

**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.**

ANTONIO AUGUSTO NASCIMENTO MACHADO JÚNIOR

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Piauí, para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, Área de Concentração: Clínica Médico-Cirúrgica de Animais de Interesse Econômico.

TERESINA
Estado do Piauí – Brasil
Fevereiro - 2006

**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.**

ANTONIO AUGUSTO NASCIMENTO MACHADO JÚNIOR
Médico Veterinário

Orientadora: **Prof.^a Dr.^a MARIA ACELINA MARTINS DE CARVALHO**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Piauí, para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, Área de Concentração: Clínica Médico-Cirúrgica de Animais de Interesse Econômico.

TERESINA
Estado do Piauí – Brasil
Fevereiro - 2006

M140i Machado Júnior, Antonio Augusto Nascimento
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 /
Antonio Augusto Nascimento Machado Júnior. – Teresina,
2006.

84f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade
Federal do Piauí.

1. Caprinos. 2. Caprinos – Comportamento sexual. 3.
Escroto bipartido. I. Título.

CDD – 636.39

**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.**

Dissertação elaborada e defendida por:

ANTONIO AUGUSTO NASCIMENTO MACHADO JÚNIOR

Aprovado em: 01/02/2006

BANCA EXMINADORA:

Prof. Dr. Antonio Chaves de Assis Neto
Faculdade de Zootecnia
Universidade Estadual Paulista

Prof. Dr. Amílton Paulo Raposo Costa
Centro de Ciências Agrárias
Universidade Federal do Piauí

Prof^a Dr^a Maria Acelina Martins de Carvalho
Centro de Ciências Agrárias
Universidade Federal do Piauí
(Orientadora)

Dedico,

Aos meus Pais, Antonio Augusto Nascimento Machado e Maria Clélia Falcão Machado e à minha avó, Raimunda Nascimento Machado “Dona Didica”, que nunca mediram esforços para que eu chegasse onde estou. Amo vocês!

À minha esposa, Felicianna Clara Fonseca dos Santos que aceitou enfrentar essa luta comigo me dando amor e conforto nos momentos mais difíceis.

Ao grande amor da minha vida, minha filha, Anna Calia Fonseca Machado, minha fonte máxima de inspiração e incentivo.

Agradecimentos

A Deus, pelo dom da vida e pelas oportunidades a mim fornecidas.

A Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) pela minha formação acadêmica.

A Universidade Federal do Piauí (UFPI) por ter me dado a oportunidade de realizar este curso de pós-graduação.

A CAPES pela concessão da bolsa.

Ao CNPq pelo auxílio financeiro para aquisição dos materiais para a realização deste trabalho.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI) pela concessão de bolsa de apoio técnico no primeiro ano do curso mestrado.

À Profa Dra Maria Acelina Martins de Carvalho pela confiança em mim depositada, pela amizade e pela orientação desta dissertação.

À Profa Dra Alana Lislea de Sousa (UEMA) por ter me iniciado na pesquisa e ter me incentivado a continuar aperfeiçoando meus conhecimentos.

Ao Prof. Dr. Miguel Ferreira Cavalcante Filho pela amizade e auxílio sempre que necessário.

Ao Prof. Dr. João Batista Lopes pelo auxílio com a estatística deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Rômulo José Vieira pelas valiosas ajudas quando da elaboração do projeto de dissertação.

Ao Prof. Dr. José Adalmir Torres de Sousa pela ajuda sempre que necessário.

Aos Professores Drs. João Batista Lopes, Amílton Raposo e Francisco de Assis pela boa conduta à frente da Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.

Aos Professores do Mestrado em Ciência Animal, Nicodemos, Ana Quessada, Daniele Azevedo, José Adalmir, José Augusto, João Batista, Luis Evaldo, Elivalto, Rozeverter Moreno, Amílton Raposo e Maria Acelina, pela doação dos seus conhecimentos.

Aos alunos de graduação, Leonardo Sousa Oliveira, Ricardo Abílio Bezerra e Silva e Gustavo de Sousa Lima e alunos de pós-graduação, Paull Andrews Carvalho dos Santos, Raimundo Rômulo Costa Rocha e Ezequiel Cardoso Saraiva de Almeida, pela colaboração na coleta dos dados dessa pesquisa.

À colega Tânia Leal (EMBRAPA) pelo auxílio na busca de literatura para este trabalho.

Ao Prof. Dr. Antonio Augusto Coopi Maciel Ribeiro (USP) pelas valiosas sugestões que colaboraram para leitura dos resultados.

Aos colegas Dario, Fabiana, Cecília e Carlos Ambrósio (USP) pelo auxílio na elaboração dos artigos desta dissertação.

Aos servidores da UFPI, Justino, Fátima, Sérgio Guerra, Fernando pela ajuda sempre que possível e, em especial, a “Zé da Burra” e sua família que ajudaram no manejo dos animais utilizados neste trabalho.

Ao funcionário da Pós-Graduação em Ciência Animal, Luis “Lugosa” pela incondicional ajuda sempre que possível.

Aos colegas de mestrado, Felicianna Clara, Paull Andrews, Raimundo Rômulo, Raimundo Júnior, Francisco Nonato, Sinevaldo, Leonardo Atta e João Eduardo, pela agradável convivência ao longo desta jornada.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. CAPÍTULO I.....	22
2.1 Resumo	23
2.2 Introdução.....	24
2.3 Material e métodos	26
2.4 Resultados.....	28
2.5 Discussão	31
2.6 Referências bibliográficas	46
3. CAPÍTULO II.....	51
3.1 Resumo	52
3.2 Introdução.....	53
3.3 Material e métodos	54
3.4 Resultados.....	57
3.5 Discussão	59
3.6 Referências bibliográficas	67
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS.....	82

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO I

Figura 1. Fotografia da região escrotal de caprinos dos diferentes grupos, sendo GI, animais sem bipartição; GII, animais com bipartição de até 50% do comprimento testicular; e GIII, animais com bipartição superior a 50% do comprimento testicular 38

CAPÍTULO II

Figura 1. Fotografia da região escrotal de caprinos dos diferentes grupos, sendo GI, animais sem bipartição; GII, animais com bipartição de até 50% do comprimento testicular; e GIII, animais com bipartição superior a 50% do comprimento testicular 64

ANEXOS

Figura 1. Fotografias representativas da obtenção dos dados experimentais do capítulo I. Coletor de temperatura e umidade (A), aferição da temperatura retal (B), pirômetro digital (C), termômetro termoacoplável (D), aferição das temperaturas escrotal (E) e testicular (F). 83

Figura 2. Fotografias representativa da obtenção dos dados experimentais do capítulo II. Coletor de temperatura e umidade (A), comprimento (B) e circunferência(C) escrotal e comprimento testicular (D)..... 84

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO I

- Tabela 1.** Temperatura (°C) média e desvio padrão dos terços proximal (FP) e distal (FD) do funículo espermático de caprinos com escroto simples e bipartido, nos períodos seco e chuvoso, Teresina – PI. 39
- Tabela 2.** Temperatura (°C) média e desvio padrão dos terços proximal (FP) e distal (FD) do funículo espermático de caprinos com escroto simples e bipartido, nos períodos seco e chuvoso, turnos manhã e tarde, Teresina – PI 40
- Tabela 3.** Temperatura (°C) média e desvio padrão dos terços proximal (TP), médio (TM) e distal (TD) do testículo de caprinos com escroto simples e bipartido, nos períodos seco e chuvoso, Teresina – PI 41
- Tabela 4.** Temperatura (°C) média e desvio padrão dos terços proximal (TP), médio (TM) e distal (TD) do testículo de caprinos com escroto simples e bipartido, nos períodos seco e chuvoso, turnos manhã e tarde, Teresina – PI 42
- Tabela 5.** Temperatura (°C) média e desvio padrão dos terços proximal (EP), médio (EM) e distal (ED) do escroto de caprinos com escroto simples e bipartido, nos períodos seco e chuvoso, Teresina – PI 43
- Tabela 6.** Temperatura (°C) média e desvio padrão dos terços proximal (EP), médio (EM) e distal (ED) do escroto de caprinos com escroto simples e bipartido, nos períodos seco e chuvoso, turnos manhã e tarde, Teresina – PI 44

Tabela 7. Gradiente entre temperatura retal e terços proximal (TR-FP°C) e distal (TR-FD°C) do funículo espermático e proximal (TR-TP°C), médio (TR-TM°C), e distal (TR-TD°C) do testículo, entre terço proximal do funículo e distal do testículo (FP-TD°C) e entre terços proximais (TP-EP°C), médios (TM-EM°C) e distais (TD-ED°C) do testículo e escroto de caprinos com escroto simples e bipartido, Teresina – PI	45
---	----

CAPÍTULO II

Tabela 1. Temperatura ambiente média e desvio padrão (TA) e umidade relativa média e desvio padrão (UR), obtidas nos períodos seco e chuvoso do ano, Teresina – PI	65
---	----

Tabela 2. Circunferência escrotal média e desvio padrão (CE) nos períodos seco e chuvoso do ano, Teresina – PI	65
---	----

Tabela 3. Comprimento escrotal médio e desvio padrão (COE) nos períodos seco e chuvoso do ano, Teresina – PI	65
---	----

Tabela 4. Comprimento testicular médio e desvio padrão (CT) nos períodos seco e chuvoso do ano, Teresina – PI	66
--	----

Tabela 5. Volume testicular médio e desvio padrão (V) nos períodos seco e chuvoso do ano, Teresina – PI	66
--	----

Tabela 6. Comportamento sexual de caprinos com escroto simples e bipartido, nos períodos seco e chuvoso do ano, Teresina – PI	66
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

SRD = sem raça definida

GI = grupo um

GII = grupo dois

GIII = grupo três

% = porcentagem

SNK = Student-Newman-Keuls

°C = graus Celsius

mL = mililitros

Tab = tabela(s)

Fig = figura

p = probabilidade

FP = terço proximal do funículo espermático

FD = terço distal do funículo espermático

TP = terço proximal do testículo

TM = terço médio do testículo

TD = terço distal do testículo

COE = comprimento escrotal

CE = circunferência escrotal

CT = comprimento testicular

V = volume testicular

cm = centímetro

cm³ = centímetros cúbico

Larg = largura

π = pi

h = comprimento dos testículos

TA = temperatura ambiente

UR = umidade relativa

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do grau de bipartição escrotal e das condições climáticas sobre a termorregulação, biometria escroto-testicular, e comportamento sexual em caprinos criados no Estado do Piauí. Para tanto, foram utilizados 18 caprinos machos, SRD, com 8 a 24 meses de idade, divididos em três grupos de seis animais, a saber: O grupo GI (reunia caprinos sem bipartição escrotal), o GII (caprinos com escroto bipartido até 50% do comprimento testicular) e o GIII (caprinos com bipartição superior a 50% do comprimento testicular). Os parâmetros avaliados foram às temperaturas do escroto, testículo e funículo espermático obtidas de forma invasiva, com um termômetro digital termoacoplável e não invasiva, com um pirômetro, nos terços proximal, médio e distal dos órgãos. Os dados foram coletados nos períodos seco e chuvoso do ano, bem como, nos turnos da manhã e tarde. A biometria escroto-testicular consistiu do comprimento escrotal (COE), circunferência escrotal (CE), comprimento testicular (CT) e volume testicular (V). Para estimar o comportamento sexual dos animais, foi avaliado o tempo de aproximação do macho à fêmea em estro, sendo o mesmo classificado como regular, bom e excelente. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguido do teste SNK para comparação das médias. Os resultados obtidos mostraram que o período do ano interferiu na termorregulação escroto-testicular, pois no período seco as temperaturas do escroto, testículo e funículo espermático foram mais elevadas que as observadas no período chuvoso. O grau de bipartição do escroto foi outro fator que regulou a temperatura escroto-testicular já que os caprinos que apresentavam escroto com maior grau de bipartição demonstraram as menores médias das temperaturas escroto-testiculares em ambos os períodos e turnos pesquisados. Quanto à biometria escroto-testicular, os dados mostram que os animais do grupo GIII apresentaram, no período seco, os valores de CE, COE, CT e V de 24,63 cm, 16,61 cm, 5,32 cm, e 173,81 cm³, respectivamente e de 26,97 cm para CE, 18,24 cm para COE, 5,93 cm para CT e 203,01 cm³ para V, no período chuvoso. Todos esses valores foram superiores aos encontrados para os demais grupos. Foi observado que tanto o grupo GII quanto o GIII apresentaram comportamento sexual semelhante nos períodos seco e chuvoso. Já para o grupo GI, não foi observada variação no comportamento sexual entre os períodos seco e chuvoso. Concluímos, portanto, que sob as condições experimentais utilizadas no presente trabalho, tanto o período do ano quanto o grau de bipartição do escroto interferem no processo de termorregulação e na biometria escroto-testicular, além do comportamento sexual de caprinos.

Palavras- chave: caprinos, escroto bipartido, termorregulação, biometria, comportamento sexual

INFLUENCE OF THE SCROTAL MORPHOLOGY ON THE THERMOREGULATION, THE BIOMETRIC SCROTUM-TESTICLE AND SEXUAL BEHAVIOR OF GOAT IN THE DRY AND RAINY PERIODS OF THE PIAUI STATE

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the influence of the degree of scrotum bipartition and the climatic conditions on the thermoregulation and biometric to scrotum-testicle, and related to sexual behavior in native goat of Piauí State. For this way, 18 cross breed goat males had been used between 8 to 24 months of age, divided in three groups of six animals, to know: Group GI (congregated goat without scrotum bipartition), the GII (goat with scrotum bipartite even 50% of the testicles length) and the GIII (goat with 50% superior bipartition of the testicles length). The evaluated parameters had been to the temperatures of scrotum, testicle and spermatic cord of invasive form and no invasive at the proximal, medium and distal parts of the organ. The data had been collected in the dry and rainy periods of the year, as well as, during the morning and afternoon period. The biometric to scrotum-testicle consisted of the scrotal length (COE), scrotal circumference (CE), testicle length (CT) and also their volume (V). To estimates the sexual behavior of the animals, the approach time of the male to the female during the estrous cycle was evaluated, and being the classified libido as to regular, good and excellent. The data had been submitted to the analysis of variance (ANOVA) followed of test SNK for comparison of the averages. The results had shown that period of the year intervened with the thermoregulation to scrotum-testicle, therefore in the dry period, the temperatures of scrotum, testicle and spermatic cord were increased when compared with the data from the rainy period. The degree of bipartition of scrotum was another factor that regulated the temperature to scrotum-testicle since the goat ones that presented scrotum with high degree of bipartition demonstrated the minor average of the scrotum-testicles temperature in both searched periods and turns. Related to the scrotum-testicle biometric, the data shown the GIII group presented, in the dry period, the values of CE, COE, CT and V to 24,63 cm, 16,61 cm, 5,32 cm, e 173,81 cm³, respectively and 26,97 cm to CE, 18,24 cm to COE, 5,93 cm to CT and 203,01 cm³ for V, during the rainy period. All these values had been superior to the found ones for another two groups. In related to the sexual behavior, it was observed that as much group GII and the GIII had presented similar libido in the periods dry and rainy. Already for group GI, variation in the sexual behavior was not observed, therefore in both periods, it props up it of libido for this group was the same. We conclude, therefore, that under used experimental conditions in the present work, as much the period of the year how much the degree of bipartition of scrotum intervenes with the process of thermoregulation and the biometric to scrotum-testicle, beyond the sexual behavior of goat.

Key-words: goat, bipartite scrotum, thermoregulation, biometric, sexual behavior

INTRODUÇÃO

A caprinocultura tem um papel de grande relevância econômica e social no Brasil, sobretudo na Região Nordeste, onde se constitui uma boa alternativa para produção de leite, carne e couro. O rebanho nativo, apesar de mostrar-se bem adaptado às condições de altas temperaturas de Região Nordeste, em certas épocas do ano, o potencial produtivo desses animais apresenta-se limitado, necessitando-se, portanto de estudos que possibilitem o aumento da produção.

O sucesso da produção animal depende de fatores, dos quais o reprodutivo constitui um dos principais, e está relacionado, principalmente, à interação genótipo/meio ambiente (SANTOS et al., 1998).

A localização dos testículos no interior do escroto é fator preponderante, para a espermatogênese uma vez que a temperatura neste local apresenta-se de 2 a 6°C inferior à do abdômen. A elevação da temperatura testicular aumenta o metabolismo e a demanda de oxigênio pelas células dos testículos, porém, seu fluxo sanguíneo é limitado, tornando-se incapaz de suprir essa demanda, resultando, portanto, em hipóxia e redução da qualidade seminal (VILLARES, 1976; KASTELIC et al., 1996; SETCHELL, 1998).

No escroto, as estruturas que desempenham funções mais relevantes no processo termorregulatório estão representadas pela pele, praticamente livre de gorduras subcutânea e dotada de glândulas sudoríparas, que facilitam a perda de calor por evaporação (BLAZQUEZ et al., 1988; DYCE et al., 1997; DIDIO, 1999; NUNES, 2005) e a túnica Dartos, responsável pelo controle da temperatura através do mecanismo de aproximação ou afastamento do escroto em relação à parede abdominal, alterando com isso a área de superfície exposta ao ambiente (BANKS, 1991; HAFEZ & HAFEZ, 2003). O fluxo sanguíneo do escroto, também contribui para a termorregulação, pois pode variar dentro de limites bastante amplos, com o aumento da temperatura ambiental, facilitando a perda de calor por irradiação (BRITO, 2000).

No processo de termorregulação estão envolvidos, ainda, o músculo cremáster, que aproxima e afasta os testículos do corpo, de acordo com a temperatura ambiente; a túnica vaginal que, pela produção de líquidos através das suas células mesoteliais, lubrifica os folhetos parietal e vaginal diminuindo o atrito e, conseqüentemente, a produção de calor durante os processos de subida e descida dos testículo, e a íntima relação entre artérias e veias testiculares, a qual proporciona um eficiente mecanismo de contra-corrente de perda de calor, através do qual o sangue arterial que

chega aos testículos cede calor ao sangue venoso que sai deste (GETTY, 1986; GODINHO et al., 1987; HAFEZ & HAFEZ, 2003).

Kastelic et al. (1996) avaliaram as temperaturas do escroto e do testículo antes e após a sua em *Bos taurus*. A temperatura intratesticular média foi de 33,6°C, sendo 4°C maior que a temperatura da superfície do escroto. Verificaram que a temperatura da superfície do escroto apresentou gradiente proximal-distal positivo na presença e ausência do testículo, sendo maior na ausência deste, enquanto que a temperatura da “subtúnica” albugínea no testículo exposto apresentou gradiente proximal-distal negativo, ou seja, quando o testículo foi exposto observaram-se diferenças significativas na temperatura intratesticular entre as porções proximal e distal, as quais não foram identificadas no testículo recoberto pelo escroto. Os autores concluíram que a diferença de gradiente de temperatura proximal-distal entre o escroto (gradiente positivo) e “subtúnica” albugínea do testículo (gradiente negativo) é responsável pela manutenção de uma temperatura uniforme por todo parênquima do testículo e que a temperatura do escroto influencia mais na temperatura do testículo, do que o contrário.

A conformação escrotal e a temperatura ambiente exercem considerável influência sobre a temperatura testicular. Segundo Robertshaw (1982), em regiões áridas e semi-áridas do Leste da África, são encontrados, caprinos que apresentam uma divisão no escroto. Esta característica foi observada, com grande frequência, em caprinos criados na região Nordeste do Brasil sendo denominada por Nunes et al. (1984) como “bolsa escrotal bipartida”. Essa característica, amplia consideravelmente a superfície de cada testículo exposta à temperatura ambiente, propiciando melhor dissipação de calor, possibilitando um aumento nos parâmetros biométricos do testículo, na qualidade espermática e na eficiência reprodutiva desses animais em relação aos que não possuem essa característica (NUNES et al., 1983; SILVA et al., 1986; ALMEIDA, 2003).

Tal fato foi comprovado em outra pesquisa realizada com caprinos que apresentavam escroto simples e bipartido, na qual foi possível verificar que a diferença entre as temperaturas testiculares nos dois grupos foi mais significativa no período correspondente às temperaturas ambientes mais elevadas, sendo menor no grupo que apresentava bipartição escrotal. Foi notado, ainda, que a temperatura na região distal do testículo no grupo com escroto bipartido apresentou-se inferior a do grupo com escroto simples, podendo estar relacionado com uma maior superfície de pele em contato com o ambiente nos animais com escroto bipartido, o que proporcionou um melhor resfriamento dos testículos (LIMA JÚNIOR et al., 1995).

Ainda, Kastelic et al. (1997) estudando a influência de duas temperaturas (15 e 25°C) sobre a temperatura escrotal em touros *Bos taurus taurus* verificaram que a temperatura média da superfície escrotal foi de 29,2 e 31,7°C e o gradiente de temperatura retal-escrotal foi de 9,8 e 7,5°C em temperatura de 15 e 25°C, respectivamente. Afirmaram que, quando a temperatura ambiente elevava-se de 15 para 25°C ocorria um aumento da temperatura da superfície escrotal, na região proximal (de 30,0 para 32,4°C) e na região distal (de 28,5 para 31,1°C).

Os funículos espermáticos também exercem importante papel no processo termorregulatório. São estruturas constituídas, principalmente, pelas artérias e veias testiculares que formam o plexo pampiniforme, vasos linfáticos, nervos, ductos deferentes e o músculo cremáster (NICKEL, et al., 1979; GETTY, 1986; DYCE et al., 1997; DIDIO, 1999; ALMEIDA, 2003; NUNES, 2005).

Nos bovinos e caprinos, o funículo espermático tem formato cônico, cujo ápice está situado logo após a abertura do canal inguinal e a base recobre a extremidade captata do testículo (BRITO, 2000; NUNES, 2005).

As artérias testiculares tem origem na superfície ventral da aorta abdominal e se dirigem caudaventralmente em direção ao canal inguinal. Depois de deixarem a cavidade abdominal, já no interior do escroto, essas artérias se tornam bem sinuosas e são envolvidas pelas veias que deixam os testículos em direção ao abdômen. A espessura da malha formada pelas sinuosidades das artérias testiculares aumenta de cima para baixo conferido forma cônica dos funículos espermáticos (SETCHELL & BROOKS, 1988; ALMEIDA, 2003; NUNES, 2005).

O sangue arterial é resfriado enquanto passa pelos funículos espermáticos por um mecanismo de contra-corrente de perda de calor. Este mecanismo expressa a propriedade de transferência de calor entre fluidos com temperaturas diferentes e com fluxo em direção oposta. A dimensão dessa dissipação depende exclusivamente da diferença de temperatura entre os dois fluídos e a eficiência, da distância entre os vasos, do tempo de contato entre os dois fluídos, taxa de fluxo e comprimento dos vasos (COULTER, 1988; COULTER & KASTELIC, 1994; BRINSKO, 1999; NUNES, 2005). Segundo Hafez & Hafez (2003), esse mecanismo de contra-corrente é tão eficiente que faz com que o sangue das artérias testiculares em carneiros sofra uma queda de aproximadamente 4°C do canal inguinal interno até a superfície dos testículos.

Para Cook et al. (1994) a diferença nas características morfológicas dos funículos espermáticos em diferentes idades podem influenciar na eficiência do mecanismo de termorregulação testicular. Alterações tais como: aumento do comprimento e do diâmetro da artéria

testicular, diminuição da espessura da parede arterial e da distância entre estas e as veias, que estão intimamente relacionadas com o mecanismo de termorregulação. Segundo esses autores, o comprimento da artéria testicular apresentou regressão linear positiva com a temperatura proximal da superfície escrotal em touros de 12 meses e com o gradiente proximal-distal da superfície escrotal de touros de 24 meses. Por outro lado, a espessura da artéria mostrou regressão linear negativa com o gradiente de temperatura proximal-distal da superfície escrotal em touros de 12 a 36 meses de idade. Já Nunes (2005) observou, em caprinos com escroto bipartido um maior diâmetro e comprimento do funículo espermático e que o segmento da artéria testicular contida no funículo foi maior que nos animais sem essa característica, tal motivo possibilita uma maior extensão de contato entre artéria e veias testiculares o que favorece a troca de calor e contribui para a termorregulação testicular.

Outro fator que afeta a termorregulação testicular é a deposição de gordura ao redor do funículo espermático (COOK et al., 1994; NUNES, 2005). Kastelic et al. (1996) demonstraram que o isolamento térmico do funículo espermático em bovinos causa aumento da temperatura escrotal e testicular. Ainda, Nunes (2005) afirmou que caprinos sem bipartição escrotal apresentavam os vasos da região subcapsular do funículo espermático rodeados por tecido adiposo, o que dificulta as trocas de calor entre os vasos nesse grupo de animais.

A elevação da temperatura pode resultar em degeneração testicular, redução da motilidade e da concentração dos espermatozoides, aumento de patologias espermáticas e alterações do plasma seminal, sendo que o grau desses defeitos é proporcional ao tempo de exposição e a intensidade da temperatura (SETCHELL, 1978; SANTOS & SIMPLÍCIO, 2000).

Sabe-se que durante a espermatogênese, as diferentes células germinativas possuem variada sensibilidade ao aumento da temperatura. Os espermátócitos primários são particularmente vulneráveis; os espermátócitos secundários e as espermátides apresentam uma sensibilidade menor e as espermátogônias são as mais resistentes (WAITES & SETCHELL, 1990).

Dessa forma, com a elevação da temperatura testicular, as patologias espermáticas aparecem no sêmen em um intervalo que varia de acordo com o estágio de desenvolvimento das células germinativas. Os defeitos espermáticos, em caprinos da raça Moxotó e meio sangue Moxotó-Pardo Alpina submetidos à insulação escrotal, mostraram-se bem evidentes em uma semana, atingindo o pico cerca de duas semanas após a insulação e retornando ao normal por volta da 8ª semana (nos caprinos Moxotó) e da 10ª semana (nos caprinos cruzados) após a retirada da bolsa de insulação

(SANTOS & SIMPLÍCIO, 2000). Já de acordo com Moreira et al. (2001) em carneiros Santa Inês, as alterações dos parâmetros seminais ocorreram oito dias após a insulação escrotal e só voltaram ao normal 79 dias pós-insulação. Enquanto, Vogler et al. (1991) relataram que essas alterações ocorreram entre 15 e 18 dias após a insulação em bovinos sendo que o sêmen após diluído, congelado, descongelado e submetido ao teste de termo-resistência por três horas, apresentou diminuição na sua viabilidade, inclusive no sêmen colhido logo após a insulação escrotal.

Januskaukas et al. (1995) observaram a qualidade seminal de touros *Bos taurus taurus* submetidos a insulação escrotal por oito horas e relataram um aumento no número de espermatozoides anormais por volta do 30º dia após a insulação, sem que houvesse, no entanto, alterações da motilidade e da produção espermática. Os autores relataram ainda que a porcentagem dessas patologias não voltaram ao normal até o fim do experimento (79 dias após a insulação).

Já Fonseca & Chow (1995); Gabaldi et al. (1999) avaliando parâmetros seminais de touros submetidos a insulação escrotal por períodos de 162 e 96 relataram que houve acentuada redução da concentração, da motilidade e da porcentagem de espermatozoides normais, sete dias após insulação e que o período de regeneração ocorreu por volta do 63º dia pós-insulação. Esses parâmetros, no estudo de Fonseca & Chow (1995) retornaram ao normal, 105 dias após a insulação escrotal, enquanto que no de Gabaldi et al. (1999), após 84 dias da insulação, apenas a motilidade apresentava valores próximos aos do grupo controle, com persistência de baixa concentração espermática e altas taxas de patologias.

Outro fator que contribui para alteração da qualidade seminal, segundo Diarra et al (1997) é o período do ano, o qual pode influenciar tanto positiva quanto negativamente essa qualidade. Esses autores afirmaram que, o volume do ejaculado foi maior entre os meses de março a junho, enquanto que a concentração encontrava-se mais elevada entre os meses de novembro a fevereiro.

Mathevon et al. (1998) ao examinarem os dados de produção espermática de touros holandeses no Canadá confirmaram que o período do ano afetou significativamente, não só o volume e a concentração, mas também, a motilidade e o total de espermatozoides em touros jovens (<30 meses de idade), porém não afetou o volume e a motilidade do sêmen em touros adultos (4-6 anos de idade).

Para Silva et al. (1991) avaliando ejaculados de touros Nelore e Cruzados (Fleckviceh x Nelore e Chianina x Nelore) perceberam que o volume, a motilidade e o vigor do sêmen foram maiores no período chuvoso do ano (janeiro e maio) do que no seco (junho a outubro). A

concentração, no entanto, mostrou-se inversamente proporcional ao volume, sendo reduzida no período chuvoso e neste mesmo período, a porcentagem de patologias espermáticas foi mais elevada em todos os touros, porém nos cruzados houve maior ocorrência de defeito maiores.

No processo de seleção de reprodutores, várias características morfofisiológicas do aparelho reprodutor estão envolvidas, dentre elas, a circunferência ou perímetro escrotal (UNANIAN et al., 2000). Com vistas a obter maior precisão na escolha de reprodutores, estão se firmando outros conceitos como volume e forma dos testículos (BAILEY et al., 1996;1998), pois segundo Bailey et al. (1996) apenas a circunferência escrotal não constitui medida representativa do potencial reprodutivo, já que os zebuínos apesar de terem uma circunferência menor, apresentam uma boa produção espermática devido ao maior comprimento dos testículos.

A biometria escroto-testicular está diretamente relacionada com o peso corporal e produção seminal em várias espécies e é um parâmetro confiável para a seleção de reprodutores (FERREIRA et al., 1988; PANT et al., 2003). De La Vega et al. (2001) avaliando caprinos crioulos da Província de Tucuman, Argentina, observaram uma correlação positiva entre a circunferência escrotal e o número total de espermatozóides produzidos.

Campos et al. (2003) pesquisando os efeitos dos períodos seco e chuvoso do ano sobre os parâmetros biométricos do trato genital de caprinos machos sem raça definida, afirmaram existir influência significativa desses períodos sobre a biometria dos órgãos reprodutivos, sendo esses valores menores no período seco do ano. Para Vilar Filho et al. (1993) existe uma forte correspondência entre as medidas escroto-testiculares e os desenvolvimentos ponderais, que em associação com a idade, fornece subsídios para seleção de animais destinados à reprodução. Afirmaram ainda, que dentro de uma mesma raça e faixa etária, os animais portadores de maior perímetro escrotal devem ser selecionados em detrimento daqueles com perímetro reduzido.

Santos & Simplício (2000) verificando os efeitos da insulação escrotal em caprinos Moxotó e meio sangue Moxotó- Pardo Alpina, afirmaram que o perímetro escrotal foi afetado negativamente pela temperatura, apresentando valores reduzidos logo após a insulação escrotal. De acordo com Moreira et al. (2001), em carneiros Santa Inês submetidos a insulação escrotal, a circunferência escrotal começou a sofrer os efeitos da temperatura por volta do 8º dia pós-insulação, passando de $26,4 \pm 1,1$ cm para $22,4 \pm 0,57$ cm e somente aos 50 dias foi observado sinal de recuperação com elevação do valor da circunferência escrotal para $24 \pm 0,9$ cm. As variações no comprimento testicular durante estes experimentos foram semelhantes às observadas para circunferência escrotal

evidenciando que ambas as medidas são indicadores viáveis dos efeitos do estresse térmico sobre as gônadas.

Outra característica que vem se mostrando eficiente na seleção de reprodutores caprinos é a bipartição escrotal, pois segundo Almeida (2003), caprinos com baixo grau de bipartição do escroto, apresentam menor peso corporal e comprimento testicular, e maior percentual de defeitos espermáticos. Ainda, de acordo com este autor, a bipartição escrotal também exercem influência sobre o comportamento sexual de caprinos, afirmando que caprinos com maior grau de bipartição escrotal apresentavam melhor comportamento sexual quando comparado com os que não apresentavam esta característica.

Variações no comportamento em função da estacionalidade reprodutiva (Saumand & Rouger, 1972; Macdonald & Pineda, 1989; Smith & Sherman, 1994), nutrição (Gomes et al., 1971), idade, hora do dia, variação individual e estimulação do macho (Macdonald & Pineda, 1989), também têm sido verificadas em caprinos.

Em ovinos e caprino, o genótipo (Schanbacher & Lunstra, 1976; Martin et al., 1987), a idade (Lee et al., 1976; Howlens et al., 1980; Souza et al., 2003) e a própria estação do ano (Dufour et al., 1984; Silva & Nunes, 1988) são fatores também apontados interferência das concentrações de testosterona e, como conseqüência, no comportamento sexual. No entanto, segundo Mies Filho (1987), no Nordeste, não foram verificados variações na libido e testosterona. Esta afirmativa é corroborada por Freitas et al. (1992), que afirmam não ter verificado variação na testosterona em função do período do ano. De fato, o comportamento sexual, nas condições de Nordeste, parece não ser afetado pela variação na precipitação, já que essa característica está diretamente relacionada aos níveis de testosterona (NUNES, 1988; HAFEZ & HAFEZ, 2003).

A presente pesquisa é parte das ações previstas no projeto Cooperativo entre Programas de Pós-Graduação – “Produção e Sanidade em Ruminantes Adaptados ao Meio Norte do Brasil” e tem como objetivo avaliar a influência da morfologia escrotal sobre a termorregulação, biometria escroto-testicular e o comportamento sexual de caprinos, nos períodos seco e chuvoso do ano no Estado do Piauí, com a finalidade de reunir informações para seleção de reprodutores mais adaptados às condições adversas de elevada temperatura.

Estruturalmente este trabalho foi dividido em introdução, dois capítulos, sendo o primeiro “Contribuição do escroto bipartido à termorregulação escroto-testicular em caprinos, avaliada nos períodos seco e chuvoso do ano na Região Meio Norte do Brasil” e o segundo “Influência do

período do ano e da bipartição escrotal sobre a biometria escroto-testicular e o comportamento sexual em caprinos”. Além dos itens de considerações finais e referências bibliográficas.

Os capítulos foram elaborados na forma de artigos científicos, sendo o primeiro de acordo com as normas da revista *Theriogenology* e o segundo obedecendo às normas da revista *Animal Reproduction*, os quais serão submetidos à publicação.

CAPÍTULO I¹

¹ Apresentado segundo normas da revista Theriogenology

Contribuição do escroto bipartido à termorregulação escroto-testicular em caprinos, avaliada nos períodos seco e chuvoso do ano na Região Meio Norte do Brasil.²

Running title: Termorregulação testicular em caprinos com escroto bipartido

A.A.N. MACHADO JUNIOR¹; M.A.M. CARVALHO^{2a}

1. Médico Veterinário, Mestre em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí. 2. Professora Doutora, Departamento de Morfofisiologia Veterinária, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí.

^aCorrespondência para:

Maria Acelina Martins de Carvalho

Departamento de Morfofisiologia Veterinária, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí.

Campus da Socopo, s/n. CEP. 64049-550, Teresina, Piauí, Brasil.

Fone: (86) 3215 5748

Email: carvalhomam@uol.com.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do grau de bipartição escrotal e das condições climáticas sobre a termorregulação escroto-testicular em caprinos criados no Estado do Piauí. Para tanto, foram utilizados 18 caprinos machos, SRD, com 8 a 24 meses de idade, divididos em três grupos de seis animais: O grupo GI (contendo caprinos com escroto simples), o GII (caprinos com escroto bipartido até 50% do comprimento testicular) e o GIII (caprinos com bipartição superior a 50% do comprimento testicular). Os parâmetros avaliados foram as temperaturas do escroto, testículo e funículo espermático, obtidas de forma invasiva, com um termômetro digital

² Parte integrante da dissertação de mestrado do primeiro autor, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, CCA/UFPI.

termoacoplável e não invasiva, com um pirômetro, nos terços proximal, médio e distal. Os dados foram coletados nos períodos seco e chuvoso do ano, bem como, nos turnos da manhã e tarde. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguida do teste SNK para comparação das médias. Mostraram que o período do ano interferiu na termorregulação escroto-testicular, pois no período seco as temperaturas do escroto, testículo e funículo espermático foram mais elevadas que as observadas no período chuvoso. O grau de bipartição do escroto foi outro fator que regulou a temperatura escroto-testicular já que os caprinos que apresentavam escroto com maior grau de bipartição demonstraram as menores médias das temperaturas escroto-testiculares em ambos os períodos e turnos pesquisados. Concluímos, portanto, que sob as condições experimentais utilizadas no presente trabalho, tanto o período do ano quanto o grau de bipartição do escroto interferem no processo de termorregulação escroto-testicular.

Palavras- chave: caprinos, escroto bipartido, termorregulação escroto-testicular

INTRODUÇÃO

A localização dos testículos no interior do escroto é fator preponderante, para a espermatogênese uma vez que, a temperatura neste local apresenta-se de 2 a 6°C inferior à do abdômen. A elevação da temperatura testicular aumenta o metabolismo e a demanda de oxigênio pelas células do epitélio seminífero, porém, seu fluxo sanguíneo é limitado, tornando-se incapaz de suprir essa demanda, resultando, portanto, em hipóxia e redução da qualidade seminal (VILLARES, 1976; KASTELIC et al., 1996; SETCHELL, 1998).

A interação de vários fatores induz a adaptações morfofisiológicas nos animais, que contribuem para alterar sua eficiência produtiva e reprodutiva. Dentre elas, pode-se citar a bipartição do escroto, observada primeiramente por Robertshaw (1982) em caprinos de regiões áridas e semi-áridas do leste da África e por Nunes et al. (1984), em caprinos criados na região Nordeste do Brasil.

Esta característica amplia consideravelmente a superfície de cada testículo exposta à temperatura ambiente, propiciando melhor dissipação de calor e aumento nos parâmetros biométricos do testículo, na qualidade espermática e na eficiência reprodutiva desses animais em relação aos que não possuem essa característica (NUNES et al., 1983; SILVA et al., 1986; ALMEIDA, 2003).

No processo de termorregulação testicular, vários fatores atuam para manter a temperatura destes órgãos dentro de limites satisfatórios à produção espermática. Dentre eles, estão as glândulas sudoríparas no escroto que facilitam a perda de calor por evaporação (BLAZQUEZ et al., 1988; DYCE et al., 1997; NUNES, 2005); o mecanismo de aproximação e afastamento do escroto e testículo da parede abdominal exercido pela túnica dartos e músculo cremáster (BANKS, 1991; HAFEZ & HAFEZ, 2003), o fluxo sanguíneo do escroto, o qual facilita a perda de calor por irradiação (BRITO, 2000) e o mecanismo de contra-corrente de troca de calor onde a artéria perde calor para as veias testiculares (GETTY, 1986; GODINHO et al., 1987; COULTER, 1988; SETCHELL & BROOKS, 1988; COULTER & KASTELIC, 1994; DYCE et al., 1997; ALMEIDA, 2003; HAFEZ & HAFEZ, 2003; BRITO et al., 2004).

Ao aferirem a temperatura do escroto e testículo, Kastelic et al. (1995) observaram maiores valores na região proximal do escroto. Godinho et al. (1980) determinaram as temperaturas retal, escrotal e testicular de touros e concluíram que a maior eficiência do mecanismo de termorregulação testicular está relacionada às características morfológicas e funcionais dos componentes do escroto, entre as quais destaca-se, a grande quantidade de glândulas sudoríparas. De acordo com Nunes (2005), caprinos que animais com maior grau de bipartição escrotal têm maior número de glândulas sudoríparas e, conseqüentemente, maior produção de suor, o que facilita a perda de calor por evaporação.

A elevação da temperatura testicular resulta em degeneração do parênquima tanto em caprinos (SANTOS & SIMPLÍCIO, 2000) quanto em ovinos (MOREIRA et al., 2001) e bovinos (VOGLER et al., 1991; JANUSKAUKAS et al., 1995; FONSECA & CHOW, 1995; DIARRA et al., 1997; MATHEVON et al., 1998; GABALDI et al., 1999), resultando com no aumento das patologias espermáticas, sendo que o grau de alteração depende do tempo de exposição dos animais a este fator.

Silva et al. (1986); Silva et al. (1988) avaliaram a influência da morfologia escrotal e do período do ano sobre as características do sêmen e seu efeito sobre a fertilidade de caprinos da raça Moxotó e constataram que o sêmen dos reprodutores com escroto bipartido apresentava melhor qualidade quando comparado com o de reprodutores com escroto não bipartido, tanto no período seco quanto no chuvoso, e que estes defeitos foram menores no período chuvoso, em ambos os grupos pesquisados, devido as menores temperaturas ambientais. Já Nunes et al. (1983) observaram que caprinos com escroto bipartido apresentavam melhor teste de termo-resistência e menor porcentagem de defeitos espermáticos. Almeida (2003) apontou, em seu estudo, que animais com menor grau de divisão escrotal apresentavam maior percentual de defeitos espermáticos, tal como relatado por Azevedo et al. (2005) acrescentando, ainda, que animais com maior grau de bipartição escrotal apresentavam melhores valores de motilidade massal, vigor motilidade individual e concentração espermática.

Diante do exposto, esta pesquisa objetiva estudar a influência do grau de bipartição escrotal e do período do ano sobre a termorregulação escroto-testicular em caprinos

MATERIAL E MÉTODOS

- **Animais, local da pesquisa e formação dos grupos experimentais**

A pesquisa foi desenvolvida em um aprisco experimental, localizado no Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil, com latitude: 05°05'21''sul, longitude: 42°48'07'' oeste, altitude: 72 m, radiação solar mensal: 676 cal.cm².dia⁻¹, temperatura média: 27,3°C, umidade relativa do ar – 65%. Foram utilizados 18 caprinos machos, sem raça definida (SRD), com idade entre 8 e 24 meses criados no Estado do Piauí. Os animais foram submetidos à avaliação clínica sendo relacionados aqueles com bom estado geral e integridade perfeita dos órgãos genitais, incluindo escroto e testículo. Os animais foram separados de acordo com a morfologia escrotal em três grupos de seis caprinos, segundo proposto por Almeida (2003). O grupo I (GI) apresentava animais sem bipartição escrotal, grupo II (GII), animais que apresentavam escroto bipartido até 50% do comprimento testicular e grupo III (GIII), animais cujo escroto apresentava bipartição superior a 50% do comprimento testicular (Fig. 1).

A alimentação dos animais consistia basicamente de pastagem natural durante o dia, e ao final deste, os animais eram levados ao aprisco onde recebiam suplementação com ração comercial (FRI-Borrego Engorda: 1,3% de cálcio, 2,5% de extrato etéreo, 0,3% de fósforo, 10% de fibra, 12% de minerais, 16% de proteína, 12% de umidade e 70% de NDT) na proporção de 1% do peso vivo, além de sal mineral e água limpa *ad libitum*.

- **Temperatura ambiente, umidade relativa e temperatura retal**

Durante toda a fase experimental, foram coletados dados relativos a temperatura ambiente e umidade relativa, com auxílio de um termohigrógrafo digital (ModeloDT8829, Dellt Sistema e Instrumentos LTDA, rua Corrientes, 135, Pq Novo Oratório – CEP. 09260-030, Santo André – SP).

A temperatura retal foi obtida com auxílio de um termômetro clínico digital (BD – Brasil, rua Alexandre Dumas, 1976, CEP. 04717-004, São Paulo – SP).

- **Temperaturas do escroto, testículos e funículos espermáticos**

Foram aferidas duas vezes ao dia, a cada três dias, durante dois meses no período seco (outubro/novembro) e dois meses no período chuvoso (fevereiro/março) do ano, nos turnos da manhã (6:00-7:00 horas) e tarde (14:00-15:00 horas) totalizando 32 aferições por período e 64 aferições ao longo de todo o período experimental.

As temperaturas referidas acima foram obtidas de forma invasiva, utilizando-se termômetro digital termoacoplável (Termopar tipo K – HD9218 com haste de penetração e sensor de temperatura – TP741, com precisão de 0,1°C, Delta OHM SRL – Via G. Marcon, 5, 35030 Caselle Di Selvazzano (PD) – Itália) e não invasiva, avaliada através de um pirômetro digital (MT4 – mira laser, com precisão de 0,5°C, Raytek Corporation, 1201, Shaffer Road, Santa Cruz, CA 95060).

Na superfície do escroto a temperatura foi obtida nos terços proximal, médio e distal, posicionando o pirômetro cerca de 1,0cm da pele do escroto. As temperaturas dos testículos foram aferidas nos terços proximal, médio e distal, enquanto que as do funículo espermático, nos terços proximal e distal, introduzindo-se a haste do termômetro cerca de 0,5 a 1,0cm sob a pele do escroto na região do septo escrotal nos caprinos com escroto sem bipartição e na região correspondente naqueles com escroto bipartido. Essas temperaturas foram obtidas em um hemi-escroto (direito ou esquerdo), alternando nos animais em cada grupo, e nos turnos, manhã e tarde.

- **Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para um delineamento inteiramente ao acaso em esquema de parcela subdividida seguida do teste Student-Newman-Keuls (SNK) para comparação das médias, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS

Os resultados mostraram que independente da morfologia escrotal e do período do ano, as temperaturas do funículo espermático, do testículo e do escroto diminuíram do terço mais proximal até o mais distal dos órgãos (Tabelas 1 a 6).

Os dados referentes à temperatura ambiente e umidade relativa, mostraram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os períodos seco ($35,07 \pm 2,43^\circ\text{C}$ e $56,09 \pm 2,3\%$) e chuvoso ($30,29 \pm 2,26^\circ\text{C}$ e $76,23 \pm 3,4\%$) do ano.

A temperatura retal obtida dos grupos experimentais GI, GII e GIII não mostraram diferença significativa ($p > 0,05$) entre os grupos e períodos pesquisados, sendo que esta temperatura para o GI foi de $38,81 \pm 0,5$ e $39,19 \pm 0,6^\circ\text{C}$, para o GII, $38,74 \pm 0,3$ e $38,69 \pm 0,4^\circ\text{C}$ e para o GIII, $38,81 \pm 0,3$ e $38,63 \pm 0,4^\circ\text{C}$ nos períodos seco e chuvoso, respectivamente.

A temperatura intrafunicular no terço mais proximal (FP) do órgão, como pode ser visto na tabela 1, não mostrou diferença significativa entre os grupos ao longo do experimento, tendo variado apenas em função do período do ano. No terço distal do funículo espermático (FD) observou-se uma variação significativa da temperatura entre os grupos, porém tal diferença foi notada de forma mais marcante no período seco, não sendo verificada no período chuvoso do ano. Independente do grau de bipartição do escroto, as temperaturas do funículo, encontradas entre os períodos seco e chuvoso, mostraram-se significativamente diferentes nos terços proximal e distal (Tabela 1).

No período chuvoso, foi encontrada diferença significativa na FD, entre os diferentes grupos experimentais, somente no turno da manhã sendo que à tarde as temperaturas se mantiveram iguais estatisticamente, porém o grupo GIII mostrou a menor média numérica para FD (Tabela 2). No período seco, tanto no turno da manhã quanto no da tarde, as temperaturas de FD registradas foram significativamente diferentes entre os grupos, sendo que em ambos os turnos, o grupo GIII (animais

com bipartição maior que 50% do comprimento testicular) foi o que teve a menor ($p < 0,05$) temperatura $36,10 \pm 0,09$ e $37,88 \pm 0,11^\circ\text{C}$ (Tabela 2).

Com relação ao testículo, a variação de temperatura em todos os grupos seguiu um padrão clássico de distribuição, apresentando maior valor na extremidade captata, diminuindo progressivamente em direção a extremidade caudata (Tabelas 3 e 4). Em todos os pontos de aferição, a temperatura testicular apresentou uma diferença significativa entre os grupos e períodos pesquisados (Tabela 3).

Nos períodos chuvoso e seco, o grupo GIII apresentou as menores médias de temperatura na região proximal do testículo (TP) nos turnos da manhã ($35,07 \pm 0,10$ e $36,01 \pm 0,07^\circ\text{C}$) e tarde ($36,54 \pm 0,08$ e $37,56 \pm 0,10^\circ\text{C}$) quando comparado com os demais grupos experimentais (Tabela 4). O grupo GII no período seco, turno da manhã, apresentou um comportamento atípico do notado nos demais pontos de aferição de temperatura, pois foi o grupo com a maior média de TP, não sendo, tal fato, observado no turno da tarde quando este grupo apresentou temperatura maior apenas a observada no GIII (Tabela 4).

Em relação aos terços médio e distal do testículo (TM e TD) a temperatura apresentou um comportamento semelhante. Em todos os grupos experimentais, a temperatura em TM e TD mostraram os menores valores no período chuvoso quando comparados com o período seco e dentro de cada período (Tabela 3). O turno da manhã proporcionou as menores médias em ambos os pontos de aferição (Tabela 4).

O grupo GIII apresentou as menores médias de TM e TD ao longo de todo o período experimento. O grupo GII, por sua vez, apresentou um comportamento irregular, pois ora apresentava valores estatisticamente semelhante ao GI e ora ao GIII (Tabela 4).

As tabelas 5 e 6 mostram a temperatura da superfície escrotal em diferentes pontos de aferição, a qual foi inferior à temperatura testicular e funicular. O comportamento desta temperatura ao longo do período experimental e em função dos grupos estudados apresentou-se semelhante ao descrito para a temperatura testicular, mostrando-se mais elevada no período seco e no turno da tarde, quando comparado com o chuvoso e o turno da manhã (Tabelas 5 e 6).

Na leitura da tabela 7 percebe-se um aumento progressivo no gradiente entre a temperatura retal e as temperaturas aferidas, desde a região proximal do funículo espermático até a região distal do testículo em todos os grupos e períodos pesquisados. O gradiente de temperatura retal e FP nos grupos GI, GII e GIII foi de 0,75, 0,79 e 0,99°C no período seco passando para 1,90, 1,58 e 1,72°C no período chuvoso e o gradiente de temperatura retal TD foi de 5,24, 5,79 e 6,30°C no período seco e 6,94, 7,30 e 7,67°C no período chuvoso para o GI, GII e GIII, respectivamente.

O gradiente de temperatura entre as regiões FP e TD nos grupos GI, GII e GIII, foi de 4,49, 5,00 e 5,31°C no período seco e 5,04, 5,72 e 5,95°C no período chuvoso, enquanto que o gradiente de temperatura testículo-escroto para os grupos GI, GII e GIII foi de 1,8 e 4,55°C, 2,33 e 5,15°C e 2,34 e 5,64°C na região proximal; 2,68 e 3,77°C, 2,79 e 4,19°C e 2,47 e 4,70°C na região média; 1,64 e 2,72°C, 1,69 e 2,60°C e 1,56 e 2,24°C na região distal, nos períodos seco e chuvoso, respectivamente (Tabela 7).

DISCUSSÃO

Os períodos seco e chuvoso do ano na região estudada sofreram uma alteração significativa na temperatura ambiente e umidade relativa, passando de $35,07 \pm 2,43^\circ\text{C}$ e $56,09 \pm 2,3\%$, no período seco, para $30,29 \pm 2,26^\circ\text{C}$ e $76,23 \pm 3,4\%$, no chuvoso. Porém mesmo com esta considerável variação de temperatura e de umidade relativa, não se observou alteração na temperatura retal nos caprinos pesquisados. Deste modo, percebe-se que as condições ambientais, sob as quais o trabalho foi

conduzido não produziram alterações na temperatura retal dos diferentes grupos experimentais, tal como foi observado por Kastelic et al. (1997) em estudo com bovinos submetidos a temperatura ambiente de 15 e 25°C e Martins Júnior (2004) estudando caprinos Boer e Anglo-Nubiando nos períodos seco e chuvoso, os quais relataram não ter havido alteração na temperatura retal nestes animais.

No presente trabalho, observamos nos diferentes grupos experimentais, que a temperatura retal foi maior que a temperatura testicular e, esta, maior que a escrotal. Semelhante ao verificado em pesquisas com caprinos (LIMA JUNIOR et al., 1995) e bovinos (GODINHO et al., 1980; KASTELIC et al., 1997; STRAPA et al., 2004).

Em relação às temperaturas do escroto, testículo e funículo espermático, nota-se que houve um decréscimo, entre os períodos seco e chuvoso, e turnos da tarde e da manhã. Estas temperaturas foram mais elevadas no período e turno de maior temperatura ambiente (período seco e turno da tarde), tal com relatado por Lima Júnior et al. (1995). No entanto, neste trabalho, o autor pesquisou apenas a influência do turno (manhã e tarde) sobre a termorregulação testicular em caprinos com escroto bipartido, notando que à tarde, as temperaturas do escroto e do testículo eram maiores que as observadas pela manhã. Ressalta-se ainda, que estes pesquisadores não avaliaram a influência do período seco e chuvoso sobre a termorregulação testicular

Neste sentido parece ser indiscutível a influência do período do ano sobre a temperatura do escroto, testículo e funículo espermático. De fato, a temperatura funicular nas regiões proximal e distal foi $38,06 \pm 0,13$ e $37,25 \pm 0,11$ °C para GI, $37,95 \pm 0,11$ e $37,12 \pm 0,12$ °C para o GII e $37,82 \pm 0,14$ e $36,99 \pm 0,10$ °C para GIII, no período seco e diminuindo, no período chuvoso, para $37,29 \pm 0,29$ e $37,01 \pm 0,21$ °C no GI, $37,11 \pm 0,19$ e $36,91 \pm 0,32$ °C no GII e $36,91 \pm 0,12$ e $36,83 \pm 0,15$ °C no GIII (Tabela 1). Ainda neste contexto Kastelic et al. (1997) encontraram, para touros mantidos em

ambiente sob temperatura de 15 e 25°C, a temperatura do sangue arterial variando, no início do funículo e antes da extremidade capitata do testículo, de 34,3 para 36,5°C e de 31,7 para 34,8°C. Em nossa pesquisa, os valores encontrados no período seco e chuvoso são consideravelmente inferiores aos relatados por esses autores (Tabelas 1 e 3). Acreditamos que essa diferença resida no fato de que, além da variação de temperatura entre os dois ambientes, observada nesse estudo (10°C) ser maior do que a observada em nosso trabalho (4,78°C), entre os períodos seco e chuvoso, a temperatura no estudo de Kastelic et al. (1997) foi aferida diretamente na artéria testicular, enquanto que no nosso trabalho aferimos diretamente no funículo espermático. Salientamos ainda, que diferença pode ter relação com as espécies estudadas.

Sabe-se que as diferenças na morfologia do funículo espermático e escroto podem influenciar a eficiência do mecanismo de termorregulação testicular. De fato, Cook et al. (1994) citam que alterações no comprimento e diâmetro da artéria testicular, diminuição da espessura da parede arterial e distância entre artéria e veia afetam diretamente esta termorregulação. Ainda, Nunes (2005) observou, ao estudar caprinos com escroto bipartido, que estes apresentavam maior diâmetro e comprimento do funículo espermático e que o segmento da artéria testicular contido no funículo era maior que nos animais sem essa característica, permitindo maior troca de calor e favorecendo a termorregulação testicular. Estas informações explicam, pelo menos em parte, os dados obtidos em nossa pesquisa, onde os animais com maior grau de bipartição do escroto apresentaram as menores temperaturas escroto-testiculares em todos os períodos e turnos pesquisados (Tabelas 4 e 6).

Segundo Cook et al. (1994), a deposição de gordura ao redor do funículo espermático também pode afetar a termorregulação testicular. Neste sentido, Kastelic et al. (1996) demonstraram que o isolamento térmico do funículo espermático causa aumento da temperatura escrotal e

testicular. Já Nunes (2005), pesquisando caprinos com escroto bipartido e não bipartido, notou que animais sem bipartição escrotal apresentavam os vasos da região subcapsular do funículo espermático rodeados por tecido adiposo, dificultando as trocas de calor entre os vasos neste grupo de animais.

A temperatura do testículo e do escroto, em todos os grupos pesquisados, sofreu alteração entre os períodos seco e chuvoso em função da variação da temperatura ambiente e morfologia escrotal (Tabelas 4 e 6). Esses parâmetros também variaram entre turnos (manhã e tarde). Nossos dados corroboram com os de Lima Júnior et al (1995), que avaliaram o comportamento da temperatura escrotal e testicular entre os turnos da manhã e da tarde, durante um período do ano, em caprinos com a mesma característica de bipartição escrotal. Neste estudo, a temperatura observada no turno da manhã para a região proximal e distal do escroto, foi de $34,89 \pm 0,12$ e $31,36 \pm 0,43^\circ\text{C}$ para animais com escroto bipartido e $34,77 \pm 0,20$ e $32,02 \pm 0,41^\circ\text{C}$ para animais sem escroto bipartido e o turno da tarde, esta temperatura aumentou para $35,10 \pm 0,27$ e $31,82 \pm 0,21^\circ\text{C}$ nos animais com bipartição e $35,27 \pm 0,23$ e $32,61 \pm 0,61^\circ\text{C}$, para aqueles sem bipartição escrotal. Já no testículo, a temperatura encontrada nessas mesmas regiões, no turno da manhã, foi de $34,85 \pm 0,11$ e $31,70 \pm 0,34^\circ\text{C}$ em caprinos com bipartição e de $34,77 \pm 0,20$ e $32,53 \pm 0,46^\circ\text{C}$ em caprinos sem bipartição. No turno da tarde, esta temperatura foi de $35,21 \pm 0,33$ e $32,30 \pm 0,25^\circ\text{C}$ e de $35,31 \pm 0,14$ e $32,72 \pm 0,23^\circ\text{C}$ para animais com e sem bipartição, respectivamente. Observa-se assim, que a temperatura do escroto e testículo sofreu um incremento ao passar do turno da manhã para a tarde, sendo que o grupo com bipartição apresentou as menores médias nos dois turnos pesquisados, assim como relatado em nossa pesquisa.

Dentre os fatores ligados a termorregulação escrotal, pode-se sugerir que o mecanismo de contra-corrente de perda de calor, associado com a característica de bipartição escrotal, favorece consideravelmente a diminuição da temperatura do sangue arterial, desde a região proximal do funículo espermático até o testículo. Em nosso trabalho, observou-se que o gradiente funículo-testículo foi de 2,84 e 3,20°C para o GI, 3,10 e 3,52°C para o GII e 3,35 e 3,55°C para o GIII nos períodos seco e chuvoso, respectivamente. A partir destes valores, nota-se que os animais com maior grau de bipartição escrotal demonstraram ter os maiores gradientes funículo-testículo, ou seja, a perda de calor arterial neste grupo de animais foi mais intensa que nos demais grupos. Corroborando com nossos achados, Hafez & Hafez (2003) já demonstraram em carneiros que o sangue arterial, desde o anel inguinal até a superfície do testículo, perde aproximadamente 4°C.

Ainda de acordo com nossos dados, nota-se que o aumento na temperatura ambiente influencia na variação da temperatura escrotal e testicular. Kastelic et al. (1996), após realizar insulação do escroto de bovinos, observaram que a temperatura deste órgão e do testículo sofreu um considerável aumento após 24 e 48 horas. Na medida em que uma analogia é feita com os nossos experimentos (período seco = bolsa de insulação e período chuvoso = sem a bolsa de insulação) resultados semelhantes são observados, demonstrando que o período seco proporcionou as maiores temperaturas do escroto e testículo quando comparado com o período chuvoso.

Em nosso estudo, os grupos experimentais GI, GII e GIII apresentaram uma diminuição da temperatura escrotal e testicular desde a região proximal até a distal em ambos os órgãos, sendo que o grupo com maior grau de bipartição escrotal apresentou menores médias de temperatura para o escroto e o testículo. Kastelic et al. (1995) relataram, para bovinos, que a temperatura escrotal na região proximal foi de 30,4°C, passando para 28,8°C na região distal deste órgão. Já para o testículo, Kastelic et al. (1997) relataram a temperatura variando de 34,3°C na região proximal, para 34,5°C na

região distal. Sendo assim, a variação da temperatura escrotal relatada por esses autores assemelha-se a encontrada em nossa pesquisa para o período chuvoso, porém a temperatura testicular, a qual se apresentou uniforme ao longo do testículo, em nosso estudo sofreu uma redução da região proximal até a região distal (Tabela 4).

Kastelic et al. (1997) relataram uma variação na temperatura escrotal e testicular de touros avaliados em ambientes sob temperaturas de 15 e 25°C, as quais foram decrescendo da região proximal até a região distal nesses órgãos. Nossos dados também mostram a mesma variação sendo que as menores temperaturas escroto-testiculares ocorreram no período chuvoso, quando foi observado a menor temperatura ambiente (30,29°C), enquanto que no período seco a temperatura encontrada foi de 35,07°C.

Sabe-se que a qualidade seminal é muito dependente da temperatura sob a qual o testículo está submetido. Villares (1976); Kastelic et al. (1996); Setchell (1998) afirmam que para uma produção espermática normal, é necessário que o testículo esteja a uma temperatura abaixo da temperatura corporal e que quanto mais essa temperatura se eleva, mais evidente são os defeitos espermáticos observados no ejaculado (Vogler et al., 1991; Jabuskaukas et al., 1995; Fonseca e Chow, 1995; Gabaldi et al., 1999). Santos & Simplicio (2000); Moreira et al. (2001) estudando os efeitos da insulação escrotal sobre parâmetros seminais de caprinos e ovinos, observaram que o aparecimento de defeitos espermáticos é imediato ao aumento da temperatura escrotal e notaram, ainda, que mesmo cessando o estímulo térmico, os padrões seminais demoram cerca de 8 a 10 semanas para retornarem aos níveis normais.

Neste sentido, observamos que os caprinos com escroto com maior grau de bipartição apresentaram menores médias de temperatura escrotal e testicular, em todos os períodos e turnos pesquisados (Tabelas 4 e 6). Tal fato sugere que o grupo de animais com maior grau de bipartição

escrotal pode apresentar melhor qualidade de sêmen devido ao fato de que seus testículos estão mais resfriados em relação à temperatura corporal. Tal como relatado por Almeida (2003); Azevedo et al. (2005) em seus estudos, nos quais, caprinos com menor grau de divisão escrotal apresentavam elevado percentual de defeitos espermáticos, acrescentando, ainda, que animais com maior grau de divisão escrotal apresentaram melhores valores de motilidade massal, vigor, motilidade individual e concentração espermática.

Com base nos resultados acima discutidos e de acordo com a metodologia descrita neste trabalho, concluímos que os animais com maior grau de bipartição escrotal apresentam um melhor mecanismo de termorregulação escroto testicular, fato este comprovado pela obtenção das menores médias de temperatura do escroto e testículo ao longo do experimento.

Além disso, pode-se afirmar que o clima interfere no mecanismo de termorregulação escroto-testicular, na medida em que eleva estas temperaturas no período correspondente a maior temperatura ambiente e menor umidade relativa (período seco).

Propomos ainda que dentre os fatores ligados a termorregulação escroto-testicular, destaca-se a separação escrotal associada ao mecanismo de contra-corrente de perda de calor, os quais favorecem consideravelmente a diminuição da temperatura do sangue arterial desde a região proximal do funículo espermático até o testículo.

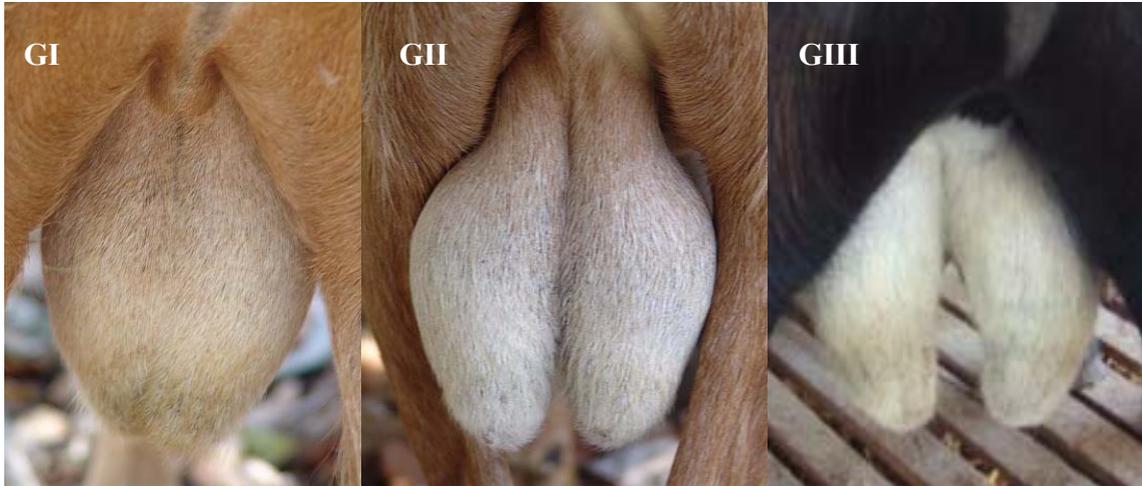


Figura 1. Fotografia da região escrotal de caprinos dos diferentes grupos, sendo GI, animais sem bipartição; GII, animais com bipartição de até 50% do comprimento testicular; e GIII, animais com bipartição superior a 50% do comprimento testicular.

Tabela 1. Temperatura (°C) média e desvio padrão dos terços proximal (FP) e distal (FD) do funículo espermático de caprinos com escroto simples e bipartido, nos períodos seco e chuvoso, Teresina – PI

Período	Grupo ¹	FP	FD
Do ano			
Seco	GI	38,06±0,13 ^a	37,25±0,11 ^a
	GII	37,95±0,11 ^a	37,12±0,12 ^a
	GIII	37,82±0,14 ^a	36,99±0,10 ^{aA}
Chuvoso	GI	37,29±0,29	37,01±0,21
	GII	37,11±0,19	36,91±0,32
	GIII	36,91±0,12	36,83±0,15

¹ GI = caprinos sem bipartição escrotal, GII = caprinos com escroto bipartido até 50% e GIII = caprinos com bipartição escrotal superior a 50%.

a. p<0,05 em relação aos grupos GI, GII e GIII do período chuvoso.

A. p<0,05 em relação aos grupos GI e GII do período seco.

ANOVA seguida do teste SNK.

Tabela 2. Temperatura (°C) média e desvio padrão dos terços proximal (FP) e distal (FD) do funículo espermático de caprinos com escroto simples e bipartido, nos períodos seco e chuvoso, turnos manhã e tarde, Teresina – PI

Período	Turno	Grupo ¹	FP	FD
Avaliado				
Seco	Manhã	GI	37,85±0,11	36,39±0,12 ^A
		GII	37,73±0,09	36,26±0,04 ^B
		GIII	37,67±0,12	36,10±0,09
	Tarde	GI	38,28±0,15 ^a	38,12±0,10 ^{aB}
		GII	38,17±0,13 ^a	37,99±0,20 ^a
		GIII	37,98±0,16 ^a	37,88±0,11 ^a
Chuvoso	Manhã	GI	36,79±0,14	36,27±0,11 ^B
		GII	36,51±0,20	36,13±0,04
		GIII	36,13±0,12	35,98±0,11
	Tarde	GI	37,80±0,44 ^a	37,85±0,31 ^a
		GII	37,72±0,18 ^a	37,69±0,60 ^a
		GIII	37,70±0,12 ^a	37,68±0,19 ^a

¹ GI = caprinos sem bipartição escrotal, GII = caprinos com escroto bipartido até 50% e GIII = caprinos com bipartição escrotal superior a 50%.

a. p<0,05 em relação aos grupos GI, GII e GIII do turno da manhã de cada período.

A. p<0,05 em relação aos grupos GII e GIII do mesmo turno.

B. p<0,05 em relação ao grupo GIII do mesmo turno.

ANOVA seguida do teste SNK.

Tabela 3. Temperatura (°C) média e desvio padrão dos terços proximal (TP), médio (TM) e distal (TD) do testículo de caprinos com escroto simples e bipartido, nos períodos seco e chuvoso, Teresina – PI

Período	Grupo ¹	TP	TM	TD
Avaliado				
Seco	GI	36,96±0,07 ^{aB}	35,14±0,12 ^{aA}	33,57±0,06 ^{aA}
	GII	36,93±0,08 ^a	34,68±0,10 ^{aB}	32,95±0,08 ^{aB}
	GIII	36,79±0,08 ^a	34,11±0,09 ^a	32,51±0,04 ^a
Chuvoso	GI	36,21±0,09 ^A	33,81±0,13 ^A	32,25±0,15 ^A
	GII	35,94±0,06 ^B	33,45±0,04 ^B	31,39±0,12 ^B
	GIII	35,81±0,09	33,33±0,06	30,90±0,07

¹ GI = caprinos sem bipartição escrotal, GII = caprinos com escroto bipartido até 50% e GIII = caprinos com bipartição escrotal superior a 50%.

a. p<0,05 em relação aos grupos GI, GII e GIII do período chuvoso.

A. p<0,05 em relação aos grupos GII e GIII do mesmo período.

B. p<0,05 em relação ao grupo GIII do mesmo período.

ANOVA seguida do teste SNK.

Tabela 4. Temperatura (°C) média e desvio padrão dos terços proximal (TP), médio (TM) e distal (TD) do testículo de caprinos com escroto simples e bipartido, nos períodos seco e chuvoso, turnos manhã e tarde, Teresina – PI

Período	Turno	Grupo ¹	TP	TM	TD
Avaliado					
Seco	Manhã	GI	36,09±0,05	33,32±0,04 ^A	32,25±0,03 ^B
		GII	36,22±0,08 ^A	33,33±0,07	31,54±0,06 ^A
		GIII	36,01±0,07	33,04±0,10	30,99±0,04
	Tarde	GI	37,82±0,10 ^{aA}	36,96±0,21 ^{aB}	34,89±0,09 ^{aB}
		GII	37,69±0,08 ^a	36,04±0,13 ^{aA}	34,37±0,10 ^{aA}
		GIII	37,56±0,10 ^a	35,18±0,08 ^a	34,04±0,05 ^a
Chuvoso	Manhã	GI	35,54±0,04 ^B	33,07±0,07 ^B	30,57±0,25 ^A
		GII	35,32±0,09 ^A	32,84±0,04 ^A	30,01±0,21
		GIII	35,07±0,10	32,62±0,05	29,87±0,10
	Tarde	GI	36,88±0,15 ^{aB}	34,55±0,20 ^{aB}	33,93±0,05 ^{aB}
		GII	36,56±0,03 ^a	34,06±0,04 ^a	32,77±0,03 ^{aA}
		GIII	36,54±0,08 ^a	34,05±0,07 ^a	32,05±0,04 ^a

¹ GI = caprinos sem bipartição escrotal, GII = caprinos com escroto bipartido até 50% e GIII = caprinos com bipartição escrotal superior a 50%.

a. p<0,05 em relação aos grupos GI, GII e GIII do turno da manhã de cada período.

A. p<0,05 em relação ao grupo GIII do mesmo turno.

B. p<0,05 em relação aos grupos GII e GIII do mesmo turno.

ANOVA seguida do teste SNK.

Tabela 5. Temperatura (°C) média e desvio padrão dos terços proximal (EP), médio (EM) e distal (ED) do escroto de caprinos com escroto simples e bipartido, nos períodos seco e chuvoso, Teresina – PI

Período	Grupo ¹	EP	EM	ED
Avaliado				
Seco	GI	35,16±0,11 ^{aA}	32,46±0,19 ^{aA}	31,93±0,18 ^{aA}
	GII	34,60±0,20 ^a	31,89±0,15 ^a	31,26±0,23 ^a
	GIII	34,45±0,18 ^a	31,64±0,18 ^a	30,95±0,18 ^a
Chuvoso	GI	31,66±0,10 ^A	30,04±0,19 ^A	29,53±0,19 ^A
	GII	30,7±0,16	29,26±0,26 ^B	28,79±0,19 ^B
	GIII	30,17±0,26	28,63±0,36	28,12±0,31

¹ GI = caprinos sem bipartição escrotal, GII = caprinos com escroto bipartido até 50% e GIII = caprinos com bipartição escrotal superior a 50%.

a. p<0,05 em relação aos grupos GI, GII e GIII do período chuvoso.

A. p<0,05 em relação aos grupos GII e GIII do mesmo período.

B. p<0,05 em relação ao grupo GIII do mesmo período.

ANOVA seguida do teste SNK.

Tabela 6. Temperatura (°C) média e desvio padrão dos terços proximal (EP), distal (EM) e distal (ED) do escroto de caprinos com escroto simples e bipartido, nos períodos seco e chuvoso, turnos manhã e tarde, Teresina – PI

Período	Turno	Grupo ¹	EP	EM	ED
Avaliado					
Seco	Manhã	GI	34,95±0,20 ^B	30,37±0,15 ^B	29,85±0,21 ^B
		GII	34,03±0,30	29,38±0,24	28,78±0,37
		GIII	33,56±0,22	28,83±0,33	28,20±0,23
	Tarde	GI	35,38±0,12 ^a	34,55±0,13 ^a	34,00±0,15 ^a
		GII	35,18±0,10 ^a	34,41±0,07 ^a	33,75±0,10 ^a
		GIII	35,35±0,15 ^a	34,45±0,04 ^a	33,70±0,13 ^a
Chuvoso	Manhã	GI	30,64±0,19 ^B	28,03±0,12 ^B	27,50±0,24 ^A
		GII	30,11±0,23 ^A	27,60±0,30	27,11±0,16
		GIII	29,44±0,30	26,83±0,47	26,34±0,17
	Tarde	GI	32,68±0,10 ^{aB}	32,05±0,16 ^{aB}	31,56±0,15 ^{aB}
		GII	31,48±0,09 ^{aA}	30,91±0,30 ^a	30,47±0,33 ^a
		GIII	30,91±0,22 ^a	30,42±0,25 ^a	29,90±0,45 ^a

¹ GI = caprinos sem bipartição escrotal, GII = caprinos com escroto bipartido até 50% e GIII = caprinos com bipartição escrotal superior a 50%.

a. p<0,05 em relação aos grupos GI, GII e GIII do turno da manhã de cada período.

A. p<0,05 em relação ao grupo GIII do mesmo turno.

B. p<0,05 em relação aos grupos GII e GIII do mesmo turno.

ANOVA seguida do teste SNK.

Tabela 7. Gradiente entre temperatura retal e terços proximal (TR-FP^oC) e distal (TR-FD^oC) do funículo espermático e proximal (TR-TP^oC), médio (TR-TM^oC), e distal (TR-TD^oC) do testículo, entre terço proximal do funículo e distal do testículo (FP-TD^oC) e entre terços proximais (TP-EP^oC), médios (TM-EM^oC) e distais (TD-ED^oC) do testículo e escroto de caprinos com escroto simples e bipartido, Teresina – PI

Período Avaliado	Grupo ¹	TR -FP	TR-FD	TR-TP	TR-TM	TR-TD	FP-TD	TP-EP	TM-EM	TD-ED
Seco	GI	0,75	1,56	1,85	3,67	5,24	4,49	1,80	2,68	1,64
	GII	0,79	1,12	1,31	3,56	5,79	5,00	2,33	2,79	1,69
	GIII	0,99	1,82	2,02	4,70	6,30	5,31	2,34	2,47	1,56
Chuvoso	GI	1,90	2,18	2,98	5,38	6,94	5,04	4,55	3,77	2,72
	GII	1,58	1,78	2,75	5,24	7,30	5,72	5,15	4,19	2,60
	GIII	1,72	1,80	2,82	5,30	7,67	5,95	5,64	4,70	2,84

¹ GI = caprinos sem bipartição escrotal, GII = caprinos com escroto bipartido até 50% e GIII = caprinos com bipartição escrotal superior a 50%.

AGRADECIMENTOS

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo apoio financeiro através do projeto MCT/CNPq/PADCT – processo: 620145/04-8

REFERÊNCIAS

1. Almeida, M.M. **Vascularização arterial testicular e escrotal de caprinos nativos do Estado do Piauí, segundo grau de divisão do escroto, e a relação com parâmetros reprodutivos.** Teresina, 2003. 96p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)- Centro do Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí.
2. Azevedo, L.M.; Vieira, R.J.; Silva, J.M.; Sousa Junior, A. Influência da morfologia escrotal nas características do sêmen de caprinos. In: II CONGRESSO NORTE/NORDESTE DE REPRODUÇÃO ANIMAL. Teresina, 2005. **Anais...** Piauí: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. 2005. CD-ROOM.
3. Banks, W. J. Sistema reprodutor masculino. In: _____. **Histologia veterinária aplicada.** 2ed. São Paulo: Manole, 1991. p. 546-64.
4. Blasquez, N. B.; Mallard, |G.J.; Weed, S. R. Sweat glands of the scrotium of the bull. **Journal of reproduction and fertility.**V.83, p. 673-77,1988.
5. Brito, L.F. **Efeito de características morfológicas do escroto, funículos espermáticos e testículos sobre a termorregulação testicular e a produção e qualidade espermática em touros.** Botucatu, 2000. 163p. Dissertação (Mestrado em Reprodução Animal)- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade estadual Paulista.
6. Brito, L. F. Silva, A. E.; Barbosa, R.T.; Kastelic; J. P. Testicular thermoregulation in *Bos indicus*, crossbred and *Bos taurus* bulls: relationship with scrotal, testicular vascular cone and

- testicular morphology, and effects on semen quality and sperm production. **Theriogenology**. v.61, p. 511-28,2004.
7. Cook, R. B.; Couter, G. H.; Kastelic, J. P. The testicular vascular cone, scrotal thermoregulation and their relationship to sperm production and seminal quality in beef bulls. **Theriogenology**. V.64, p. 653-71, 1994.
 8. Couter, G. H. Thermography of bulls testis. In: TECHNICAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INSEMINATION AND REPRODUCTION. 12, 1988, Columbia. **Proceedings...** Columbia: National Association of Animal Breeders. 1988. p. 58-63.
 9. Couter, G. H.; Kastelic, J. P. In: TECHNICAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INSEMINATION AND REPRODUCTION. 15, 1994, Columbia. **Proceedings...** Columbia: National Association of Animal Breeders. 1994. p. 28-34.
 10. Diarra, M. S.; Pare, J. P.; Roy, G. Genetic and environmental factors affecting semen quality of young Hostein bulls. **Canadian Journal of Animal Science**, v.77, p. 77-85, 1997.
 11. Dyce, K. M.; Sack, W. O.; Wensing, C. J. G. **Tratado de anatomia veterinária**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1997. 663p.
 12. Fonseca, V. O. Chow, L. A. Características seminais de touros zebus com degeneração testicular transitória. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 47, p. 707-16, 1995.
 13. Gabaldi, S. H.; Define, R. M.; Barros, C. M. Q.; Mascaro, K.; Kastelic, J. P.; Rosa, G. J. M. Efeitos da elevação da temperatura testicular nas características espermáticas em touros Nelore. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 23, p. 222-4, 1999.
 14. Getty, R. **Anatomia dos animais domésticos**. 5 ed. v. 1. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986. 1134p.

15. Godinho, H. P.; Cardoso, F. M. Rectum-testis temperature gradient in zebus. **Zbl. Vet. Méd.**, v. 27, p. 593-5, 1980.
16. Godinho, H. P.; Cardoso, F. M.; Nascimento, J. F. **Anatomia dos ruminantes domésticos**. Belo Horizonte: Instituto de Ciências Biológicas da UFMG (departamento de Morfologia), 1987. 415p.
17. Hafez, E. S. E.; Hafez, B. **Reprodução animal**. 7 ed., São paulo: Manole, 2003. 530 p.
18. Januskaukas, A.; Gil, J.; Rodrigues Martinazes, H.; Soderquist, L.; Lundehein, N. effects of brief elevation of scrotal temperature on the post-thaw viability of bull semen. **Reproduction in Domestic Animals**. v. 30, p. 271-7, 1995.
19. Kastelic, J. P.; Coulter, G. H.; Cook, R. B. Scrotal surface., subcutaneous, intratesticular and intraepididymal temperatures in bulls. **Theriogenology**. v.44, p. 147-52, 1995.
20. Kastelic, J. P.; Cook, R. B.; Coulter, G. H.; Saacke, R. G. Insulating the scrotal neck affects semen quality and scrotal/testicular temperatures in the bull. **Theriogenology**. v.45, p. 935-42, 1996.
21. Kastelic, J. P.; Cook, R. B.; Coulter, G. H. Contribution of the scrotum, testes and testicular artery to scrotal/testicular thermoregulation in bulls at ambient temperatures. **Animal Reproduction Science**, v.45, p.255-61,1997.
22. Lima Júnior, A. D.; Vianni, M. C. E. Efeito da morfologia da bolsa escrotal na termorregulação em caprinos nativos no Nordeste do Brasil. **Ciência da Vida**. v. 17, p. 97-107, 1995.
23. Martins Júnior, L.M. **Adaptabilidade das raças Boer e Anglo-Nubiana às condições climáticas da Região Meio Norte do Brasil**. Teresina, 2004. 45p. (Mestrado em Ciência Animal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí.

24. Mathevon, M.; Buhr, M. M.; Dekkers, J. C. M. Environmental, management and genetic factors affecting semen production in Hostein bulls. **Journal of Dairy Science**, v.81, p. 3321-30, 1998.
25. Moreira, E. P.; Moura, A. A. A.; Araújo, Efeito da insulação escrotal sobre a biometria testicular e parâmetros seminais em carneiros da raça Santa Inês criados no estado do Ceará. **Rev. Bras. Zootec**, v.30, p. 1704-11, 2001.
26. Nunes, A. S. **Morfologia do funículo espermático e dos escrotos em caprinos nativos do Estado do Piauí, com diferentes configurações escrotais**. Teresina, 2005. 57p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)- Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí.
27. Nunes, J. F.; Riera, G. S.; Silva, A. E. F. D.; Ponce de Leon, F. A.; Lima, F. A. M. **Características espermáticas de caprinos Moxotó de acordo com a morfologia escrotal**. Sobral: EMBRAPA/CNPCaprinos, 1983. 11p. (Circular técnica, 6).
28. Nunes, J. F.; Riera, G. S.; Silva, A. E. F. D.; Ponce de Leon, F. A.; Lima, F. A. M. Preliminary report on observed differences in goat semen characteristics based on scrotal morphology. In: REUNION INTERNACIONALE DE REPRODUCTION DES RUMINANTS EN ZONE TROPICAL, 20, Guadelupe, 1983. **Proceedings...** Paris, INRA, 1984. p. 251-64. (Les colloques de l'INRA; 20).
29. Robertshaw, D. Concepts in animal adaptation: thermoregulation of the goat. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOAT PRODUCTION AND DISEASE, 3, Tucson. 1982. **Proceedings...** Seoltsdale: Dairy goat journal, p. 395-97, 1982.
30. Santos, D. O.; Simplício, A. A. Parâmetros escroto-testiculares e de sêmen em caprinos adultos submetidos à insulação escrotal. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.35, n.9, p. 1835-41, 2000.

31. Setchell, B. P. The parkers lecture- heat and the testis. **J. Reprod. Fertil.** v.114, p. 179-94, 1998.
32. Setchell, B. P.; Brooks, D. E. Anatomy, vasculare, ineervation and fluids of th male reproduction tract. In: KNOBIL, E.; NEIL, J. D. **The Physiology of reproduction.** New York: Raven Press, 1988. p. 753-836.
33. Silva, A. E. D. F.; Nunes, J. F.; Melo, F. A. Influência da morfologia escrotal nas características do sêmen e seus efeitos na fertilidade de caprinos. **A Hora Veterinária.** Ano 5, n. 29, p. 66-9, 1986.
34. Silva, A. E. D. F.; Nunes, J. F. **Comportamento sexual do macho caprino da raça moxotó às variações estacionais no Nordeste do Brasil.** Sobral, EMBRAPA/CNPCaprinos, 1988. 17p. (Boletim técnico, 6).
35. Strapa, R. A.; Diniz. E. G.; Beletti, M. E.; Eberhardt, B. G.; Strapa, R. Avaliação das diferenças entre temperatura retal, escrotal e intratesticular e da quantidade de glândulas sudoríparas e sebáceas em escroto de búfalos de duas faixas etárias. **Rev. Brás. Reprod. Anim.**, v. 28, n. 4, p. 202-5, 2004.
36. Villares , J. B. Bioclimatologia da reprodução animal: revisão sobre efeitos do ambiente de calor. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 2., 1976, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizinte: CBRA, 1976. p. 192-215.
37. Vogler, C. J.; Saacke, R. G.; Bame, J. H.; Dejarnette, J. M.; Mcgilliard, M. L. Effects of scroat insulation on viability characteristics of criopreserved bovine semen. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3827-35, 1991.

CAPÍTULO II³

³ Apresentado segundo normas da revista *Animal Reproduction*

Influência do período do ano e da bipartição escrotal sobre a biometria escroto-testicular e o comportamento sexual em caprinos⁴

A.A.N. MACHADO JÚNIOR¹, M.A.M. CARVALHO^{2a}, L.S. OLIVEIRA³

1. Médico Veterinário, Mestre em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, 2. Professora Doutora, Departamento de Morfofisiologia Veterinária, centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, 3. Graduando em Medicina Veterinária, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí.

Área de enquadramento do artigo: pesquisa aplicada

Running title: Biometria testicular em caprinos com escroto bipartido

^aCorrespondência: carvalhomam@uol.com.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a biometria escroto-testicular e o comportamento sexual em caprinos criados no Estado do Piauí, Brasil, com diferentes níveis de divisão escrotal, nos períodos seco e chuvoso do ano. Para tanto, foram utilizados 18 caprinos machos, com 8 a 24 meses de idade, divididos em três grupos de seis animais. O grupo GI (caprinos sem bipartição), o GII (caprinos com escroto bipartido até 50% de comprimento testicular) e o GIII (caprinos com bipartição escrotal superior a 50% do comprimento testicular). A biometria escroto-testicular consistiu do comprimento escrotal (COE), circunferência escrotal (CE), comprimento testicular (CT) e volume testicular (V). Para estimar o comportamento sexual dos animais, foi avaliado o tempo de aproximação do macho à fêmea em estro, sendo a libido classificada como regular, boa e excelente. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguido do teste SNK para comparação das médias.

⁴ Parte integrante da dissertação de mestrado do primeiro autor, apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, CCA/UFPI
Apoio financeiro: MCT/CNPq/ PADCT – processo 620145/04-8

Os dados mostram que os animais do grupo GIII apresentaram, no período seco, os valores de CE, COE, CT e V de 24,63 cm, 16,61 cm, 5,32 cm, e 173,81 cm³, respectivamente e de 26,97 cm para CE, 18,24 cm para COE, 5,93 cm para CT e 203,01 cm³ para V, no período chuvoso. Todos esses valores foram superiores aos encontrados para os demais grupos. Quanto ao comportamento sexual, foi observado que tanto o grupo GII quanto o GIII apresentaram libido semelhante nos períodos seco e chuvoso. Já para o grupo GI, não foi observada variação no comportamento sexual entre os períodos seco e chuvoso. Diante dos dados apresentados, pode-se concluir que o período do ano e o grau de bipartição escrotal interferem na biometria escroto testicular e no comportamento sexual de caprinos.

Palavras-chave: caprinos, escroto bipartido, biometria, comportamento sexual

INTRODUÇÃO

A relação de vários fatores induz a adaptações morfofisiológicas nos animais, as quais contribuem para modificar sua eficiência reprodutiva. Dentre essas adaptações, podemos citar uma divisão externa do escroto, observada por Robertshaw (1982) em caprinos de regiões áridas e semi-áridas do Leste da África. Tal característica foi também observada, em caprinos criados na região Nordeste do Brasil, sendo denominada por Nunes et al. (1984) como “bolsa escrotal bipartida”. Esta característica amplia consideravelmente a superfície de cada testículo exposta ao meio ambiente, propiciando melhor dissipação de calor e possibilitando um aumento nos parâmetros biométricos do testículo, na qualidade espermática e na eficiência reprodutiva desses animais em relação àqueles que não possuem esta característica (Nunes et al., 1983; Silva et al., 1986; Almeida, 2003).

Diversos trabalhos realizados com diferentes espécies animais, dentre elas a bovina (Bailey et al., 1996; Nunes Carvalho, 1997; Bailey et al., 1998; Unanian et al., 2000; Pant et al., 2003), a caprina (Vilar Filho et al., 1993; Santos e Simplício, 2000; De La Vega et al., 2001; Campos et al.,

2003) a ovina (Ferreira et al., 1988; Moreira et al., 2001) tem demonstrado que a biometria escroto-testicular é um bom indicador da capacidade espermatogênica de um animal, embora esta característica seja altamente influenciada por diversos fatores externos, tais como temperatura e umidade relativa, as quais, por sua vez, sofrem variação de acordo com o período do ano.

Diante do exposto, esta pesquisa objetiva avaliar da influência da morfologia escrotal sobre a biometria escroto-testicular e o comportamento sexual de caprinos, em diferentes períodos do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

- **Animais, local da pesquisa e formação dos grupos experimentais**

A pesquisa foi desenvolvida em um aprisco experimental, localizado no Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil com latitude: 05°05'21''sul, longitude: 42°48'07'' oeste, altitude: 72 m, radiação solar mensal: 676 cal.cm².dia⁻¹, temperatura média: 27,3°C, umidade relativa do ar – 65%. Foram utilizados 18 caprinos machos, sem raça definida (SRD), com 8 a 24 meses de idade, criados no Estado do Piauí. Os animais foram submetidos à avaliação clínica sendo relacionados aqueles com bom estado geral e integridade perfeita dos órgãos genitais, incluindo escroto e testículo. Os animais foram separados de acordo com a morfologia escrotal em três grupos de seis caprinos, conforme proposto por Almeida (2003). O grupo I (GI) apresentava animais sem bipartição escrotal, grupo II (GII), animais que apresentavam escroto bipartido até 50% do comprimento testicular e grupo III (GIII), animais cujo escroto apresentava bipartição maior que 50% do comprimento testicular (Fig. 1).

A alimentação dos animais consistiu basicamente de pastagem natural durante o dia, e ao final deste, os animais eram levados ao aprisco onde recebiam suplementação com ração comercial (FRI-Borrego Engorda: 1,3% de cálcio, 2,5% de extrato etéreo, 0,3% de fósforo, 10% de fibra, 12%

de minerais, 16% de proteína, 12% de umidade e 70% de NDT) na proporção de 1% do peso vivo, além de sal mineral e água limpa *ad libitum*.

- **Temperatura ambiente, umidade relativa**

Durante todo experimento, foram coletados dados referentes a temperatura ambiental e umidade relativa com auxílio de um termohigrógrafo digital (ModeloDT8829), instalado no local do experimento.

- **Biometria escrotal e testicular**

Os dados da biometria escroto-testicular e do comportamento sexual foram obtidos entre os meses de outubro a novembro/2004 (período seco) e fevereiro a março/2005 (período chuvoso). Estes dados foram coletados uma vez por semana, durante oito semanas em ambos os períodos.

A biometria escrotal consistiu na determinação do comprimento escrotal (COE) e circunferência escrotal (CE). O COE foi obtido medindo a distância da parede abdominal até o terço distal do escroto e a CE foi determinada na porção mais larga do escroto, utilizando-se, para tanto, uma fita métrica flexível.

O comprimento (CT) e volume (V) dos testículos foram também avaliados. O CT foi aferido da extremidade capitata à extremidade caudada sem considerar a cabeça e a cauda do epidídimo, utilizando-se paquímetro digital (Coolante Proff 150mm/6”). O V foi obtido através de fórmula 2 $[(r^2) \times \pi \times h]$, onde $r = larg/2$, $\pi = 3,14$ e $h =$ comprimento dos testículos. Esta fórmula, Fields et al. (1979) apud Unanian et al. (2000), é a que forneceu os valores mais próximos daqueles obtidos pelo deslocamento de líquido.

- **Comportamento sexual**

Em dias diferentes dos utilizados para determinação da biometria, os caprinos foram avaliados quanto ao comportamento sexual através da estimativa do tempo de aproximação do

macho a uma fêmea em estro e da ocorrência da monta seguida da ejaculação. Os grupos de caprinos estudados foram classificados de acordo com metodologia adotada por Freitas e Nunes (1992) que leva em consideração o tempo de aproximação e monta, sendo excelente (entre 0 a 59 segundos), bom (entre 60 e 120 segundos) e regular (tempo superior a 120 segundos).

- **Análise Estatística**

Os dados da biometria escroto-testicular foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para um delineamento inteiramente ao acaso em esquema de parcela subdividida seguido do teste Student-Newman-Keuls (SNK) para comparação das médias ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS

Ao longo de todo o experimento foram coletados dados alusivos à temperatura ambiental e umidade relativa, expressos na tab. 1

Os valores da biometria escroto-testicular, referentes aos períodos seco e chuvoso, estão expressos nas tab. 2, 3, 4 e 5 nas quais nota-se que o grupo GIII foi o que apresentou os maiores valores de biometria, tanto do escroto quanto dos testículos. No período seco, os valores biométricos encontrados relativos a CE, COE, CT e V, foram 24,63 cm, 16,61 cm, 5,32 cm, 173,81 cm³, respectivamente. No período chuvoso, estes valores foram de 26,97 cm para CE, 18,24 cm para COE, 5,93 cm para CT e 203,01 cm³ para V. Estes dados sugerem que a diferença nos valores da biometria escroto-testicular, observada entre os períodos seco e chuvoso do ano, ocorre basicamente em função das variações na temperatura ambiente e umidade relativa observadas nesses períodos. (Tab. 1).

Os valores biométricos do escroto e testículos, quando comparados entre os períodos seco e chuvoso do ano, apresentaram para todas as variáveis pesquisadas, uma diferença significativa e

uma superioridade numérica do grupo GIII em relação aos demais grupos experimentais (Tab. 2, 3, 4 e 5).

Em relação a tab. 2 nota-se que os valores são significativamente inferior ($p < 0,05$) no período seco quando comparado com o chuvoso, em todos os grupos pesquisados. Foi possível observar, ainda, que o grupo GIII, nos dois períodos de estudo, apresentou os maiores valores de CE. O grupo GII, por sua vez, mostrou resultados diferentes do esperado pois no seco, foi o grupo com a menor média para CE (22,84 cm), apresentando no período chuvosos, média inferior apenas à observada no GIII (Tab. 2).

Quando avaliamos os animais entre os períodos estudados (Tab. 2), nota-se que a média de CE no período chuvoso é maior do que a encontrada no seco, demonstrando a participação do período do ano nos parâmetros encontrados.

Analisando os valores obtidos de COE (Tab. 3), nota-se uma resposta semelhante à observada anteriormente para CE, ou seja, os valores coletados nos períodos seco e chuvoso, mostraram-se significativamente diferentes entre os períodos, sendo maior no chuvoso. Ainda para este parâmetro, observa-se uma superioridade do GIII em relação aos demais grupos, em ambos os períodos estudados.

Na tab. 4, nota-se que os valores de CT, para todos os grupos pesquisados, apresentam-se mais elevados no período chuvoso, sendo que o grupo GIII obteve os maiores valores, em ambos os períodos estudados.

Ao analisarmos a tab. 5 nota-se que V apresentou um comportamento semelhante ao dos demais parâmetros, ocorrendo também diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso para todos os grupos experimentais, dentro do mesmo período. No período seco, observa-se que o grupo GII foi aquele com menor média (154,69 cm³), sendo, porém, estatisticamente igual ao grupo GI

(164,51 cm³). Este, por sua vez, foi semelhante ao GIII (173,81 cm³), grupo com maior média (Tab. 5). Por outro lado, no período chuvoso, o grupo GI foi aquele que apresentou a menor média (178,67 cm³), estando, porém estatisticamente semelhante a média de GII (190,30 cm³) e este, por sua vez, semelhante ao GIII (203,01 cm³), grupo com a maior média no período (Tab. 5).

Em relação ao estudo do comportamento sexual dos caprinos, verificou-se que os animais do grupo GI apresentaram o mesmo comportamento ao longo dos períodos pesquisados, mantendo as respostas dentro da mesma classificação (score bom). Por outro lado, os demais grupos (GII e GIII) mostraram melhor desempenho, pois no período seco foram classificados como animais de boa libido e no período chuvoso, de excelente libido. (Tab. 6).

DISCUSSÃO

Os períodos seco e chuvoso do ano na região estudada sofreram uma alteração significativa, na temperatura ambiente e umidade relativa (Tab. 1). Tal fato justifica a escolha do local para a realização desta pesquisa, pois vários autores (Ferreira et al., 1988; Vilar Filho et al., 1993; Bailey et al., 1996; Nunes Carvalho; Bailey et al., 1998; Santos & Simplício, 2000; Unanian et al., 2000; De La Vega et al., 2001; Moreira et al., 2001; Campos et al., 2003; Pant et al., 2003) afirmam que o período do ano interfere fortemente nos parâmetros biométricos do escroto e dos testículos, bem como no comportamento sexual de vários animais.

Em todos os parâmetros avaliados percebe-se uma considerável alteração dos valores entre os períodos seco e chuvoso. Ainda, avaliando-se cada grupo dentro dos períodos isoladamente, nota-se que os animais com maior grau de bipartição obtiveram os melhores valores das variáveis pesquisadas (Tab. 2 a 6).

Neste sentido, estes dados sugerem que a variação na temperatura ambiente e na umidade relativa, associada à característica bipartição escrotal, tenha sido fator primordial para a ocorrência de alterações na biometria escroto-testicular e no comportamento sexual desses animais.

Dados da literatura corroboram com estas observações, mostrando que a morfologia e o período do ano interferem significativamente nos parâmetros de biometria escroto-testicular de caprinos. Dentre estes, destacam-se os obtidos por Almeida (2003), onde animais com escroto bipartido mostraram maiores valores de perímetro escrotal e comprimento testicular; os de Vilar Filho et al (1993); Campos et al. (2003) que estudaram a morfometria dos órgãos genitais masculinos entre os períodos seco e chuvoso, percebendo que estes interferem no tamanho destes órgãos e o de Santos & Simplício (2000) que verificaram a resposta do escroto e testículos frente a um estresse térmico induzido por meio de uma bolsa de insulação colocada no escroto, observando redução dos seus valores com o aumento da temperatura. Ainda, Moreira et al. (2001) realizando estudo semelhante em carneiros, observaram que o aumento da temperatura ambiental influenciou negativamente a circunferência escrotal e o comprimento testicular; Ferreira et al. (1988) mostraram existir uma correlação entre o período do ano, o perímetro escrotal e a qualidade seminal, sendo ela positiva entre o perímetro escrotal e a qualidade seminal, e negativa para ambas as variáveis com temperaturas elevadas (período seco).

De fato, sabe-se que é considerável a influência da temperatura ambiente sobre a circunferência escrotal. Esta foi também observada por Santos & Simplício (2000) em bodes Moxotó e meio sangue Moxotó-Pardo Alpina submetidos a insulação do escroto. Nesse estudo, esses autores mostram que, à medida que a temperatura do escroto aumenta, diminui os valores do perímetro escrotal em aproximadamente 4,15 cm, após oito semanas do início da insulação. Em estudo semelhante, Moreira et al. (2001) demonstraram a resposta negativa da circunferência

escrotal frente ao aumento da temperatura externa do escroto, observando que seu valor passou de 26,4 para 22,4 cm, ou seja, uma diferença de aproximadamente 4 cm, após oito dias do fim do processo de insulação do escroto. No presente estudo, observa-se uma diminuição no valor da circunferência escrotal entre os períodos chuvoso e seco na ordem de 2,2 cm, isto é, na medida em que a temperatura aumentou, o valor da circunferência diminuiu (Tab.2). Nesse sentido vale ressaltar que embora essa diferença encontrada seja inferior a observada na literatura, não deixou de ser estatisticamente significativa.

Ferreira et al. (1988) também afirmaram que o período do ano exerce influência sobre o perímetro escrotal, pois no período chuvoso foi observado um aumento no valor deste parâmetro quando comparado com o período seco. Estes autores, também observaram que existe uma correlação positiva entre o perímetro escrotal e amotilidade espermática.

Com relação ao comprimento testicular, nota-se evidente diferença entre os períodos seco e chuvoso, a qual foi de 0,50 cm (Tab. 4). Essa diferença foi bem superior àquela observada por Campos et al. (2003) para caprinos, onde foi encontrada uma variação dos valores do comprimento testicular entre os períodos seco e chuvoso em torno de 0,28 cm.

Também corroborando com estes achados, os dados de Moreira et al. (2001) para carneiros da raça Santa Inês submetidos a um processo de insulação escrotal, mostraram uma redução de aproximadamente 3,0 cm no valor do comprimento testicular evidenciando uma correlação negativa da temperatura sobre o tamanho dos testículos.

O volume testicular apresentou um comportamento semelhante ao descrito para os demais parâmetros, apresentando seus maiores valores no período seco ($173,81 \text{ cm}^3$), quanto no chuvoso ($203,01 \text{ cm}^3$) (Tab. 5), porém, mesmos estes valores sendo superiores aos encontrados para os demais grupos, são inferiores aos relatados por Vilar Filho et al. (1993) para as raças Pardo Alpina,

Anglo Nubiana e Canindé, que apresentaram valores do volume testicular 367, 385 e 270 cm³, respectivamente. Estas diferenças podem ser explicadas pelo padrão racial e modo de exploração dos animais, que consistia de exploração intensiva, enquanto que no presente estudo os caprinos foram criados de forma semi-intensiva, além de não apresentarem um padrão racial definido.

O período do ano mostrou-se também como um fator que regula o comportamento sexual, pois neste estudo alguns mostraram melhora na performance ao passarem de um período para o outro. Há poucos dados na literatura referentes à influência da morfologia escrotal sobre o comportamento sexual. Neste contexto, Almeida (2003) observou que o grupo com maior grau de bipartição escrotal apresentou maior libido quando comparado com aquele sem esta característica; no entanto, de acordo com o autor esta variação foi apenas numérica, pois do ponto de vista estatístico todos os grupos apresentaram o mesmo comportamento sexual.

Variações no comportamento em função da temperatura (Gomes et al., 1971), estacionalidade reprodutivas (Saumand & Rouger, 1972; Macdonald & Pineda, 1989; Smith & Sherman, 1994), nutrição (Gomes et al., 1971), idade, hora do dia, variação individual e estimulação do macho (Macdonald & Pineda, 1989), têm sido estudadas em caprinos.

Em ovinos e caprinos, fatores como o genótipo (Schanbacher & Lunstra, 1976; Martin et al., 1987), idade (Lee et al., 1976; Howlens et al., 1980; Souza et al., 2003) e a própria estação do ano (Dufour et al., 1984; Silva & Nunes, 1988) são apontados como fatores que interferem nas concentrações de testosterona e, conseqüentemente, na libido. No entanto, segundo Mies Filho (1987), no Nordeste, não são verificadas variações na libido e testosterona, afirmativa essa corroborada por Freitas et al. (1992), que também não verificaram variação na testosterona em função do período estudado (chuvoso e seco). De fato, a libido, nas condições de Nordeste, parece

não ser afetada pela variação na precipitação, já que esta característica está diretamente relacionada aos níveis de testosterona (Nunes, 1988; Hafez & Hafez, 2003).

De acordo com os dados apresentados, nota-se que o período do ano exerce importante influência sobre os parâmetros biométricos do escroto e testículos, pois os valores de todos parâmetros avaliados mostraram-se maiores no período chuvoso quando comparados com o seco. Da mesma forma, o período do ano também pode afetar o comportamento sexual.

Sendo assim, concluímos que as condições climáticas e o grau de bipartição escrotal interferem na biometria escroto-testicular e no comportamento sexual de caprinos.



Figura 1. Fotografia da região escrotal de caprinos dos diferentes grupos, sendo GI, animais sem bipartição; GII, animais com bipartição de até 50% do comprimento testicular; e GIII, animais com bipartição superior a 50% do comprimento testicular.

Tabela 1. Temperatura ambiente média e desvio padrão (TA) e umidade relativa média e desvio padrão (UR), obtidas nos períodos seco e chuvoso do ano, Teresina – PI

Período	TA(°C)	UR(%)
Seco	35,07±2,43°C ^a	56,09±2,3% ^a
Chuvoso	30,29±2,26°C	76,23±3,4%

a. p<0,05 em relação ao período chuvoso.
ANOVA seguida do teste SNK.

Tabela 2. Circunferência escrotal média e desvio padrão (CE) nos períodos seco e chuvoso do ano, Teresina – PI

Grupo ¹	CE (cm)	
	SECO	CHUVOSO
GI	23,43±0,30 ^a	24,82±0,40
GII	22,84±0,20 ^{aB}	25,73±0,45 ^B
GIII	24,63±0,80 ^{aA}	26,97±0,76 ^A

¹ GI = caprinos sem bipartição escrotal, GII = caprinos com escroto bipartido até 50% e GIII = caprinos com bipartição escrotal superior a 50%.

a. p<0,05 em relação aos grupos GI, GII e GIII do período chuvoso.
A. p<0,05 em relação ao grupo GI e GII do mesmo período.
B. p<0,05 em relação aos grupos GI do mesmo período.
ANOVA seguida do teste SNK.

Tabela 3. Comprimento escrotal médio e desvio padrão (COE) nos períodos seco e chuvoso do ano, Teresina – PI

Grupo ¹	COE (cm)	
	SECO	CHUVOSO
GI	16,00±0,10 ^a	16,78±0,15
GII	15,79±0,29 ^a	17,37±0,27
GIII	16,61±0,40 ^{aA}	18,24±0,32 ^A

¹ GI = caprinos sem bipartição escrotal, GII = caprinos com escroto bipartido até 50% e GIII = caprinos com bipartição escrotal superior a 50%.

a. p<0,05 em relação aos grupos GI, GII e GIII do período chuvoso.
A. p<0,05 em relação ao grupo GI e GII do mesmo período.
ANOVA seguida do teste SNK.

Tabela 4. Comprimento testicular médio e desvio padrão (CT) nos períodos seco e chuvoso do ano, Teresina – PI

Grupo ¹	CT (cm)	
	SECO	CHUVOSO
GI	5,10±0,11 ^a	5,42±0,15
GII	5,02±0,10 ^a	5,59±0,13
GIII	5,32±0,10 ^{aA}	5,93±0,19 ^A

¹ GI = caprinos sem bipartição escrotal, GII = caprinos com escroto bipartido até 50% e GIII = caprinos com bipartição escrotal superior a 50%.

a. p<0,05 em relação aos grupos GI, GII e GIII do período chuvoso.

A. p<0,05 em relação ao grupo GI e GII do mesmo período.

ANOVA seguida do teste SNK.

Tabela 5. Volume testicular médio e desvio padrão (V) nos períodos seco e chuvoso do ano, Teresina – PI

Grupo ¹	V (cm ³)	
	SECO	CHUVOSO
GI	164,51±4,2 ^a	178,67±5,2
GII	164,51±4,2 ^a	178,67±5,2
GIII	173,81±3,8 ^{aA}	203,01±6,3 ^A

¹ GI = caprinos sem bipartição escrotal, GII = caprinos com escroto bipartido até 50% e GIII = caprinos com bipartição escrotal superior a 50%.

a. p<0,05 em relação aos grupos GI, GII e GIII do período chuvoso.

A. p<0,05 em relação ao grupo GII do período seco e GI do período chuvoso.

ANOVA seguida do teste SNK.

Tabela 6. Comportamento sexual de caprinos com escroto simples e bipartido, nos períodos seco e chuvoso do ano, Teresina – PI

Grupo ¹	Comportamento sexual	
	SECO	CHUVOSO
GI	Bom	Bom
GII	Bom	Excelente
GIII	Bom	Excelente

¹ GI = caprinos sem bipartição escrotal, GII = caprinos com escroto bipartido até 50% e GIII = caprinos com bipartição escrotal superior a 50%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, M.M. **Vascularização arterial testicular e escrotal de caprinos nativos do Estado do Piauí, segundo grau de divisão do escroto, e a relação com parâmetros reprodutivos.** Teresina, 2003. 96p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)- Centro do Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí.

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 Hostein bulls. **Theriogenology**. v. 46, p. 881-7, 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 mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. **Theriogenology**. v. 49, p. 581-94, 1998.

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 (SRD) criados no semi-árido nordestino durante o período seco e chuvoso. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, v.40, n.3, p. 185-9. 2003.

Dadoune, J. P.; Démoulin, A. Structure of fonction du testicle. In: Thibault, C.; Levasseur, M. L; **La reproduction chez les mammiferes et l'homme**. [s.1]: INRA. 1991. p. 221-50.

De La Vega. A. Ruiz, R. Wilde, O. R. Relación de la circunferência escrotal com algunos parâmetros de calidad seminal em caprinos criollos de la provincia de Tucumán (Argentina). **Zootecnia Trop**. v. 19, p455-63,2001.

Dufour, J. J.; Fahmy, M. H.; Minvielle, F. Seasonal changes in breeding activity, testicular size, testosterone concentration and seminal characteristics in rams with longo r short breeding season. **Journal of Animal Science**, v. 58, n.2, p. 416-422, 1984.

Ferreira, J. M. M.; Silva, J. F.; Moraes, J. C. F. Associação entre caracteres reprodutivos, peso corporal e época do ano e sua potencial importância na seleção de borregos Corriedale. *Revista Brasileira de Reprodução*, v.12, n.2, p.69-76,1988.

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.

Freitas, V. J. F.; Nunes, J. F. Parâmetros andrológicos e seminais de carneiros deslanados criados na região litorânea do Nordeste Brasileiro em estação seca e chuvosa. *Rev. Brás. Reprod. Anim.* 16 (3-4), p.95-104,1992.

Gomes, W. R.; Butler, W. R.; Johnson, A. D. Effect of elevated ambient temperature on testes and blood levels and in vitro biosynthesis of testosterone in the rams. ***Journal of Animal Science***, v. 33, n.4, p. 804-807, 1971.

Hafez, E. S. E.; Hafez, B. **Reprodução animal**. 7 ed., São Paulo: Manole, 2003. 530 p.

Howles, C. M.; Webster, G. M.; Haynes, N. B. The effects of restricting under a long or short photoperiod on testis growth, plasma testosterone and prolactin concentrations, and the development of sexual behavior in rams. ***Journal of Reproduction and Fertility***, v. 60, p. 437-447, 1980.

Lee, V. W. K.; Cumming, I. A.; Krestser, D. M.; Findlay, J. K.; Keogh, E. J. Regulation of gonadotrophin in rams from birth to sexual maturity. I. Plasma LH, FSH and testosterone levels. ***Journal of Reproduction and Fertility***, v. 46, p. 1-6, 1976.

Macdonald, L. E.; Pineda, M. H. **Veterinary endocrinology and reproduction**, 4 ed., Philadelphia, London: Lea & Febiger, 1989. 571p.

Martin, G. B.; Sutherland, S. R. D.; Lindsay, D. R. Effects of nutritional supplements on testicular size and the secretion of LH and testosterone in Merino and Booroola rams. ***Animal Reproduction Science***, v. 12, p. 267-81, 1987.

Mies Filho, R. **Reprodução dos animais e inseminação artificial**. 4 ed. Porto Alegre: Sulina, 1987. 364p.

Moreira, E. P.; Moura, A. A. A.; Araújo, A. A. Efeito da insulação escrotal sobre a biometria testicular e parâmetros seminais em carneiros da raça Santa Inês criados no estado do Ceará. **Rev. Bras. Zootec**, v.30, p. 1704-11, 2001.

Nunes, J. F.; Riera, G. S.; Silva, A. E. F. D.; Ponce de Leon, F. A.; Lima, F. A. M. **Características espermáticas de caprinos Moxotó de acordo com a morfologia escrotal**. Sobral: EMBRAPA/CNPCaprinus, 1983. 11p. (Circular técnica, 6).

Nunes, J. F.; Riera, G. S.; Silva, A. E. F. D.; Ponce de Leon, F. A.; Lima, F. A. M. Preliminary report on observed differences in goat semen characteristics based on scrotal morphology. In: REUNION INTERNACIONALE DE REPRODUCTION DES RUMINANTS EN ZONE TROPICAL, 20, Guadelupe, 1983. **Proceedings...** Paris, INRA, 1984. p. 251-64. (Les colloques de l'INRA; 20).

Nunes, J. F. Fatores que influenciam os aspectos quanti-qualitativos do sêmen de caprinos no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 12, p. 77-83, 1988.

Pant, H. H.; 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 semen production in murreh buffalo bulls. **Theriogenology**, v. 60, p. 27-34, 2003.

Robertshaw, D. Concepts in animal adaptation: thermoregulation of the goat. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOAT PRODUCTION AND DISEASE, 3, Tucson. 1982. **Proceedings...** Seoltsdale: Dairy goat journal, p. 395-97, 1982.

Santos, D. O.; Simplício, A. A.; Machado, R. Características escroto-testiculares e do ejaculado em bodes mestiços submetidos à insulação escrotal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.50, n.3, p.287-97, 1998.

Santos, D. O.; Simplício, A. A. Parâmetros escroto-testiculares e de sêmen em caprinos adultos submetidos à insulação escrotal. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.35, n.9, p.1835-41, 2000.

Saumand, J.; Rouger, V. Variations saisonniere de tax d' androgeneses dans le plasma du sang peripherique. C. R. **Academy Science**, n.274, p.89-92, 1972.

Schanbache, B. D.; Lunstra, D. D. Seasonal changes in sexual activity and serum levels of LH and testosterone in finish Landrace and Suffolk rams. **Journal of Animal Science**, v. 43, n.3, p. 644-50, 1976.

Silva, A. E. D. F.; Nunes, J. F. **Comportamento sexual do macho caprino da raça moxotó às variações estacionais no Nordeste do Brasil**. Sobral, EMBRAPA/CNPCaprinos, 1988. 17p. (Boletim técnico, 6).

Silva, A. E. D. F.; Nunes, J. F.; Melo, F. A. Influência da morfologia escrotal nas características do sêmen e seus efeitos na fertilidade de caprinos. **A Hora Veterinária**. Ano 5, n. 29, p. 66-9, 1986.

Smith, M. C.; Sherman, D. M. **Goat Medicine**. Philadelphia, United States of America: Lea & Febiger, 1994. 620p.

Sousa, C. E. A.; Moura, A. A.; Araújo, A. A.; Lima, A. C. B. Estudo das interações entre o desenvolvimento gonadal, produção espermática, concentrações de testosterona e aspectos ligados à puberdade em carneiros Santa Inês ao longo do primeiro ano de vida. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v. 27, n.2, p. 199-201, 2003.

Unanian, M. M.; Silva, A. E. D. F.; Mcmanus, C.; Cardoso, E. P. Características biométricas testiculares para avaliação de touros zebuínos da raça Nelore. **Rev. Bras. Zootec**, v. 29, p. 133-44, 2000.

Villar Filho, A. C.; Birgel, E. H.; Barnabé, V. H.; Vinsintin, J. A.; Barnabé, R. C. Características testiculares e seminais de caprinos na região semi-árida do Estado da Paraíba. I. Características Testiculares. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. Belo Horizonte, v. 17, n.1/2, p. 17-2, 1993.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos com a metodologia utilizada neste trabalho, referente à influência da morfologia escrotal e das condições climáticas sobre a termorregulação testicular em caprinos nativos do Estado do Piauí, Brasil, permitiram identificar que os animais com maior grau de bipartição escrotal apresentam um melhor mecanismo de termorregulação escroto-testicular e que os períodos seco e chuvoso do ano interferem neste mecanismo, elevando estas temperaturas no período correspondente a maior temperatura ambiente e menor umidade relativa.

A biometria escroto-testicular e o comportamento sexual sofrem influência das condições climáticas e do grau de bipartição escrotal.

De posse de tais informações, conclui-se que animais com maior grau de bipartição escrotal são mais adaptados às condições adversas de altas temperaturas observadas na Região estudada, no entanto, pesquisas futuras se fazem necessárias de forma a elucidar completamente todos os benefícios desta adaptação para os animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M.M. **Vascularização arterial testicular e escrotal de caprinos nativos do Estado do Piauí, segundo grau de divisão do escroto, e a relação com parâmetros reprodutivos.** Teresina, 2003. 96p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)- Centro do Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí.

AZEVEDO, L.M.; VIEIRA, R.J.; SILVA, J.M.; SOUSA JUNIOR, A. Influência da morfologia escrotal nas características do sêmen de caprinos. In: II CONGRESSO NORTE/NORDESTE DE REPRODUÇÃO ANIMAL. Teresina, 2005. **Anais...** Piauí: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. 2005. CD-ROOM.

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 Hostein bulls. **Theriogenology**. v. 46, p. 881-7, 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 mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. **Theriogenology**. v. 49, p. 581-94, 1998.

BANKS, W. J. Sistema reprodutor masculino. In: _____. **Histologia veterinária aplicada**. 2ed. São Paulo: Manole, 1991. p. 546-64.

BLASQUEZ, N. B.; MALLARD, G.J.; WEED, S. R. Sweat glands of the scrotum of the bull. **Journal of reproduction and fertility**.V.83, p. 673-77,1988.

BRINSKO, S. P. Capítulo 39: Fisiologia reprodutiva do macho. In: CUNNINGHAM, J. G. (ed). **Tratado de fisiologia veterinária**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

BRITO, L.F. **Efeito de características morfológicas do escroto, funículos espermáticos e testículos sobre a termorregulação testicular e a produção e qualidade espermática em touros.** Botucatu, 2000. 163p. Dissertação (Mestrado em Reprodução Animal)- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade estadual Paulista.

BRITO, L. F. SILVA, A. E.; BARBOSA, R.T.; KASTELIC; J. P. Testicular thermoregulation in *Bos indicus*, crossbred and *Bos taurus* bulls: relationship with scrotal, testicular vascular cone and testicular morphology, and effects on semen quality and sperm production. **Theriogenology**. v.61, p. 511-28,2004.

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 (SRD) criados no semi-árido nordestino durante o período seco e chuvoso. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, v.40, n.3, p. 185-9. 2003.

COMISSÃO DE ANDROLOGIA DO COLÉGIO BRASILEIRO ANIMAL. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal.** 2ed.,Belo Horizonte: CBRA, 1998. p. 29.

COOK, R. B.; COUTER, G. H.; KASTELIC, J. P. The testicular vascular cone, scrotal thermoregulation and their relationship to sperm production and seminal quality in beef bulls. **Theriogenology**. V.64, p. 653-71, 1994.

COUTER, G. H. Thermography of bulls testis. In: TECHNICAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INSEMINATION AND REPRODUCTION. 12, 1988, Columbia. **Proceedings...** Columbia: National Association of Animal Breeders. 1988. p. 58-63.

COULTER, G. H.; KASTELIC, J. P. In: TECHNICAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INSEMINATION AND REPRODUCTION. 15, 1994, Columbia. **Proceedings...** Columbia: National Association of Animal Breeders. 1994. p. 28-34.

DADOUNE, J. P.; DÉMOULIN, A. Structure of function du testicule. In: Thibault, C.; Levasseur, M. L.; **La reproduction chez les mammifères et l'homme**. [s.1]: INRA. 1991. p. 221-50.

DE LA VEGA, A. RUIZ, R. WILDE, O. R. Relación de la circunferência escrotal com algunos parâmetros de calidad seminal em caprinos criollos de la provincia de Tucumán (Argentina). **Zootecnia Trop**. v. 19, p.455-63,2001.

DIARRA, M. S.; PARE, J. P.; ROY, G. Genetic and environmental factors affecting semen quality of young Hostein bulls. **Canadian Journal of Animal Science**, v.77, p. 77-85, 1997.

DIDIO, L. J. A. **Tratado de anatomia aplicada**. v.2. São Paulo: Póluss, 1999. p. 621-52.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de anatomia veterinária**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1997. 663p.

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.

FERREIRA, J. M. M.; SILVA, J. F.; MORAES, J. C. F. Associação entre caracteres reprodutivos, peso corporal e época do ano e sua potencial importância na seleção de borregos Corriedale. *Revista Brasileira de Reprodução*, v.12, n.2, p.69-76,1988.

FONSECA, V. O. CHOW, L. A. Características seminais de touros zebus com degeneração testicular transitória. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 47, p. 707-16, 1995.

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.

FREITAS, V. J. F.; NUNES, J. F. Parâmetros andrológicos e seminais de carneiros deslanados criados na região litorânea do Nordeste Brasileiro em estação seca e chuvosa. *Rev. Brás. Reprod. Anim.* 16 (3-4), p.95-104,1992.

GABALDI, S. H.; DEFINE, R. M.; BARROS, C. M. Q.; MASCARO, K.; KASTELIC, J. P.; ROSA, G. J. M. Efeitos da elevação da temperatura testicular nas características espermáticas em touros Nelore. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 23, p. 222-4, 1999.

GETTY, R. **Anatomia dos animais domésticos**. 5ed. v. 1. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986. 1134p.

GODINHO, H. P.; CARDOSO, F. M. Rectum-testis temperature gradient in zebus. **Zbl. Vet. Méd.**, v. 27, p. 593-5, 1980.

GODINHO, H. P.; CARDOSO, F. M.; NASCIMENTO, J. F. **Anatomia dos ruminantes domésticos**. Belo Horizonte: Instituto de Ciências Biológicas da UFMG (departamento de Morfologia), 1987. 415p.

GOMES, W. R.; BUTLER, W. R.; JOHNSON, A. D. Effect of elevated ambient temperature on testis an blood levels and in vitro biosynthesis of testosterone in the rams. **Journal of Animal Science**, v. 33, n.4, p. 804-807, 1971.

HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. **Reprodução animal**. 7 ed., São Paulo: Manole, 2003. 530 p.

HOWLES, C. M.; WEBSTER, G. M.; HAYNES, N. B. The effects of restring under a long or short photoperiod on testis growth, plasma testosterone and prolactin concentrations, and the development of sexual behavior in rams. **Journal Reproduction and Fertility**, v. 60, p. 437-447, 1980.

JANUSKAUKAS, A.; GIL, J.; RODRIGUES MARTINAZES, H.; SODERQUIST, L.; LUNDEHEIN, N. effects of brief elevation of scrotal temperature on the post-thaw viability of bull semen. **Reproduction in Domestic Animals**. v. 30, p. 271-7, 1995.

KASTELIC, J. P.; COULTER, G. H.; COOK, R. B. Scrotal surface., subcutaneous, intratesticular and intraepididymal temperatures in bulls. **Theriogenology**. v.44, p. 147-52, 1995.

KASTELIC, J. P.; COOK, R. B.; COULTER, G. H.; SAACKE, R. G. Insulating the scrotal neck affects semen quality and scrotal/testicular temperatures in the bull. **Theriogenology**. v.45, p. 935-42, 1996.

KASTELIC, J. P.; COOK, R. B.; COULTER, G. H. Contribution of the scrotum, testes and testicular artery to scrotal/testicular thermoregulation in bulls at ambient temperatures. **Animal Reproduction Science**, v.45, p.255-61,1997.

LIMA JÚNIOR, A. D.; VIANNI, M. C. E. Efeito da morfologia da bolsa escrotal na termorregulação em caprinos nativos no Nordeste do Brasil. **Ciência da Vida**. v. 17, p. 97-107, 1995.

LEE, V. W. K.; CUMMING, I. A.; KRESTSER, D. M.; FINDLAY, J. K.; KEOGH, E. J. Regulation of gonadotrophin in rams from birth to sexual maturity. I. Plasma LH, FSH and testosterone levels. **Journal Reproduction and Fertility**, v. 46, p. 1-6, 1976.

MACDONALD, L. E.; PINEDA, M. H. **Veterinary endocrinology and reproduction**, 4 ed., Philadelphia, London: Lea & Febiger, 1989. 571p.

MARTIN, G. B.; SUTHERLAND, S. R. D.; LINDSAY, D. R. Effects of nutritional supplements on testicular size and the secretion of LH and testosterone in Merino and Booroola rams. **Animal Reproduction Science**, v. 12, p. 267-81, 1987.

MATHEVON, M.; BUHR, M. M.; DEKKERS, J. C. M. Environmental, management and genetic factors affecting semen production in Hostein bulls. **Journal of Dairy Science**, v.81, p. 3321-30, 1998.

MIES FILHO, R. **Reprodução dos animais e inseminação artificial**. 4 ed. Porto Alegre: Sulina, 1987. 364p.

MOREIRA, E. P.; MOURA, A. A. A.; ARAÚJO, A. A. Efeito da insulação escrotal sobre a biometria testicular e parâmetros seminais em carneiros da raça Santa Inês criados no estado do Ceará. **Rev. Bras. Zootec**, v.30, p. 1704-11, 2001.

NICKEL, R.; SCHUMMER, A.; SEIFERLE, E. **The visceral of the domestic mammals**. 2 ed., Berlim: Verlag Paul Parey, 1979. 401p.

NUNES, A. S. **Morfologia do funículo espermático e dos escrotos em caprinos nativos do Estado do Piauí, com diferentes configurações escrotais**. Teresina, 2005. 57p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)- Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí.

NUNES, J. F.; RIERA, G. S.; SILVA, A. E. F. D.; PONCE DE LEON, F. A.; LIMA, F. A. M. **Características espermáticas de caprinos Moxotó de acordo com a morfologia escrotal**. Sobral: EMBRAPA/CNPCaprinos, 1983. 11p. (Circular técnica, 6).

NUNES, J. F.; RIERA, G. S.; SILVA, A. E. F. D.; PONCE DE LEON, F. A.; LIMA, F. A. M. Preliminary report on observed differences in goat semen characteristics based on scrotal morphology. In: REUNION INTERNACIONALE DE REPRODUCTION DES RUMINANTS EN ZONE TROPICAL, 20, Guadelupe, 1983. **Proceedings...** Paris, INRA, 1984. p. 251-64. (Les colloques de l'INRA; 20).

NUNES, J. F. Fatores que influenciam os aspectos quanti-qualitativos do sêmen de caprinos no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 12, p. 77-83, 1988.

NUNES, J. F.; CIRÍACO, A. L. T.; SUASSUNA, U. **Produção e reprodução de caprinos e ovinos**. 2 ed., Fortaleza: Ed. Gráfica LCR, 1997. 199p.

PANT, H. H.; 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 semen production in murreh buffalo bulls. **Theriogenology**, v. 60, p. 27-34, 2003.

ROBERTSHAW, D. Concepts in animal adptation: thermorregulation of the goat. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOAT PRODUCTION AND DISEASE, 3, Tucson. 1982. **Proccedings...** Seoltsdale: Dairy goat journal, p. 395-97, 1982.

SANTOS, D. O.; SIMPLÍCIO, A. A.; MACHADO, R. Características escroto-testiculares e do ejaculado em bodes mestiços submetidos à insulação escrotal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.50, n.3, p.287-97, 1998.

SANTOS, D. O.; SIMPLÍCIO, A. A. Parâmetros escroto-testiculares e de sêmen em caprinos adultos submetidos à insulação escrotal. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.35, n.9, p. 1835-41, 2000.

SAUMAND, J.; ROUGER, V. Variations saisonniere de tax d' androgeneses dans le plasma du sang peripherique. C. R. **Academy Science**, n.274, p.89-92, 1972.

SCHANBACHE, B. D.; LUNSTRA, D. D. Seasonal changes in sexual activity and serum levels of LH and testosterone in finish Landrace and Suffolk rams. **Journal of Animal Science**, v. 43, n.3, p. 644-50, 1976.

SETCHELL, B. P. The parkers lecture- heat and the testis. **J. Reprod. Fertil.** v.114, p. 179-94, 1998.

SETCHELL, B. P.; BROOKS, D. E. Anatomy, vasculare, ineervation and fluids of th male reproduction tract. In: KNOBIL, E.; NEIL, J. D. **The Physiology of reproduction**. New York: Raven Press, 1988. p. 753-836.

SETCHELL, B.P. The scrotum and thermorregulation. In: _____. **The mammalian testis**. Ithaca: Cornell University Press, 1978. P. 90-104.

SILVA, A. E. D. F.; NUNES, J. F.; MELO, F. A. Influência da morfologia escrotal nas características do sêmen e seus efeitos na fertilidade de caprinos. **A Hora Veterinária**. Ano 5, n. 29, p. 66-9, 1986.

SILVA, A. E. D. F.; NUNES, J. F. **Comportamento sexual do macho caprino da raça moxotó às variações estacionais no Nordeste do Brasil**. Sobral, EMBRAPA/CNPCaprinos, 1988. 17p. (Boletim técnico, 6).

SILVA, A. E. D. F.; DODE, M. A.; PORTO, J. A.; ABREU, U. G. P. Estacionalidade sexual de machos bovinos Nelore e mestiços Fleckveh x Nelore e Chianina x Nelore: características espermáticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, p. 1751-60, 1991.

SMITH, M. C.; SHERMAN, D. M. **Goat Medicine**. Philadelphia, United States of America: Lea & Febiger, 1994. 620p.

SOUSA, C. E. A.; MOURA, A. A.; ARAÚJO, A. A.; LIMA, A. C. B. Estudo das interações entre o desenvolvimento gonadal, produção espermática, concentrações de testosterona e aspectos ligados à puberdade em carneiros Santa Inês ao longo do primeiro ano de vida. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v. 27, n.2, p. 199-201, 2003.

STRAPA, R. A.; DINIZ, E. G.; BELETTI, M. E.; EBERHARDT, B. G.; STRAPA, R. Avaliação das diferenças entre temperatura retal, escrotal e intratesticular e da quantidade de glândulas sudoríparas e sebáceas em escroto de búfalos de duas faixas etárias. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v. 28, n. 4, p. 202-5, 2004.

UNANIAN, M. M.; SILVA, A. E. D. F.; MCMANUS, C.; CARDOSO, E. P. Características biométricas testiculares para avaliação de touros zebuínos da raça Nelore. **Rev. Bras. Zootec**, v. 29, p. 133-44, 2000.

VILLAR FILHO, A. C.; BIRGEL, E. H.; BARNABÉ, V. H.; VINSINTIN, J. A.; BARNABÉ, R. C. Características testiculares e seminais de caprinos na região semi-árida do Estado da Paraíba. I. Características Testiculares. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. Belo Horizonte, v. 17, n.1/2, p. 17-2, 1993.

VILLARES, J. B. **Bioclimatologia da reprodução animal: revisão sobre efeitos do ambiente de calor**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 2., 1976, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: CBRA, 1976. p. 192-215.

VOGLER, C. J.; SAACKE, R. G.; BAME, J. H.; DEJARNETTE, J. M.; MCGILLIARD, M. L. Effects of scrotal insulation on viability characteristics of criopreserved bovine semen. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3827-35, 1991.

WAITES, G. M. H.; SETCHELL, B. P. Physiology of the mammalian testis. In: LAMMING, G. E. **Marshall's physiology of reproduction**. 4 ed. Edinburg: Churchill Livingstone, 1990. p.1-105.

ANEXOS



Figura 1. Fotografias representativas da obtenção dos dados experimentais do capítulo I. Coletor de temperatura e umidade (A), aferição da temperatura retal (B), pirômetro digital (C), termômetro termoacoplável (D), aferição das temperaturas escrotal (E) e testicular (F).



Figura 2. Fotografias representativas da obtenção dos dados experimentais do capítulo II. Coletor de temperatura e umidade (A), comprimento (B) e circunferência (C) escrotal e comprimento testicular (D).