

- ❖ As medidas testiculares alteraram positivamente de acordo com a faixa etária dos animais indicando fase de crescimento durante o período experimental; porém, os valores obtidos não apresentaram um padrão de comportamento de crescimento semelhante;
- ❖ A fórmula para determinação do volume testicular indicada para testículos com formato cilíndrico, mostrou-se mais indicado para este estudo por não superestimar o volume real dos testículos;
- ❖ A qualidade seminal apresentou melhora ao transcorrer do período experimental, com os animais atingindo os padrões seminais de maturidade sexual aos nove meses de idade;
- ❖ O teste hiposmótico (HOST) mostrou-se um teste complementar eficaz na identificação das células normais no ejaculado e possível de integrar as avaliações de rotina do sêmen;
- ❖ Durante o período experimental os animais não passaram por estresse térmico sob as condições em que eles foram manejados;
- ❖ A ecotextura testicular alterou durante o período experimental, indicando efeito do fotoperíodo sobre as características do parênquima testicular avaliadas com auxílio ultrassonográfico;
- ❖ O parênquima testicular de caprinos da raça Alpina entre seis e treze meses mostra-se com padrão moderadamente ecogênico e homogêneo, sendo comum o aparecimento de focos de fibrose com o avanço da idade.

❖ A avaliação ultrassonográfica dos testículos mostra-se como um método eficaz capaz de detectar as mudanças no parênquima testicular ao longo do tempo e como ferramenta útil para diferenciação de condições normais e patológicas em caprinos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AISEN, E.G. **Reprodução ovina e caprina**. 1º ed. São Paulo: Ed. MedVet. 2008. 203p.

AGGA, G. E.; UDALA, U.; REGASSA, F.; WUDIE, A. Body measurements of bucks of three goat breeds in Ethiopia and their correlation to breed, age and testicular measurements. **Small Ruminant Research**, v. 95, p. 133–138. 2011.

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 (supl.).

AHMAD, N. & NOAKES, D. E. A clinical and ultrasonographic study of induced testicular and epididymal lesions in goats and a ram. **Animal Reproduction Science**, v. 39, p. 35-48. 1995a.

AHMAD, N. & NOAKES, D. E. Ultrasound imaging in determining the presence of testicular degeneration in two male goats. **British Veterinary Journal**. v. 151, p. 101-110. 1995b.

AHMAD, N. & NOAKES, D. E. Sexual maturity in british breeds of goat kids. **British Veterinary Journal**, v. 152, n. 1, p. 93-103. 1996.

AHMAD, N.; SAMAD, H. A.; REHMAN, N. U.; AHMAD, K. M.; AHMAD, M. An ultrasonographic and histopathological study of the testis and epididymis following experimentally induced unilateral ischemia in male goats and rams. **Pakistan Veterinary Journal**, v. 19, n. 4, p. 204-209. 1999.

ALMEIDA, M. M.; MACHADO, J. A. A. N.; AMBRÓSIO, C. E.; MENEZES, D. J. A.; RIGHI, D. A.; NASCIMENTO, I. M. R.; CARVALHO, M. A. M. Influência do grau de bipartição escrotal sobre parâmetros reprodutivos de caprinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 345-350. 2010.



ALVES, S. G. G. **Avaliação do sêmen de caprinos da raça Boer por meio do teste hiposmótico**. 2006. 92p. Dissertação (Mestrado em ciência animal nos trópicos). Área de Reprodução Animal - Universidade Federal da Bahia, 2006.

ARTEAGA, A. A.; BARTH, A. D.; BRITO, L. F.C. Relationship between semen quality and pixel–intensity of testicular ultrasonograms after scrotal insulation in beef bulls. **Theriogenology**, v. 64, p. 408–415. 2005.

ASSAMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MINAS GERAIS (ALMG). Disponível em:

<[www.almg.gov.br/index.asp?grupo=estado&diretorio=munmg&arquivo=municipios&municipio=71303](http://www.almg.gov.br/index.asp?grupo=estado&diretorio=munmg&arquivo=municipios&municipio=71303)>. Acesso em: 15 de dezembro de 2010.

BAÊTA, F. C. & SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997. 246 p.

BAILEY, T. L.; MONKE, D.; HUDSON, R. S.; WOLFE, D. F.; CARSON, R. L.; RIDDELL, M. G. Testicular shape and its relationship to sperm production in mature Holstein bulls. **Theriogenology**, v. 46, p. 681-887. 1996.

BAILEY, T.L.; HUDSON, R.S.; POWE, T.A.; RIDDELL, M. G.; WOLFE, D. F.; CARSON, R. L. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and a mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. **Theriogenology**, v. 49, p. 581-594. 1998.

BARTH, A. D.; ALISIO, L.; AVILES, M.; ARTEAGA, A. A.; CAMPBELL, J. R.; HENDRICK, S. H. Fibrotic lesions in the testis of bulls and relationship to semen quality. **Animal Reproduction Science**, n. 106, p. 274–288. 2008.

BARROS, M. H. C.; SHIOMI, H. H.; AMORIM, L. S.; GUIMARÃES, S. E. F.; LOPES, P. S.; SIQUEIRA, J. B.; PINHO, R. O.; PEREIRA, J. V. T. N.; GUIMARÃES, J. D. Características quantitativas e qualitativas do sêmen in natura de suínos da raça Piau. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, ano IX, número 18. 2012

BATISTA, A. M. & GUERRA M. M. P. Novas técnicas para avaliação da qualidade do sêmen caprino. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 34, n. 3, p. 125-132. 2010.

BENAVENTE, M. F.; FRESNO, M. R.; DELGADO, J. V. Volumen testicular en macho cabrío Tinerfeño. **Archivos de Zootecnia**, 56 (Sup. 1), p. 551-556. 2007.

BEZERRA, F.Q.G. et al. Avaliação dos parâmetros seminais e espermáticos de caprinos jovens da raça Boer nascidos nas estações chuvosa e seca. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 4, p. 1256-1262. 2009.

BEZERRA, A. R. G. & SILVA, M. A. V. Avaliação das condições atmosféricas no verão de 2009-2010 influenciando o conforto térmico para o município de Barreiras, BA. Parte I. Determinação do Índice de Temperatura e Umidade (ITU). 2010. Disponível em:  
<[www.fasb.edu.br/congresso/trabalhos/AAGRO02.10.pdf](http://www.fasb.edu.br/congresso/trabalhos/AAGRO02.10.pdf)>. Acesso em: 10 de agosto de 2011.

BITTENCOURT, R. F.; FILHO, A. L. R.; SANTOS, A. D. F.; CHALHOUB, M.; ALVES, S. G. G.; VASCONCELOS, M. F.; LEANDRO, E. E. S.; GUIMARÃES, J. D. Utilização do teste hiposmótico para avaliar a eficácia de diferentes protocolos de criopreservação do sêmen caprino. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 213-218. 2005.

BLOM, E. The ultrastructure of some characteristic sperm defects and a proposal for a new classification of the bull spermogram. **Nordisk Veterinær Medicin**. v. 25, n. 7, p. 383-391, 1973.

BUFFINGTON, D. E.; COLLIER, R. J.; CANTON, G. **Shade management systems to reduce heat stress for dairy cows**. St Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1982. 16 p.

CAMPOS, A. C. N.; NUNES, J. F.; SILVA FILHO, A. H. S.; MONTEIRO, A. W. U. Parâmetros biométricos do trato genital masculino de caprinos sem raça definida (SPRD) criados no semi-árido nordestino durante o período seco e chuvoso. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, p. 185-189. 2003.

CARDILLI, D. J. **Análise quantitativa da imagem ultrassonográfica de testículos de bovinos jovens da raça Nelore**. 2008. 86p. Dissertação (Mestrado em Cirurgia Veterinária). Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Jaboticabal-SP. 2008.

CARDILLI, D. J.; TONIOLLO, G. H.; PASTORE, A. A.; CANOLA, J. C.; MERCADANTE, M. E. Z.; OLIVEIRA, J. A. Padrão ultrassonográfico do parênquima, mediastino e túnicas testiculares em bovinos jovens da raça Nelore. **Ciência Animal Brasileira**. v. 11, n. 4, p. 899-905. 2010.

CASTILHO, E. F. **Uso da própolis e do ácido ascórbico na criopreservação do sêmen caprino**. 2008. 63p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) Área de Reprodução Animal. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 2008.

CHANDOLIA, R. K.; BARTLEWSKI, P. M.; OMEKELT, B. C.; BEARD, A. P.; RAWLINGS, N. C.; PIERSON, R. A. Ultrasonography of the developing reproductive tract in ram lambs: effects of a GnRH agonist. **Theriogenology**, v. 48, p. 99-117. 1997.

CHEEMA, R. S.; BANSAL, A. K.; BILASPURI, G. S.; GANDOTRA, V. K. Correlation between the proteins and protein profile(s) of different regions of epididymis and their contents in goat buck. **Animal Science Papers and Reports**, v. 29, n. 1, p. 75-84. 2011.

CHENOWETH, P. J.; Genetic sperm defects. **Theriogenology**, v. 64, p. 457-468. 2005.

CLARK, S. G.; SCHAEFFER, D. J.; ALTHOUSE, G. C. B-Mode ultrasonographic evaluation of paired testicular diameter of mature boars in relation to average total sperm numbers. **Theriogenology**, n. 60, p. 1011-1023. 2003.

COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL – CBRA. **Manual para Exame Andrológico e Avaliação de Sêmen Animal**. 2ª ed. Belo Horizonte. 1998. 49p.

COSTA, D. S.; PAULA T. A. R. Espermatogênese em mamíferos. **Scientia Vila Velha**, v. 4, n. 1/2, p. 53-72. 2003.

CRUZ, J. F. & FREITAS, V. J. F. A ultra-sonografia em tempo real na reprodução de caprinos. **Ciência Animal**, v. 11, n. 1, p. 45-53. 2001.

DE LA VEGA, A.C.; RUIZ, R.; WILDE, O.R. Relación de la circunferencia escrotal con algunos parámetros de calidad seminal en caprinos criollos de la provincia de Tucumán (Argentina). **Zootecnia Tropical**, v. 19, n. 3, p. 455-463. 2001.

DE LA VEGA, A. C.; MORALES, P.; ZIMERMAN, M.; WILDE, O.R. Variación anual de la circunferencia escrotal en caprinos criollos Serranos. **Archivos de Zootecnia**. v. 55 n. 209, p. 113-116. 2006.

DEEPANEE, J. K. A.; SUBRAMANIAM, R.; GUNAWARDANA, V. K.; ARIYARATNE, H. B. S.; RAJAPAKSE, R. P. V. J.; PERERA, N. A. N. D.; GUNAWARDANA, D. C. A.; MUNASINGHE, D. M. S. A Preliminary Study on the Proteins found in the Epididymal Fluid of the Goat. Peradeniya University Research Sessions, **proceedings...** Sri Lanka, v.12, Part I, 30<sup>th</sup> November. 2007.

DUFOUR, J. J.; FAHMY, M. H.; MINVIELLE, F. Seasonal changes in breeding activity, testicular size, testosterone concentration and seminal characteristics in rams with long or short breeding season. **Journal of Animal Science**, v. 58, n. 2, p. 416-422. 1984.

EVANS, A. C. O.; PIERSON, R. A.; GARCIA, A.; Mc DOUGALL, L. M.; HRUDKA, F.; RAWLINGS, N. C. Changes in circulating hormone concentrations, testes histology and testes ultrasonography during sexual maturation in beef bulls. **Theriogenology**, v. 46, p. 345-357. 1996.

FAO. Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. Hoja de información 13. Cría de ovinos y cabras lecheras. 2000. Disponível em: <[www.fao.org/DOCREP/V5290S/V5290S00.HTM](http://www.fao.org/DOCREP/V5290S/V5290S00.HTM)>. Acesso em: 15 de dezembro de 2010.

FERREIRA G. M. B. C.; SOUSA, J.P.F.; BARBAS, J.P.; HORTA, A.E.M. Teste de endosse (HOST) em sêmen de caprinos da raça Serrana. In: CONGRESSO IBÉRICO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 3. 2001, Porto, **Proceedings...** p. 559-564.

FERREIRA, M. C. M.; MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; QUINTANILHA, J. R. M.; SCHERER, R. J.; BORGES, R. J. C. L. Reações fisiológicas de caprinos de diferentes raças mantidos à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2006, Pernambuco. **Anais eletrônicos...** Pernambuco: ZOOTEC, 2006. Disponível em: <[www.abz.org.br/files.php?file=documentos/R0056\\_3\\_171725998.pdf](http://www.abz.org.br/files.php?file=documentos/R0056_3_171725998.pdf)>. Acesso em: 02 de janeiro de 2011.

FIELDS, M. J.; BURNS, W. C.; WARNICK, A. C. Age, season and breed effects on testicular volume and semen traits in young beef bulls. **Journal of Animal Science**, v. 48, n. 6, p. 1299-1304. 1979.

FILHO, J. M. P. **Adição da vitamina E na criopreservação do sêmen caprino.** 2010. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Área de Reprodução Animal. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 2010.

FONSECA, J.F.; TORRES, C.A.A.; MAFFILI, V.V.; BORGES, A.M.; SANTOS, A.D.F.; RODRIGUES, M. T.; OLIVEIRA, R.F.M. The hypoosmotic swelling test in fresh goat spermatozoa. **Animal Reproduction**, v. 2, n. 2, p. 139-144. 2005.

FRENEAU, G. E.; CHENOWETH, P. J.; ELLISD, R.; RUPP, G. Sperm morphology of beef bulls evaluated by two different methods. **Animal Reproduction Science**, v. 118, n. 2, p. 176-181. 2010.

GARCIA, A. S. **Fisiologia Veterinária**. 1ªed. Espanha: McGraw-Hill/Interamericana. 1074p. 1995.

GARDÓN, J. C. Aplicaciones del ultrasonido en la producción animal: fisiología reproductiva. 2004. Disponível em: <[www.inmed.com.ar/ecografia.pdf](http://www.inmed.com.ar/ecografia.pdf)>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2011.

GIBBONS, A.; CUETO, M.; Lanari, M. R.; DOMINGO, E. Actividad sexual en cabritos criollos Neuquinos de la Patagonia Argentina. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 221, p. 129-132. 2009.

GONZÁLEZ, F. H. D. Introdução à endocrinologia reprodutiva veterinária. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2002. Disponível em: [www.ufrb.edu.br/...endocrinologia-reprodutiva-veterinaria/download](http://www.ufrb.edu.br/...endocrinologia-reprodutiva-veterinaria/download). Acesso em: 26 de setembro de 2011.

GOULETSOU, P. G.; ARIMIDES, G. S.; CRIPPS, P. J.; LAINAS, T.; DELIGIANNIS, K.; SARATSI, P.; FTHENAKIS, G. C. Ultrasonographic appearance of clinically healthy testicles and epididymides of rams. **Theriogenology**, v. 59, p. 1959-1972. 2003.

GRANADOS, L. B. C.; DIAS, A. J. B.; SALES, M. P. de. ASPECTOS GERAIS DA REPRODUÇÃO DE CAPRINOS E OVINOS. 1º ed. Campos dos Goytacazes (RJ). 2006. Disponível em: <[www.caprtec.com.br/pdf/reproducaodeovinoscaprinos.pdf](http://www.caprtec.com.br/pdf/reproducaodeovinoscaprinos.pdf)> Acesso em: 10 de março de 2011.

GOYAL, H. O.; BARTOL, F. F.; WILEY, A. A.; KHALIL, M. K.; CHIU, J.; VIG, M. M. Immunolocalization of androgen receptor and estrogen receptor in the developing testis and excurrent ducts of goats. **The Anatomical Record**, v. 249, p. 54-62. 1997.

GOYAL, H. O.; BARTOL, F. F.; WILEY, A. A.; KHALIL, M. K.; WILLIAMS, C. S.; VIG, M. M. Regulation of androgen and estrogen receptors in male excurrent ducts of the goat: an immunohistochemical study. **The Anatomical Record**, v. 250, p: 164–171. 1998.

GOYAL, H. O.; WILLIAMS, C. S.; KHALIL, M. K.; VIG, M. M.; MALONEY, M. A. Postnatal differentiation of the ductus deferens, tail of the epididymis, and distal body of the epididymis in goats occurs independently of rete testis fluid. **The Anatomical Record**, v. 254, p. 508–520. 1999.

HAELEIN, G.F.W. Goat milk in human nutrition. **Small Ruminant Research**, v.51, p. 155-163. 2004.

HANCOCK, J. L. The morphology of boar spermatozoa. **Journal of Royal Microscopic Society**, v. 76, p. 84-97. 1957.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção da pecuária municipal. v. 36. 2008. Disponível em: <[www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2008/ppm2008.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2008/ppm2008.pdf)>. Acesso em: 11 de dezembro de 2010.

INTERNATIONAL GOAT ASSOCIATION (IGA). Panorama da caprinocultura no Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE CAPRINOS, 10. 2010, Recife. Disponível em: <[www.iga2010.com.br/pt/caprinos\\_brasil.asp](http://www.iga2010.com.br/pt/caprinos_brasil.asp)>. Acesso em: 02 de janeiro de 2011.

JEYENDRAN, R.S.; VAN DER VEN, H. H.; PEREZ-PELAEZ, M.; CRABO B. G.; ZANEVELD, L. J. D. Development of an assay to assess the functional integrity of the human sperm membrane and its relationship to other semen characteristics. **Journal Reproduction Fertility**, v. 70, p. 219-228. 1984.

JUCÁ, A. F.; MOURA, J. C. A.; GUSMÃO, A. L.; BITTENCOURT, T. C.; NASCIMENTO, M. C.; BARBOSA, C. M. P. Avaliação ultrassonográfica dos testículos e das glândulas sexuais anexas de carneiros Santa Inês. **Ciência Animal Brasileira**. v. 10, n. 2, p. 650-659. 2009.

KARACA, F.; AKSOY, M.; KAYA, A.; ATAMAN, M. B. TEKEL, T. Spermatic granuloma in the ram: diagnosis by ultrasonography and semen characteristics. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 40, n. 4, p. 402-406. 1999.

KNOBIL E NEILL'S. **Physiology of reproduction**. 3ªed. v. 1, USA: Elsevier Inc, 2006. 3238p.

LEZIER, D. H. **Avaliação da biometria testicular, concentração plasmática de hormônios e minerais em bovinos Nelore variedade mocha dos 12 aos 24 meses de idade**. 2003. 75p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) Área de Reprodução Animal. Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP. 2003.

LIMA, R. A. S. Distribuição do rebanho caprino no Brasil nos anos 1995/96 e 2006. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46. 2008, Rio Branco. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <[www.sober.org.br/palestra/9/769.pdf](http://www.sober.org.br/palestra/9/769.pdf)>. Acesso em: 15 de dezembro de 2010.

LINDSAY, D. R.; PELLETIER, J.; PISSELET, C.; COUROT, M. Changes in photoperiod and nutrition and their effect on testicular growth of rams. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 71, p. 351-356. 1984.

LODHI, L. A.; ZUBAIR, M.; QURESHI, Z. I.; AHMAD, I.; JAMIL, H.. Correlation between hypo-osmotic swelling test and various conventional semen evaluation parameters in fresh Nili-Ravi buffalo and Sahiwal cow bull semen. **Pakistan Veterinary Journal**, v. 28, n 4, p. 186-188. 2008.

MACHADO, J. A. A. N. **Influência da morfologia escrotal sobre a termorregulação, a biometria escroto-testicular e o comportamento sexual de caprinos nos períodos seco e chuvoso do estado do piauí**. 2006. 84p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Área de Clínica Médico-Cirúrgica de Animais de Interesse Econômico da Universidade Federal do Piauí, 2006

MARENGO, S. R. Maturing the sperm: Unique mechanisms for modifying integral proteins in the sperm plasma membrane. **Animal Reproduction Science**, v. 105, p. 52-63. 2008.

MARTÍN, J. D.; MARÍN, C. P.; HIDALGO, M. P.; ARTILES, I. R.; PAREJO, J. S.; MORENO, J. S.; RODRIGUEZ, M. S. Medidas de circunferencia escrotal y rubor inguinal sexual en el macho cabrío de raza Florida. **Archivos de Zootecnia**. v. 51, p. 393-396. 2002.

MARTINS, L. F. **Avaliação do sêmen e proteínas solúveis do plasma seminal de bodes da raça Parda Alpina**. 2001. 67p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Área de Reprodução Animal da Universidade Federal de Viçosa, 2001.

MARTINS, L. F. **Testes complementares em sêmen e avaliação da síntese diferencial de proteínas e peptídeos aniônicos em plasma seminal de touros da raça Nelore classificados em aptos e inaptos à reprodução.** 2009. 96p. Tese (doutorado em Medicina Veterinária) - Área de Reprodução Animal da Universidade Federal de Viçosa, 2009.

MARTINS, J. L. M.; COSTA, A. P. R.; AZEVÊDO, D. M. M. R.; TURCO, S. H. N.; CAMPELO, J. E. G.; MURATORI, M. C. S. Adaptabilidade de caprinos Boer e Anglo-Nubiana às condições climáticas do meio-norte do Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 56, n. 214, p. 103-113. 2007.

MELO, M. I. V. & HENRY, M. Teste hiposmótico na avaliação do sêmen equino. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 51, p. 71-78. 1999.

MELO, M. I. V.; HENRY, M.; BEKER, A. R. C. L. Teste hiposmótico para avaliação da viabilidade do sêmen equino resfriado com diferentes diluidores. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 6, p. 757-763. 2005.

MILCZEWSKI, V. **Influência sazonal na função testicular de ovinos da raça Suffolk em baixa latitude: inter-relações entre circunferência escrotal, parâmetros morfológicos testiculares e testosterona sérica com a produção de sêmen.** 2008. 107p. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos) - Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, 2008.

MOURA, A. A.; ANDRADE, C. R.; SOUZA, C. E. A.; J. P. A. RÊGO, J. A. M.; MARTINS, R. V.; OLIVEIRA, MENEZES, E. B. S. Proteínas do plasma seminal, funções espermáticas e marcadores moleculares da fertilidade. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, n. 2, p. 139-144. 2011.

MOURA A. A. A.; RODRIGUES, G. C.; FILHO, R. M. 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 (supl.).

NASCIMENTO, E. F. & SANTOS, R. L. **Patologia da reprodução dos animais domésticos.** 2º Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2003. 108p.



NEVES, M. L. M. W.; AZEVEDO, M.; COSTA, L. A. B.; COSTA, A. G.; LEITE, A. M.; CHAGAS, J. C. Níveis críticos do Índice de Conforto Térmico para ovinos da raça Santa Inês criados a pasto no agreste do Estado de Pernambuco. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 31, n. 2, p. 169-175. 2009.

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.

NUNES, A. S.; **Morfologia do funículo espermático e do escroto em caprinos, nativos do estado do piauí, com diferentes configurações escrotais**. 2005. 61p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Área de Clínica Médico-Cirúrgica de Animais de Interesse Econômico da Universidade Federal do Piauí, 2005.

OLIVA, S. U.; RINALDO, P. A.; STUMPP, T. Biologia epididimária: maturação espermática e expressão gênica. **O Mundo da Saúde**, v. 33, n. 4, p. 419-425. 2009.

OLIVEIRA, L. A.; CAMPTEL, J. E. G.; AZEVEDO, D. M. M. R.; COSTA, A. P. R.; TURCO, S. H. N.; MOURA, J. W. S. Estudo de respostas fisiológicas de eqüinos sem raça definida e da raça quarto de milha às condições climáticas de Teresina, Piauí. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 827-838. 2008.

OLIVERA, M.; RUIZ, T.; TARAZONA, A.; GIRALDO, C. El espermatozoide, desde la eyaculación hasta la fertilización. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 19, n. 4. 2006.

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

PANT, H. C.; SHARMA, R. K.; PATEL, S. H.; SHUKLA, H. R.; MITTAL, A. K.; KASIRAJ, R.; MISRA, A. K.; PRABHAKAR, J. H. Testicular development and its relationship to sêmen production in Murrah buffalo bulls. **Theriogenology**, v. 60, p. 27-34. 2003.

PEREIRA, R. J.; SANTANA, M. L. J.; MELO, A. L. P.; MENEZES, G. R. O.; COSTA, E. V.; SILVA, F. G.; BRITO, L. F.; ANGELINI, M. S.; TORRES, R. A.; RODRIGUES, M. T. Fatores ambientais que influenciam características produtivas de cabras da raça Pardo Alpina. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

MELHORAMENTO ANIMAL, 2008, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: SBMA, 2008. Disponível em: <[www.sbmaonline.org.br/anais/vii/trabalhos/pdfs/ca011.pdf](http://www.sbmaonline.org.br/anais/vii/trabalhos/pdfs/ca011.pdf)>. Acesso em: 10 de agosto de 2011.

PINHO, R. O. Ultrassonografia testicular na avaliação andrológica de touros da raça Nelore e composto Montana Tropical. 2010. 127p. Tese (doutorado em Medicina Veterinária) - Área de Reprodução Animal da Universidade Federal de Viçosa, 2010.

RANA, A. P. S. & MAJUMDER, G. C. Lipid phase transition in the plasma membrane of the goat epididymal maturing spermatozoa. **Journal of Bioscience**, v. 20, nº 4, p. 525–530. 1995.

RANA, A. P. S.; MAJUMDER, G. C.; MISRA, S.; GHOSH, A. Lipid changes of goat sperm plasma membrane during epididymal maturation. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes**, v. 1061, p. 185–96. 1991.

RIBADU, A. Y.; NAKAO, T. Bovine Reproductive Ultrasonography: A Review. **Journal of Reproduction and Development**, v. 45, n. 1, p.13-28. 1999.

RIBEIRO, S. D. A. **Caprinocultura: criação racional de caprinos**. São Paulo: Nobel. 1997. 319p.

RICARTE, A. R. F. & SILVA, A. R. Morfofisiologia da reprodução de caprinos: revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 4, Supl., p. S8-S13. 2010.

ROBAIRE, B.; SYNTIN, P.; JERVIS, K. The coming age of the epididymis. In: **Testis, Epididymis and Technologies in the Year 2000**. New York: Springer-Verlag. 2000.

ROBERTO, J. V. B. Fatores ambientais, nutricionais e de manejo e índices de conforto térmico na produção de ruminantes no semiárido. **Revista Verde**, v. 6, n. 2, p. 08-13. 2011.

SAAB, S. A.; SLEIMAN, F. T.; NASSAR, K. H.; CHEMALY, I.; EL-SKAFF, R. Implications of high and low protein levels on puberty and sexual maturity of growing male goat kids. **Small Ruminant Research**, v. 25, p. 17-22. 1997.

SAEZ, F.; FRENETTE, G.; SULLIVAN, R. Epididymosomes and prostasomes: their roles in posttesticular maturation of the sperm cells. **Journal of Andrology**, v. 24, n. 2, p. 149-154. 2003.

SAEZ, F.; OUVRIER, A.; DREVET, J. R. Epididymis cholesterol homeostasis and sperm fertilizing ability. **Asian Journal of Andrology**, v. 13, p. 11–17. 2011.

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.

SALVIANO, M. B.; SOUZA, J. A. T.; VIDIGAL, K. F. efeito da fixação do sêmen pós-teste hiposmótico para avaliação da membrana espermática de caprinos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. Ano IX, n. 16. 2011.

SANTANA, A. F. de; COSTA, G. B.; FONSECA, L. S. Avaliação da circunferência escrotal como critério de seleção de machos jovens da raça Santa Inês. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 1, n. 1, p. 27-30. 2001.

SANTOS, K. J. G.; MELO, C. S.; PALES, A. P. Seleção de touros através da puberdade, maturidade e fatores envolvidos na fertilidade. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, v.1, n.1, p. 72-87. 2005.

SANTOS, D. O. & SIMPLÍCIO, A. A. Parâmetros escroto-testiculares e de sêmen em caprinos adultos submetidos à insulação escrotal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 9, p. 1835-1841. 2000.

SANTOS, A. D. F.; TORRES, C. A. A.; FONSECA, J. F. da; BORGES, Á. M.; COSTA, E. P. da; 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. 2006a.

SANTOS, A. D. F.; TORRES, C. A. A.; DA FONSECA, J. F.; BORGES, A. M.; GUIMARÃES, J. D.; DA COSTA, E. P.; ROVAY, H. Uso de testes complementares para avaliação do congelamento do sêmen de bodes submetidos ao manejo de fotoperíodo artificial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 1934-1942. 2006b.

SARKAR, M. & CHATTERJEE, T. Distribution of 105-kDa sperm unique antigen on goat epididymal mature spermatozoa. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 231, p. 662–666. 1997.

SARTORI, R.; PRESTES, N. C.; CANAVESSI, A. M. O.; KEMPINAS, W. G.; ROSA, G. J. M. Avaliações ultrassonográfica, macroscópica e histológica da biopsia testicular em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 54, n. 3. 2002.

SETTY, B. S. & JEHAN, Q. Functional maturation of the epididymis in the rat. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 49, p. 317-322. 1977.

SICILIA, J. & SAAVEDRA, P. Efecto racial en el ratio gonadal de los chivos canários. **Archivos de Zootecnia**, v. 56, supl.1, p. 577-580. 2007.

SILVA, R. A. Caprinocultura: Mundo – Brasil e Paraná. Governo do estado do Paraná. 2003. Disponível em:  
<[www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/deral/caprinos\\_AGO\\_03.pdf](http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/deral/caprinos_AGO_03.pdf)>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2011.

SILVA, A. E. D. F.; DIAS, A. L.; UNANIAN, M. M.; FREITAS, A. R.; BLOCH, C. J. Conteúdo de peptídeos e avaliação morfofisiológica dos espermatozoides do epidídimo e ejaculado de bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 6, p. 1890-1900. 2003 (Supl. 2).

SILVA, M. R.; PEDROSA, V. B.; ALBUQUERQUE, L. G.; ELER, J. P.; BORGES, J. C.; GUIMARÃES, J. D.; NETO, T. M. Estimativas de parâmetros genéticos de características morfológicas do sêmen de touros jovens da raça Nelore. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2008, São Paulo, **Anais eletrônicos...** Disponível em:  
<[www.sbmaonline.org.br/anais/vii/trabalhos/pdfs/bc045.pdf](http://www.sbmaonline.org.br/anais/vii/trabalhos/pdfs/bc045.pdf)> Acesso em: 20 de fevereiro de 2011.

SIQUEIRA, J. B. **Relação da fertilidade de sêmen bovino congelado com testes de avaliação espermática “in vitro”**. 2004. 77p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Área de Reprodução Animal da Universidade Federal de Viçosa, 2004.

SOUSA, J. P. F.; BARBAS, J. P.; FERREIRA, G. M. B. C.; HORTA, A. E. M. Variação anual das características seminais em bodes da raça Serrana. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, p. 297-311. 2001.

SOUZA, L. E. B.; DA CRUZ, J. F.; NETO, M. R. T.; NUNES, R. C. S.; CRUZ, M. H. C. Puberty and sexual maturity in Anglo-Nubian male goats raised in semi-intensive system. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1533-1539. 2011.

STAUT, J. L. **Correlação morfológica, morfométrica e imunohistoquímica do testículo de carneiros Suffolk nas fases do ciclo reprodutivo**. 2009. 70p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia, Parasitologia e Patologia) Área de Patologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2009.

SUWANPUGDEE, A.; KORNKEAWRAT, K.; SAIKHUN, K.; SIRIAROONRAT, B.; TIPKANTHA, W.; DOUNGSA-ARD, K.; SA-ARDRIT M.; SUTHUNMAPINATHA, P.; PINYOPUMMIN, A. Semen characteristics and sperm morphology of serow (*Capricornis sumatraensis*). **Theriogenology**, v. 71, p. 576-585. 2009.

THIMON, V.; KOUKOU, O.; CALVO, E.; SULLIVAN, R. Region-specific gene expression profiling along the human epididymis. **Molecular Human Reproduction**, v. 13, n. 10, p. 691-704. 2007.

TORREGGIANI, W. C.; MUNK, P. L.; LYBURN, I. D. Ultrasound of the testis. **Clinical Radiology**, v. 56, p. 338-339. 2001.

TORRES, C. A. A. & OLIVEIRA, C. T. S. A. M. Produção de caprinos. In: 82ª SEMANA DO FAZENDEIRO, 2011, Viçosa – MG. **Anais...** 22p.

TURCO, S. H. N.; DA SILVA, T. G. F.; DOS SANTOS, L. F. C.; RIBEIRO, P. E. B.; DE ARAUJO, G. G. L.; HOLANDA, E. V. Zoneamento bioclimático para caprinos e ovinos no estado da Bahia. In: 41ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2004, Mato Grosso do Sul. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <[www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/153916](http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/153916)>. Acesso em: 18 de agosto de 2011.

TURNER, R. M. Moving to the beat: a review of mammalian sperm motility regulation. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 18, p. 25-38. 2006.

UNANIAN, M. M.; FELICIANO SILVA, A. E. D.; 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.

VALENTIM, R.; AZEVEDO, J.; TEIXEIRA, A.; CORREIA, T. M.; ALMEIDA, J. C. Crescimento e desenvolvimento testicular dos borregos da raça Churra Galega Bragançana. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, n. 1, p. 95-107. 1994.

VERA, T.; CHAGRA, D. P.; LEGUIZA, D. Influencia de la época del año sobre los valores de circunferencia escrotal de machos caprinos criollos biotipo regional de los llanos de la Rioja. 2002. Disponível em:  
<[http://www.inta.gov.ar/larioja/info/documentos/ganaderia/caprinos/Art\\_cap11.htm](http://www.inta.gov.ar/larioja/info/documentos/ganaderia/caprinos/Art_cap11.htm)>. Acesso em: 15 de novembro de 2010.

VITAL, R. J. ; MATTOS, L. A.; SOUZA, L. R. M. F.; FIGUEIRÊDO, SZEJNFELD, S. S.; J. Aspectos ultra-sonográficos das alterações não-neoplásicas do testículo. **Radiologia Brasileira**, v. 40, n.1, p.61–67. 2007.

YARNEY, T. A. & SANFORD, L. M. Pubertal development of ram lambs: reproductive hormone concentrations as indices of postpubertal reproductive function. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 70, p. 149-157. 1990.

## 7. ANEXOS

ANEXO 1: Solução hiposmótica preparada a 100 mOsmol/Kg.

COMPONENTES	QUANTIDADE
Frutose (g)	9,0
Citrato de Sódio (g)	4,9
Água destilada (mL)	1.000

Fonte: Martins (2009).

ANEXO 2: Média e desvio padrão da ecotextura do testículo direito (em intensidade de pixels) de caprinos da raça Alpina durante o crescimento.

MÊS	CCLD	CCTD	LLD	LLTD	MDIR
6	136,2±16,3 <sup>a</sup>	130,2±12,3 <sup>a</sup>	135,0±11,9 <sup>a</sup>	133,8±18,7 <sup>a</sup>	133,8±12,9 <sup>a</sup>
7	142,8±15,2 <sup>ab</sup>	137,1±17,9 <sup>a</sup>	144,6±15,5 <sup>ab</sup>	154,4±27,1 <sup>ac</sup>	144,7±14,6 <sup>ac</sup>
8	146,9±10,2 <sup>abd</sup>	145,6±12,5 <sup>bc</sup>	148,1±14,8 <sup>abd</sup>	156,8±10,1 <sup>bce</sup>	149,3±9,4 <sup>bce</sup>
9	135,4±12,8 <sup>abd</sup>	133,8±10,8 <sup>ac</sup>	131,8±8,4 <sup>abe</sup>	138,5±14,7 <sup>acf</sup>	134,9±10,9 <sup>aceg</sup>
10	128,7±2,1 <sup>abd</sup>	133,6±8,7 <sup>ac</sup>	130,2±1,7 <sup>abe</sup>	131,3±2,5 <sup>acf</sup>	130,9±2,4 <sup>acfgi</sup>
11	125,2±3,2 <sup>ace</sup>	127,7±2,6 <sup>ad</sup>	127,6±2,4 <sup>ace</sup>	127,8±2,9 <sup>adf</sup>	127,1±2,4 <sup>adfghjk</sup>
12	126,3±4,5 <sup>ace</sup>	130,4±3,0 <sup>ac</sup>	129,2±4,3 <sup>ace</sup>	131,6±1,5 <sup>acf</sup>	129,4±2,8 <sup>adfghilm</sup>
13	124,5±2,7 <sup>ace</sup>	128,8±2,9 <sup>ad</sup>	128,8±3,8 <sup>ace</sup>	131,6±0,9 <sup>acf</sup>	128,4±2,1 <sup>acegilm</sup>

<sup>a...n</sup> Médias ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna diferem entre si (P < 0,05), pelo Teste de Kruskal-Wallis. CCLD: Caudo-craneal longitudinal direito; CCTD: Caudo-craneal transversal direito; LLLD: Latero-lateral longitudinal direito; LLTD: Latero-lateral transversal direito; MDIR: Média do testículo direito.

ANEXO 3: Média e desvio padrão da ecotextura do testículo esquerdo (em intensidade de pixels) de caprinos da raça Alpina durante o crescimento.

MÊS	CCLE	CCTE	LLLE	LLTE	MESQ
6	125,5±14,0 <sup>a</sup>	135,9±13,3 <sup>a</sup>	138,0±13,8 <sup>a</sup>	136,7±12,8 <sup>a</sup>	134,0±11,0 <sup>a</sup>
7	121,5±14,9 <sup>a</sup>	133,6±12,8 <sup>ac</sup>	139,7±16,3 <sup>a</sup>	146,5±21,5 <sup>ac</sup>	135,3±13,8 <sup>a</sup>
8	138,9±15,4 <sup>a</sup>	142,2±17,3 <sup>ace</sup>	142,3±14,9 <sup>ab</sup>	146,3±15,9 <sup>ace</sup>	142,4±12,4 <sup>ab</sup>
9	131,5±9,8 <sup>a</sup>	133,5±13,8 <sup>acf</sup>	129,4±10,7 <sup>ab</sup>	134,5±15,8 <sup>ace</sup>	132,2±10,8 <sup>ab</sup>
10	126,5±1,9 <sup>a</sup>	130,9±2,6 <sup>bdf</sup>	128,5±4,5 <sup>ab</sup>	130,9±2,0 <sup>ace</sup>	129,2±1,0 <sup>ab</sup>
11	127,8±6,6 <sup>a</sup>	129,7±4,3 <sup>bdf</sup>	127,1±6,9 <sup>ac</sup>	127,2±2,7 <sup>bdf</sup>	128,0±3,5 <sup>ac</sup>
12	124,1±5,7 <sup>a</sup>	132,5±6,6 <sup>bdf</sup>	31,7±10,6 <sup>ab</sup>	129,7±2,6 <sup>ace</sup>	129,5±5,1 <sup>ab</sup>
13	125,7±3,8 <sup>a</sup>	127,7±2,8 <sup>bdf</sup>	129,8±5,1 <sup>ab</sup>	130,2±2,5 <sup>ace</sup>	128,3±2,5 <sup>ab</sup>

<sup>a...f</sup> Médias ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna diferem entre si (P < 0,05), pelo Teste de Kruskal-Wallis. CCLE: Caudo-craneal longitudinal esquerdo; CCTE: Caudo-craneal transversal esquerdo; LLLE: Latero-lateral longitudinal esquerdo; LLTE: Latero-lateral transversal esquerdo; MESQ: Média do testículo esquerdo.