



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**TERMORREGULAÇÃO DA BOLSA ESCROTAL ASSOCIADA
À QUALIDADE DO SÊMEN DE CAPRINOS NA REGIÃO
SEMI-ÁRIDA**

LEONARDO LELIS DE MACEDO COSTA

Médico Veterinário

MOSSORÓ – RN – BRASIL
Agosto – 2010

LEONARDO LELIS DE MACEDO COSTA

**TERMORREGULAÇÃO DA BOLSA ESCROTAL ASSOCIADA
À QUALIDADE DO SÊMEN DE CAPRINOS NA REGIÃO
SEMI-ÁRIDA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do
Semi-árido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte
das exigências para a obtenção do título de Mestre em
Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Alex Sandro Campos Maia
Co-orientador: Prof. Dr Alexandre Rodrigues Silva

MOSSORÓ – RN – BRASIL
Agosto – 2010

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e
catalogação da Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA**

C837t Costa, Leonardo Lelis de Macedo.
Termorregulação da bolsa escrotal associada à qualidade do
sêmen de caprinos na região Semi-Árido / Leonardo Lelis de
Macedo Costa. -- Mossoró, 2010.
49f. il.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área de
Concentração Bioclimatologia e Biofísica Ambiental) –
Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de
Pós-Graduação.

Orientador: Prof. D.Sc. Alex Sandro Campos Maia.
Co-orientador: Prof. D.Sc. Alexandre Rodrigues Silva.

1.Sêmen caprino. 2.Termorregulação. 3.Bolsa escrotal.
4.Evaporação cutânea I.Título.

CDD: 636.39

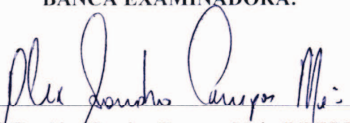
LEONARDO LELIS DE MACEDO COSTA

**TERMORREGULAÇÃO DA BOLSA ESCROTAL ASSOCIADA
À QUALIDADE DO SÊMEN DE CAPRINOS NA REGIÃO
SEMI-ÁRIDA**

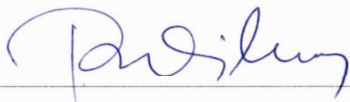
Dissertação apresentada à Universidade Federal
Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus de
Mossoró, como parte das exigências para a
obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

APROVADA EM 13/08/2010

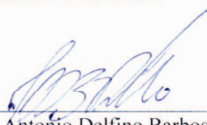
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Alex Sandro Campos Maia (UFERSA)
Orientador



Prof. Dr. Roberto Gomes da Silva (UFERSA)
Primeiro Conselheiro



Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho
Segundo Conselheiro

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

LEONARDO LELIS DE MACEDO COSTA – Nascido no Município de Natal-RN no dia 07/09/1981, filho de Camilo Lelis Dias da Costa e Sandra Maria de Macedo Costa, concluiu o ensino médio e fundamental no Colégio Marista de Natal. Graduiu-se em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) em 2007.2, onde realizou trabalhos de iniciação científica. Em janeiro 2009 foi selecionado pelo Programa em Pós-Graduação em Ciência Animal da UFERSA, onde ingressou no Núcleo de Biometeorologia e Bem Estar Animal – NUBBEA, na qual desenvolveu estudos na área de Biofísica Ambiental e Bioclimatologia, além do trabalho de dissertação “Termorregulação da Bolsa Escrotal Associada à Qualidade do Sêmen de Caprinos na Região Semi-Árida”. Em junho de 2010 foi aprovado em concurso para professor efetivo das disciplinas de Biofísica para o curso de Biotecnologia e Biofísica Ambiental para o curso de Ecologia, junto ao Departamento de Ciências Animais na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, pois este me proporciona paz de espírito suficiente para enfrentar as dificuldades com serenidade e calma.

A Ivana Cristina Nunes Gadelha Lelis, minha esposa, que neste período se fez presente de corpo e alma, com companheirismo e dividindo momentos de tristeza, dificuldades, conquistas, prazer e alegria.

Aos meus pais Camilo Lelis e Sandra Macedo pelo carinho, apoio, compreensão e pela insistência em acreditar neste momento.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Alex Sandro Campos Maia, que me apresentou a bioclimatologia e biofísica ambiental transformando-me em um profissional área.

Ao Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho, por ter aceitado o convite e prestigiado meu trabalho com sua participação na banca examinadora.

Ao prof. Dr. Roberto Gomes da Silva, pela extensa contribuição. Autoridade que tenho o prazer de compartilhar momentos de conhecimento e amizade.

Ao grande amigo, João Paulo Araújo Fernandez de Queiroz, por compartilhar os esforços dos trabalhos de campo, pela contribuição intelectual e principalmente pela sua disponibilidade em contribuir com o crescimento do próximo.

A meus irmãos Camila, Kiko, Sanderson e Cibele, pela forma que conduziram este período de luta, me apoiando e compreendendo que a grande distância é o caminho mais próximo da minha realização pessoal e profissional.

Ao Dr. Ailton Gadelha e Jacinta Gadelha, pela amizade, conhecimentos compartilhados e oportunidades cedidas.

As Tias: Vera Macedo e Zélia Dias, pois se fizeram presentes em todos os momentos, apoiando e incentivando minha caminhada.

TERMORREGULAÇÃO DA BOLSA ESCROTAL ASSOCIADA À QUALIDADE DO SÊMEN DE CAPRINOS NA REGIÃO SEMI-ÁRIDA

COSTA, L. L. M. **Termorregulação da bolsa escrotal associada à qualidade do sêmen de caprinos na região Semi-árida.** 2010. 49f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Produção e Reprodução Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2010.

RESUMO – Avaliou-se a Termorregulação da bolsa escrotal associada à qualidade do sêmen de caprinos manejados nas condições meteorológicas do semi-árido. Foram utilizados 10 caprinos. Foram realizadas 5 observações, com 4 dias de intervalo entre elas. Formou-se 5 grupos, onde cada grupo era coletado em horas distintas (8, 10, 12, 14 e 16h). As temperaturas da superfície cutânea do corpo (TSPSC) e da bolsa escrotal (TSPBE) e retal e frequência respiratória foram registradas. A perda de calor por evaporação cutânea foi mensurada a partir do analisador de H_2O/CO_2 , no corpo foi utilizada uma cápsula ventilada e na bolsa escrotal foi desenvolvida uma cápsula ventilada adaptada para esta região. A área da bolsa escrotal foi determinada através de análise de regressão. O sêmen foi colhido através de uma vagina artificial e avaliado macro e microscopicamente. Foram registradas a irradiância, velocidade do vento e temperaturas do ar, do bulbo úmido e do globo negro. A análise estatística foi baseada no método dos quadrados mínimos. Para análise da qualidade do sêmen foi utilizado um delineamento quadrado latino 5x5. A TSPSC $34,5 \pm 0,92^\circ C$ e TSPBE foi $33,5 \pm 0,36^\circ C$, demonstrando diferença de $1^\circ C$ entre estas regiões. A perda de calor latente foi de $57,3 \pm 18,0 W.m^{-2}$ para a superfície do corpo e de $49,4 \pm 15,0 W.m^{-2}$ para a bolsa escrotal. O sêmen foi considerado de boa qualidade em todos os horários e dias de coleta. Concluiu-se que a diferença entre as temperaturas de superfícies deriva de uma associação de mecanismos que envolve a termorregulação da bolsa escrotal e que os animais podem ser utilizados para reprodução a qualquer hora do dia.

Palavras-Chave: sêmen caprino; termorregulação, bolsa escrotal, evaporação cutânea.

THERMOREGULATION OF THE SCROTUM ASSOCIATED WITH THE QUALITY OF THE SEMEN OF GOATS IN SEMI-ARID REGION

COSTA, L.L.M. Thermoregulation of the scrotum associated with quality semen of goats in semi-arid region. 2010. 49f. Dissertation (Master in Animal Science: Animal Production and Reproduction) - Universidade Federal Rural do Semi-Arido - UFERSA, Mossoró, RN, 2010.

ABSTRACT: We evaluated the Thermoregulation of the scrotum associated with quality semen of goats grazed in the meteorological conditions of the semi-arid. 10 goats were used. There were 5 observations, with four days of interval. Five groups were formed, each group was collected in different hours (8am, 10am, 12pm, 2pm and 4pm). The skin surface body temperatures (SSBT) and the scrotum (ST), respiratory rate and rectal temperature were recorded. Heat loss by cutaneous evaporation was measured from the H₂O/CO₂ analyzer, in the body was used a vented cap and in the scrotum was developed a ventilated capsule adapted for that region. The area of scrotum was determined through analysis of regression. Semen was collected via an artificial vagina and evaluated macro-and microscopically. Irradiance, wind speed, air, wet bulb and black globe temperatures were recorded. The Statistical analysis was based on the method of least squares. For analysis of quality of the semen it was used a 5x5 Latin square design. The SSBT $34.5 \pm 0.92^{\circ}\text{C}$ and ST was $33.5 \pm 0.36^{\circ}\text{C}$, showing a difference of 1°C between those regions. The latent heat loss was $57.3 \pm 18.0 \text{ W.m}^{-2}$ for body surface and $49.4 \pm 15.0 \text{ Wm}^{-2}$ to the scrotum. Semen samples were considered of good quality at all times and days of collection. The conclusion was that the difference between the surface temperatures derive from a combination of mechanisms which involve thermoregulation of the scrotum, and the animals can be utilized for breeding at any time of the day.

Keywords: goat semen, thermoregulation, scrotum, cutaneous evaporation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Composição dos grupos experimentais.	23
Tabela 02 – Médias das variáveis meteorológicas de acordo com o dia de coleta para temperatura do ar (t_A , °C), temperatura do globo negro (t_G , °C), radiação solar (R_C , W.m ⁻²), pressão parcial de vapor ($P_v\{T_A\}$, kPa), umidade relativa (UR%) e velocidade do vento (U , m.s ⁻¹), respectivos erros padrão seguidos das variações mínimas e máximas.	31
Tabela 03 – Áreas (m ²) da bolsa escrotal de acordo com os animais utilizados no experimento.	36
Tabela 04 – Correlações das variáveis (ESCBE) evaporação da superfície cutânea da bolsa escrotal, (ESCSC) evaporação da superfície cutânea da superfície do corpo, (TSPSC) temperatura da superfície do pelame da superfície do corpo, (TSPBE) temperatura da superfície do pelame da bolsa escrotal, e as variáveis ambientais Irradiância solar (Isolar), temperatura do ar (TA), (TGN) temperatura de globo Negro, (UR) Umidade relativa %, pressão parcial da água (PPVAT _a).	40
Tabela 05 – Quadrados médios da ANOVA com respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV) e de correlação (R^2) das variáveis seminais motilidade espermática, motilidade massal, vigor, concentração espermática e volume do ejaculado.	41
Tabela 06 – Médias das variáveis motilidade espermática (%), motilidade massal, vigor, concentração espermática (10 ⁶ spz.mL ⁻¹), volume do ejaculado (mL), porcentagem de células vivas, porcentagem de células normais, alterações primárias (%), alterações secundárias (%) e alterações totais (%) e respectivos desvios padrão (DP).	42
Tabela 07 – Quadrados médios da ANOVA com respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV) e de correlação (R^2) das variáveis fisiológicas, perda de calor por evaporação cutânea (E_C , W.m ⁻²), temperatura da superfície corporal (T_s , °C), frequência respiratória (FR, mov.min ⁻¹) e temperatura retal (T_R , °C).	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: (A) modelo do sistema vascular testicular de caprinos. (B) plexo panpiniforme. (ALMEIDA et al, 2008)	18
Figura 02: Temperatura máxima registrada durante os meses de experimento para animais a sombra (ar condicionado) e ao sol do semi-árido iraniano (RASOOLI et al, 2010).	19
Figura 03: Porcentagem de espermatozoides morfolologicamente normais no intervalo de dias depois da insulação testicular em touros (KATELIC et al, 1995).	20
Figura 04. A forma da cápsula ventilada, desenvolvida por Maia et al (2005). Foi confeccionada a partir de um cano plástico de 9.6 cm diâmetro e 6.78 cm comprimento. A tubo de entrada de ar, B tubo de coleta de ar da atmosfera, C ponta de prova de um termôanemômetro de precisão, D tubo de saída de ar, E RTD ponta de prova de um termômetro de infravermelho, F CO ₂ /H ₂ O analisador de gás, G compressor, H termômetro de infravermelho sem contato e I registros.	25
Figura 05: (A) Calorímetro (1) acoplado ao analisador de H ₂ O/CO ₂ (2), com a entrada de ar (3) e saída de ar para o analisador (4). B – Calorímetro inserido no testículo do bode, sendo utilizado no experimento.	26
Figura 06: Dispersão da radiação incidente em função da hora do dia, ao longo dos cinco dias de experimento.	32
Figura 07: Relação da temperatura do ar e umidade relativa do ar em função das horas dos dias.	33
Figura 08: Relação da temperatura do globo negro e umidade relativa do ar em função das horas dos dias.	33
Figura 09: Relação da temperatura retal e frequência respiratória em função da temperatura do ar.	35
Figura 10: Temperatura de superfície corporal e da bolsa escrotal em função da temperatura do ar.	36
Figura 11: Relação da perda de calor por evaporação das superfícies corporal e testicular em função da temperatura do ar.	38
Figura 12: Relação da perda de calor por evaporação das superfícies corporal e testicular em função da umidade relativa.	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Graus Celsius
A _b	Área da bolsa escrotal
CO ₂	Gás carbônico
E _{BE}	Evaporação da bolsa escrotal
E _R	Evaporação respiratória
E _S	Evaporação da superfície cutânea
f _{AC}	Fluxo de ar dentro da cápsula (calorímetro)
F _R	Frequência respiratória
g s ⁻¹ m ⁻²	Gramas por segundo por metro quadrado
g.m ⁻³	Gramas por metro cúbico
H ₂ O	Água
J.g ⁻¹	Joules por grama
kDa	Kilodaltons
Kg	Kilogramas
kPa	Kilopascal
m ²	Unidade de área (metros quadrados)
m ³ .s ⁻¹	Unidade de fluxo (volume por segundo)
mov/min	Unidade de frequência (movimentos por minuto)
P _v {t _A }	Pressão parcial de vapor do ar
P _v {t _{AC} }	Pressão parcial de vapor a temperatura interna da cápsula
R _C	Radiação de ondas curtas
R _L	Radiação de ondas longas
S _{ud}	Sudação
TSPSC	Temperatura de superfície cutânea do corpo
TSPBE	Temperatura de superfície da bolsa escrotal
T _A	Temperatura do ar em Kelvin
t _A	Temperatura do ar em graus Celsius
t _{AC}	Temperatura do ar dentro da cápsula
TCI	Temperatura crítica inferior
TCS	Temperatura crítica superior
T _R	Temperatura retal
W.m ⁻²	Watts por metro quadrado
λ	Calor latente de vaporização
Ψ	Umidade absoluta
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-árido

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Geral	14
2.2 Específicos	14
3 REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 CAPRINOCULTURA NO NORDESTE	15
3.2 TERMORREGULAÇÃO	15
3.3 EVAPORAÇÃO CUTÂNEA	16
3.4 TESTÍCULO E BOLSA ESCROTAL.....	17
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 ANIMAL	22
4.2 LOCAL DO EXPERIMENTO	22
4.3 COMPOSIÇÃO DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS	22
4.4 VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS	23
4.4.1 Temperatura retal (T_R , °C).	23
4.4.2 Frequência respiratória (FR, mov/min.)	23
4.4.3 Temperatura da superfície de pelame (TSP, °C) e da bolsa escrotal (TSE, °C)	24
4.4.4 Perda de calor por evaporação na superfície corporal (E_S , $W.m^{-2}$)	24
4.4.5 Perda de calor por evaporação da bolsa escrotal (E_{BE} , $W.m^{-2}$)	25
4.4.6 Determinação da área da bolsa escrotal (A_b , m^2)	27
4.5 COLETA DO SÊMEN	27
4.6 AVALIAÇÃO DO SÊMEN	27
4.7 DADOS METEOROLÓGICOS	28
4.8 ANÁLISE EXTATÍSTICA	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 DADOS METEOROLÓGICOS	31
5.2 VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS	34
5.2.1 Temperatura retal e frequência respiratória	34
5.2.2 Temperaturas de superfície cutânea e da bolsa escrotal	35
5.2.3 Área da superfície da bolsa escrotal	36
5.2.4 Perda de calor através das superfícies cutâneas e da bolsa escrotal	37
5.2.5 Relação das variáveis meteorológicas com as fisiológicas	39
5.3 CARACTERÍSTICAS DO SÊMEN	41
6 CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

Os impactos das mudanças climáticas são mais graves nas regiões que exibem elevada vulnerabilidade por conta de uma série de fatores, incluindo as condições sociais e climáticas. Secas e a desertificação contribuem na redução da disponibilidade hídrica, impactando provavelmente na qualidade de vida das populações na região semi-árida.

A mudança global do clima vem se manifestando de diversas formas, destacando-se o aquecimento global e a maior frequência e intensidade de fenômenos climáticos extremos. As mudanças climáticas tendem a aumentar a temperatura e, conseqüentemente, a evaporação com provável redução da disponibilidade hídrica. O que atinge diretamente os animais inseridos no Semi-árido, ameaça à biodiversidade e gera impactos sociais, econômicos e ambientais.

As preocupações com vistas ao suprimento de alimentos e produtos de origem animal em quantidade e qualidade, suficientes para atender a demanda da população humana, sempre em crescimento, tem provocado os diversos setores no sentido de aumentar a produtividade animal. Sejam através da seleção de raças mais produtivas, sistemas de produção que permitam uma maior produção por área, melhoria nutricional e principalmente de ambiência, visando exclusivamente o aumento da produtividade.

Atualmente dois aspectos importantes estão em discussão a nível mundial: o aquecimento global, que como conseqüência está provocando mudanças acentuadas nos climas das diferentes regiões do planeta, assim exigindo um melhor conhecimento das espécies e raças que apresentem potencial genético com maior capacidade de adaptabilidade, sendo capazes de sobreviver, produzir e reproduzir-se em condições adversas de clima, principalmente nos ambientes tropicais e intertropicais.

A produção animal nos trópicos é limitada principalmente pelo o estresse calórico e há o agravante de que as raças selecionadas para maior produção, no geral, são provenientes de países de clima temperado, o que não permite a estas expressar o máximo da sua capacidade produtiva. Desta forma, torna-se imprescindível o conhecimento da capacidade de adaptação das espécies e raças exploradas no Brasil, bem como a determinação dos sistemas de criação e práticas de manejo que permitam a produção pecuária de forma sustentável, sem prejudicar o bem-estar dos animais.

A caprinocultura é uma importante atividade pecuária da região Nordeste, pois gera desenvolvimento socioeconômico para a população. É uma atividade pouco tecnificada, o que

promove uma pequena produção e de baixa qualidade. Além disso, as condições meteorológicas da região nordeste contribuem significativamente para essa baixa produtividade, principalmente no semi-árido, onde há ocorrência de alta temperatura do ar, elevados níveis de radiação solar e períodos de escassez de chuvas.

Os caprinos quando submetidos às condições meteorológicas do semi-árido sofrem alterações fisiológicas e comportamentais, no intuito de dissiparem energia térmica para que possam manter a temperatura interna do corpo. Para isso os animais utilizam como forma de termólise a evaporação, que é um processo de transferência de massa por difusão de vapor. Desta forma, cresce a importância do conhecimento da termorregulação via perda de calor latente, associada às variáveis meteorológicas do ambiente semi-árido. Assim, esse estudo visa entender como esse mecanismo de perda de calor contribui para termorregulação da bolsa escrotal desses animais e sua associação com as características seminais.

2 - OBJETIVOS

2.1 – Geral

Avaliar a Termorregulação da bolsa escrotal associada à qualidade do sêmen de caprinos manejados nas condições meteorológicas do semi-árido.

2.2 – Específicos

Analisar a importância da perda de calor por evaporação na Termorregulação da bolsa escrotal de caprinos manejados no semi-árido nordestino;

Comparar a qualidade do sêmen coletado em horas distintas ao longo do dia (8:00; 10:00; 12:00; 14:00 e 16:00);

Associar a perda de calor por evaporação com a qualidade do sêmen de caprinos.

3 – REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CAPRINOCULTURA NO NORDESTE

O Brasil possui cerca de 7 milhões de cabeças de caprinos, caracterizando-se como o 19º produtor mundial. Destes, somente a região Nordeste representa 6.452.000 caprinos (90,76%) do rebanho nacional, o que faz da caprinocultura uma importante alternativa para o desenvolvimento social e econômico dessa região. Especificamente no sertão onde há uma predominância do sistema extensivo de criação. Porém o baixo desempenho produtivo, da maior parte dos caprinos criados na Região Nordeste, juntamente com a exigência do mercado consumidor em obter animais mais precoces, vem ao longo dos anos impulsionado a importação de animais, para através do cruzamento com raças nativas aumentar a produtividade dos rebanhos locais (SILVA et al, 2006; LIMA, 2008; IBEGE, 2006).

A forte demanda de carne caprina impõe o abastecimento de forma não sazonal, tendo como alternativa de produção os cruzamentos das raças especializadas com fêmeas SPRD, de reconhecida adaptação às condições semi-áridas, pouco estacionais, permitindo uma constante oferta de animais ao mercado consumidor (TRALDI et al, 2007; SOUZA et al, 2008).

Apesar dos caprinos serem considerados animais muito adaptados, do ponto de vista bioclimático, a associação entre elevadas temperaturas, altas umidades do ar e radiação solar direta, pode acarretar alterações comportamentais e fisiológicas, como aumento da temperatura da pele, elevação da temperatura retal, aumento da frequência respiratória, diminuição da ingestão de alimentos e redução do nível de produção (LU, 1989).

A orientação dos sistemas de produção deve considerar as características climáticas desta região, já que o Nordeste está situado na faixa intertropical do planeta, estando a maior parte do seu território compreendido no polígono das secas, com predominância de altas temperaturas do ar, consequência da elevada radiação solar incidente (CARTER, 1976; MASON, 1980; SOUZA et al, 2005).

3.2 TERMORREGULAÇÃO

A produtividade ou mesmo a sobrevivência animal, depende principalmente de sua capacidade em manter a temperatura corporal dentro de certos limites. Este processo

denomina-se homeotermia, ou seja, a manutenção da temperatura corporal em níveis estabelecidos, independentemente de variações da temperatura ambiente (JOHNSON, 1987). A manutenção da temperatura corporal é feita pelo sistema nervoso central mediante ajustes fisiológicos e comportamentais, exigindo um equilíbrio entre a produção e a perda de calor (HARDY, 1981).

Dentro de uma ampla faixa de temperaturas, podem ser definidas zonas térmicas que proporcionam maior ou menor conforto ao animal. Para terem a máxima produtividade, os animais devem estar em uma faixa de temperatura adequada, chamada de zona de conforto térmico, onde não há gasto de energia. Para esfriar ou aquecer o corpo. Na produção este aspecto reveste-se de muita importância, pois dentro desses limites a quantidade de nutrientes ingeridos pelos animais será utilizada exclusivamente para o seu crescimento e desenvolvimento, e não, para aquecer ou esfriar o corpo (BAÊTA & SOUZA, 1997).

Em uma região tropical, a temperatura do ar encontra-se próxima à corporal ou a excede, e neste caso há necessidade de proteger o animal contra a penetração de calor externo e incrementar a eliminação de calor corporal. Isso porque as atividades metabólicas de manutenção e produção geram ainda mais energia térmica a ser dissipada para o ambiente. Além disso, a temperatura radiante média do ambiente tende ser muito mais elevada que a da atmosfera e, conseqüentemente, a quantidade de energia térmica recebida por radiação de ondas longas (R_L), pode ser maior que a eliminada. Assim, o processo evaporativo, via cutânea (ES) ou respiratória (ER), torna-se o mecanismo de termólise fundamental para a termorregulação.

3.3 EVAPORAÇÃO CUTÂNEA

Em um ambiente quente e seco a vantagem da evaporação é que não depende de um diferencial de temperatura, tal como a condução, a convecção e a radiação, mas sim do diferencial de pressão de vapor entre a atmosfera e a superfície em questão (OLIVEIRA, 2007).

Maia et al (2005) observaram que em vacas holandesas a perda de calor por evaporação cutânea representa 20-30% da perda total de calor quando a temperatura do ar ficou entre 10 e 20°C, sendo o restante perdido como calor sensível. No entanto, quando a temperatura do ar ultrapassa 30°C não há perda de calor sensível, enquanto que a evaporação

se torna a principal via de perda de calor, sendo aproximadamente 85% cutânea e a restante respiratória.

A perda de calor por evaporação cutânea de cabras leiteiras criadas em ambiente tropical é em média $72,17 \text{ W.m}^{-2}$, com valor máximo de 184 W.m^{-2} , para temperaturas do ar entre 20 e 32 °C e umidade média 69,63%. A perda de calor por animais mestiços (½ Boer ½ Saanen) é maior que em raças puras, tais como Saanen e Alpina. É provável que essa diferença ocorra devido à origem da raça Boer, pois animais desenvolvidos no continente africano apresentam maior capacidade de adaptações ao ambiente tropical, por possuírem melhores mecanismos autônomos de controle térmico, especialmente sudção (LIGEIRO et al, 2006).

3.4 TESTÍCULO E BOLSA ESCROTAL

A localização dos testículos no interior do escroto é fator preponderante para a espermatogênese, uma vez que a temperatura neste local apresenta-se entre 2 e 6°C inferior à do abdômen (SETCHELL, 1978). A elevação da temperatura testicular aumenta o metabolismo e a demanda de oxigênio pelas células do epitélio seminífero, porém seu fluxo sanguíneo é limitado e torna-se incapaz de suprir essa demanda, resultando em hipóxia e redução da qualidade seminal (VILLARES, 1976; KASTELIC et al., 1996).

As variáveis fisiológicas e ambientais estão relacionados com o sistema reprodutor masculino. Ao longo do tempo os machos foram submetidos a condições adversas onde os que se reproduziram apresentaram mecanismos para manter a temperatura dos testículos abaixo da temperatura corporal. Estes possuem as células Leydig, que têm como principal função a produção de testosterona. Nos túbulos seminíferos estão as células de sustentação de Sertoli, formando a base das células germinativas com função de nutrição, proteção, produção de estrógeno, activina, inibina e proteína carreadora de estrógeno (PINEDA & DOOLEY, 2008).

Para manutenção de uma temperatura mais baixa que a corporal, os testículos são albergados pela bolsa escrotal. Esta possui mecanismos redutores da temperatura, o principal deles sendo o plexo panpiniforme, uma fina rede de veias testiculares que envolve praticamente todo o segmento da artéria testicular no funículo espermático (Figura 01). Estas veias testiculares são extensas, abraçando os ramos arteriais do epidídimo, dando forma cônica ao funículo e constituindo parte da extremidade cranial do testículo. Este enovelamento das veias e artérias testiculares promovem a troca de calor entre si pelo

mecanismo contra-corrente, fazendo com que o sangue arterial seja resfriado pelo contato com o sangue venoso (ALMEIDA et al, 2008; HAFEZ & HAFEZ, 2004).

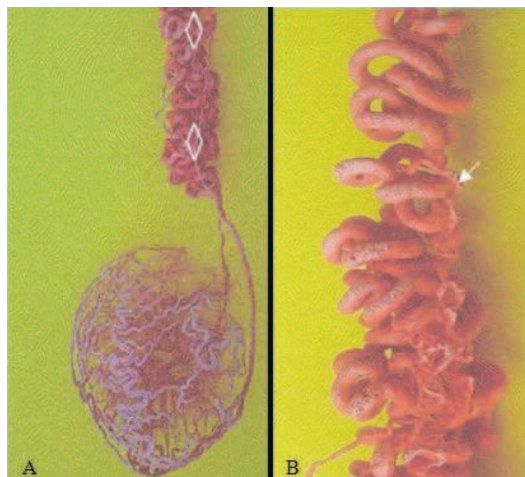


Figura 01: (A) modelo do sistema vascular testicular de caprinos. (B) plexo panpiniforme. (ALMEIDA et al, 2008)

A bolsa escrotal possui outros mecanismos de termorregulação, tais como, menor presença de tecido adiposo; rafe escrotal, permitindo maior aeração da bolsa escrotal; termorreceptores; túnica dartos, que se contrai nos momentos de frio e relaxa nas situações de altas temperaturas, trabalhando assim em sinergismo com o músculo cremaster, que promove a retração da bolsa escrotal na presença de baixas temperaturas e em ambientes quentes relaxa afastando os testículos do corpo, contribuindo para termorregulação testicular; e glândulas sudoríparas que permitem a troca de calor latente (HAFEZ & HAFEZ, 2004). A falha deste sistema como um todo ou parte deste pode levar à infertilidade, por promover aumento na temperatura testicular e problemas na espermatogênese e esteroidogênese (GABALDI & HOLF, 2002).

Assim, as altas temperaturas trazem grandes prejuízos aos animais, diminuindo a capacidade reprodutiva dos rebanhos. Em cordeiros expostos diretamente a altas temperaturas ambientes tem sido observado aumento de secreção de cortisol, sem que haja alteração na quantidade de testosterona. Estes animais ao exame histopatológico apresentam uma severa degeneração testicular das células da linhagem germinativa, sem efeito significativo nas células da linhagem somática (Leydig e Sertoli), vacúolos dispersos na linha do túbulo seminífero, formação de células gigantes multinucleadas intra-tubular, estágios de espermatócitos presos nas espermatogônias e o epitélio germinal em camadas com densidades decrescentes. Estes animais foram submetidos a diferenças de temperatura como exposto na Figura 02.

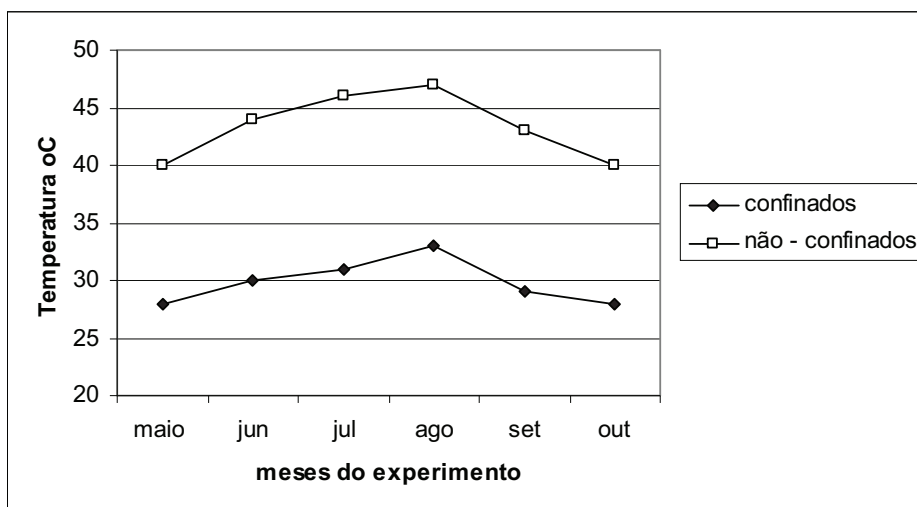


Figura 02: temperatura máxima registrada durante os meses de experimento para animais a sombra (ar condicionado) e ao sol do semi-árido iraniano (RASOOLI et al, 2010).

Assim de acordo com Simplicio et al (2007) é imperioso compreender o papel e a importância do ambiente associado a alimentação-nutrição e saúde sobre os animais e em consequência no desempenho produtivo deles, independente de idade, sexo, condição reprodutiva, regime de manejo e da fase da exploração. Desta forma estresse calórico é um dos fatores limitantes da produção caprina nos trópicos, principalmente no semi-árido, e isto dificulta a exploração de raças especializadas para produção de carne (HOPKINS et al., 1978). Entre os fatores ambientais, a temperatura e a radiação solar, além da umidade relativa do ar exercem papel importante sobre a reprodução, especialmente de animais importados para região edafoclimática diferente daquela de origem (ELWISHY et al., 1971; CARMENATE & GAMCIK, 1982; CHEMINEAU, 1986).

O aumento da temperatura do escroto, natural ou induzido pela insulação da bolsa escrotal, interfere na termorregulação testicular, predispondo à degeneração do epitélio germinativo gonadal (SANTOS&SIMPLÍCIO, 2000), estes autores ainda observaram que o perímetro escrotal e a consistência testicular foram afetados negativamente, apresentando-se reduzidos após a insulação escroto-testicular utilizando-se de bolsa plástica de parede dupla, e coincidindo com o período no qual os parâmetros físico-morfológicos do ejaculado também se mostraram alterados. A coleta foi realizada uma semana após a insulação, onde os parâmetros já se apresentavam amplamente alterados, o pico das alterações foi observado na segunda semana após o procedimento. Estes autores discutem que as principais alterações foram de cabeça, de gota citoplasmática proximal e de cauda enrolada, possivelmente a

insulação testicular promoveu alterações em nível de epidídimo, interferindo na maturação citoplasmática.

Experimentos realizados provocando insulação testicular em touros das raças Simental e Angus, onde cinco dias após o início do procedimento, os espermatozóides apresentavam-se com menor quantidade de formas normais. Próximo de dez dias havia um número máximo de formas anormais (Figura 03), mostrando que as alterações são de caráter rápido, mas que são reversíveis. Pezzini et al (2006) realizaram o mesmo procedimento, porém comparando touros curraleiros e touros Holandeses, verificaram que os primeiros mostram-se mais tolerantes aos efeitos da insulação escrotal nas características seminais do que os Holandeses, a primeira coleta foi realizada cinco dias após a insulação, onde as amostras já apresentavam alterações significativas para os holandeses e apenas com 9 dias os curraleiros apresentavam alterações, os resultados assemelham-se aos da Figura 03. Estes autores estão de acordo com Santos & Simplicio (2000), relatando que os primeiros espermatozóides a serem afetados são os epididimários, interferindo no processo de maturação, o que gera amostras de sêmen com espermatozóides com alterações secundárias. Já Fernandes et al (2008) realizou a insulação testicular por 5 dias em touros da raça Nelore e observou que 14 dias depois de realizada a insulação testicular os espermatozóides apresentavam-se com defeitos na cromatina e com alterações na morfologia da cabeça, mostrando o grau de adaptação desta raça ao clima tropical.

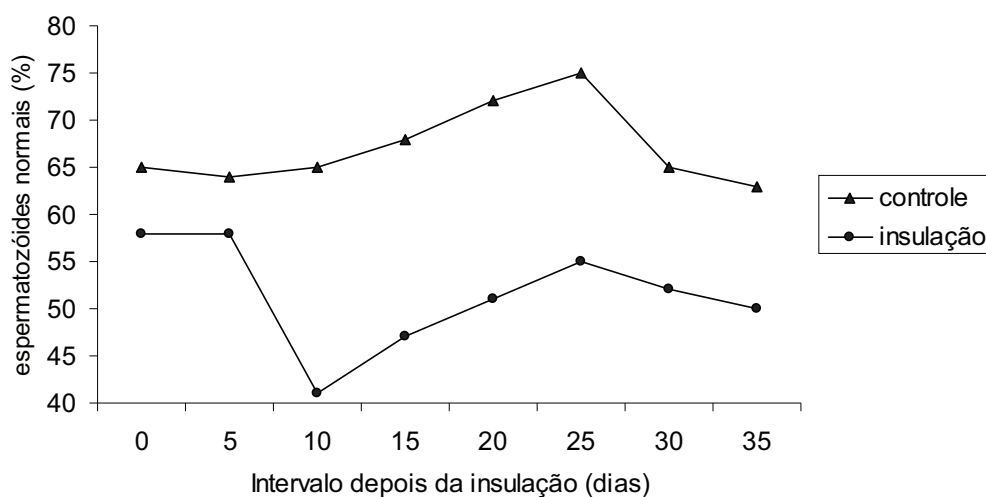


Figura 03: porcentagem de espermatozóides morfologicamente normais no intervalo de dias depois da insulação testicular em touros (KATELIC et al, 1995).

Os caprinos estão sujeitos a alterações reprodutivas ao longo do ano, conforme o número de horas de luz presente em um dia, caracterizando-se uma espécie fotoperiódica. No Nordeste não há variação significativa conforme a taxa de luminosidade, porém estes podem responder conforme a estação do ano, o que está relacionado com escassez de água e forragem no período seco. Dias et al (1995) correlacionou a sazonalidade com qualidade espermática de caprinos, concluiu que os animais quando nutridos adequadamente durante todo ano, a qualidade do sêmen é satisfatória para o desempenho reprodutivo, mostrando nítidas evidências de que a umidade relativa do ar elevada é menos favorável a espermatogênese. Em contra partida, Sousa et al (2008) avaliou a qualidade do sêmen em relação ao índice pluviométrico, e demonstrou que baseado no volume seminal o percentual de espermatozoides com acrossomas íntegros, proteínas totais e perfil protéico do plasma seminal, o sêmen de caprinos da raça Alpina Americana criados na região Nordeste do Brasil apresentavam-se com melhor qualidade quando colhido no período de alto índice pluviométrico, o que pode ser atribuído à presença das proteínas de 13kDa e 45kDa.

Coelho et al (2006) testou caprinos em câmara climática e observou que o estresse calórico influenciou a temperatura testicular, provocando elevação média de 1,5°C ao final do tratamento. Essa característica também variou em função da raça, sendo os valores mais elevados na Saanen. Esses resultados demonstram que os machos Saanen são menos tolerantes à elevação da temperatura ambiente. O aumento da temperatura testicular como fator responsável por alterações de algumas características do ejaculado é um fato bem definido.

Almeida et al (2008), analisou o efeito do grau de bipartição escrotal sobre a vascularização arterial do escroto de caprinos nativos do Estado do Piauí, elucidando a origem, trajeto e distribuição desses vasos em caprinos com diferentes graus de divisão escrotal. Observou que o número de ramos terminais não apresenta diferença em relação à morfologia escrotal, porém a região correspondente à bipartição conta com maior quantidade desses ramos, o que favorece as bolsas escrotais mais bipartidas. Assim, acredita-se que estes animais apresentem mecanismos de trocas de calor mais eficientes, a medida que temperatura do ar aumenta e a umidade do ar baixa. Desta forma, Silva et al (2005) estudaram o efeito da época do ano e do turno sobre os parâmetros fisiológicos e seminais de caprinos no semi-árido, observaram que os parâmetros fisiológicos sofrem alterações significativas de acordo com o turno avaliado (manhã e tarde) e época do ano, sendo setembro a novembro o período mais crítico. Ocorreram principalmente alterações nas concentrações espermáticas, porém não foram analisadas conforme o turno de avaliação.

4 – MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ANIMAIS

Foram utilizados dez caprinos machos, sem padrão racial definido (SPRD), sendo cinco com epiderme e pelame branco e cinco com epiderme preta e pelame de coloração escura. Idade média de 1,3 anos e peso médio $41,1 \pm 4,8$ Kg. Os animais passaram por um período de adaptação de aproximadamente quatro meses, ficando alojados em duas baias à sombra, com seis animais cada uma. Estes recebiam capim canarana (*Echinochloa pyramidalis*) no cocho *ad libitum*; tinham acesso a um banco de proteína, composto por leucena (*Leucaena leucocephala*), por um período de duas horas/dia. Foi fornecida ração peletizada (soja, milho e farelo de trigo), com 18% de proteína. Também foram fornecidos *ad libitum* sal mineral Caprinofós[®] e água limpa e de qualidade.

4.2 LOCAL DO EXPERIMENTO

O trabalho foi desenvolvido no aprisco do Núcleo de Pesquisa em Pequenos Ruminantes, localizado no campus da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Mossoró (5°11'55" de latitude Sul, 37°22' W e 18m de altitude). Os dados foram processados pelo Núcleo de Biometeorologia, Bem-Estar Animal e Biofísica Ambiental (NUBBEA), enquanto que o processamento do sêmen foi realizado no Laboratório de Conservação de Germoplasma Animal (LCGA) da UFERSA.

4.3 COMPOSIÇÃO DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS

Para a colheita do sêmen foram utilizados dez bodes, previamente adaptados ao método de colheita do sêmen e divididos em cinco grupos, cada um com dois animais. As coletas foram realizadas a cada quatro dias, com um total de cinco coletas. Todos os animais foram avaliados em cada dia, porém em tratamentos distintos: tratamento A (08:00h), tratamento B (10:00h), tratamento C (12:00h), tratamento D (14:00h) e tratamento E (16:00h).

Consequentemente, todos os grupos passaram pelo procedimento uma vez em cada horário, como demonstrado na Tabela 01.

Tabela 01: Composição dos grupos experimentais.

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
1º dia	B	C	D	E	A
2º dia	C	D	E	A	B
3º dia	E	A	B	C	D
4º dia	D	E	A	B	C
5º dia	A	B	C	D	E

4.4 VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS

Os animais foram avaliados quanto à temperatura retal, frequência respiratória, temperatura da superfície da bolsa escrotal e do pelame. As observações foram realizadas com os animais protegidos da radiação solar direta. Em cada dia de coleta de dados foram avaliados os dez animais, de maneira que cada grupo fosse avaliado nas duas horas subsequentes a colheita do sêmen. As medições tiveram início a partir das 08:00 horas e terminaram as 18:00 horas. Esses registros foram feitos em intervalos regulares para cada grupo experimental.

4.4.1 Temperatura retal (T_R , °C)

Foi medida com um termo-resistor PT-100 classe A, inserido aproximadamente 10cm no reto.

4.4.2 Frequência respiratória (F_R , mov/min.)

Foi avaliada pela contagem dos movimentos do flanco durante um intervalo de um minuto.

4.4.3 Temperatura da superfície de pelame (TSP, °C) e da bolsa escrotal (TSE, °C).

Foram medidas com termômetro de infravermelho FLUKE® (Precision Infrared Thermometers 576) nas regiões do pescoço, costado e flanco, e em três pontos do testículo (ápice, região intermediária e base).

4.4.4 Perda de calor por evaporação na superfície corporal ($E_s, W.m^{-2}$)

A perda de calor foi estimada como sendo o produto da sudação ($S_{ud}, g s^{-1} m^{-2}$) pelo calor latente de vaporização:

$$E_s = \lambda S_{ud} \quad W.m^{-2} \quad (1)$$

Onde, λ é o calor latente de vaporização:

$$\lambda = 2500,7879 - 2,3737t_A \quad J \cdot g^{-1} \quad (2)$$

A evaporação cutânea foi medida em regiões de pele selecionadas de $0,00724 m^2$ cada, por meio de uma cápsula ventilada similar aquela desenvolvida por Maia et al., (2005). O sistema da cápsula ventilada está diagramaticamente apresentado na Figura 04. O ar ambiente é aspirado para dentro do tubo A aplicando-se uma sucção no tubo D. Na projeção do tubo A ($1,0 cm$ da superfície do pelame) no interior da cápsula, existem vários orifícios com o objetivo de distribuir o ar homogeneamente sobre a área de teste. Os tubos B e D foram conectados ao analisador de CO_2/H_2O (Li-Cor, mod. LI-7000). Foi analisada a pressão parcial de vapor do ar ($P_v\{t_A\}$, kPa), determinada pelo analisador de CO_2/H_2O ; bem como, foi determinada a pressão parcial de vapor do ar passando sobre a área de teste saindo da cápsula ($P_v\{t_{AC}\}$, kPa). Três regiões do corpo (pescoço, costado e flanco) foram mensuradas, de cada lado, sendo representativas da taxa de evaporação cutânea média da superfície corporal. Assim, a sudação (S_{ud}) foi calculada da seguinte forma,

$$S_{ud} = \frac{f_{AC}(\Psi_{AC} - \Psi_A)}{A_C} \quad g.s^{-1}.m^{-2} \quad (3)$$

onde f_{AC} é o fluxo de ar que passa pela cápsula ($m^3.s^{-1}$) e A_C é a área da cápsula (m^2), enquanto a umidade absoluta foi dada por:

$$\Psi_A = \frac{2166,87P_v\{t_A\}}{t_A + 273,15} \quad g.m^{-3} \quad (4)$$

$$\Psi_{AC} = \frac{2166,87P_v\{t_{AC}\}}{t_{AC} + 273,15} \quad g.m^{-3} \quad (5)$$

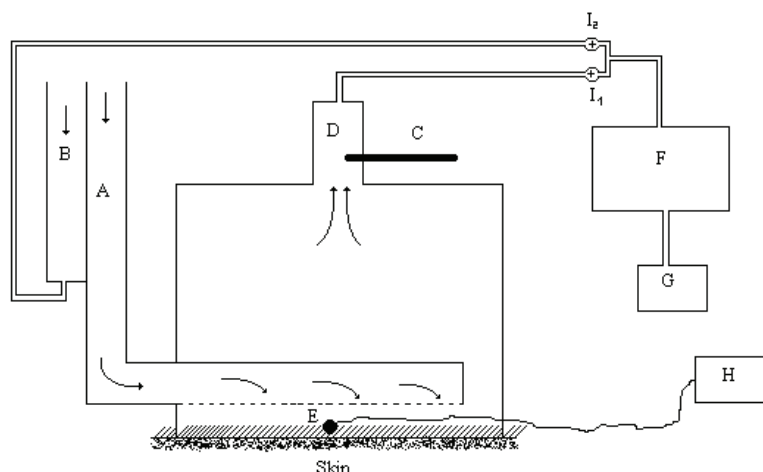


Figura 04. Esquema da cápsula ventilada, desenvolvida por Maia et al (2005). Foi confeccionada a partir de um cano plástico de 9.6cm diâmetro e 6.78cm comprimento. (A) é o tubo de entrada de ar, (B) o tubo de coleta de ar da atmosfera, (C) ponta de prova de um termômetro de precisão, (D) tubo de saída de ar, (E) RTD ponta de prova de um termômetro de infravermelho, (F) CO₂/H₂O analisador de gás, (G) compressor, (H) termômetro de infravermelho sem contato e (I) registros.

A temperatura (t_{AC} , °C) do ar passando no interior da cápsula sobre a área de teste foi mensurada com termômetro digital conectado a um termo-resistor PT-100 classe A, inserido no tubo de saída da cápsula, enquanto o fluxo de ar (f_{AC}) através da cápsula foi mantido através da bomba a vácuo do próprio analisador de H₂O/CO₂.

4.4.5 Perda de calor por evaporação da bolsa escrotal (E_{BE} , W.m⁻²).

A evaporação da bolsa escrotal foi avaliada, conforme mostra a Figura 05, por meio de uma cápsula ventilada utilizando uma adaptação da cápsula desenvolvida por Maia et al., (2005). O dispositivo está apresentado na Figura 05; o ar ambiente é aspirado para dentro dele. O ducto de saída de ar é conectado ao analisador de CO₂/H₂O (Li-Cor, mod. LI-7000). A pressão parcial de vapor do ar entrando na cápsula ($P_{v\{t_A\}}$, kPa) é determinada pelo analisador de gases, antes de inserir a cápsula no animal; após a inserção desta na bolsa escrotal do animal, é determinada a pressão parcial de vapor do ar passando através da superfície do escroto ($P_{v\{t_C\}}$, kPa).

A perda de calor na bolsa escrotal (E_{BE}) foi estimada como sendo o produto da sudação (S_{ud} , $g\ s^{-1}\ m^{-2}$) pelo calor latente de vaporização (λ):

$$E_{BE} = \lambda S_{ud} \quad W.m^{-2} \quad (6)$$

A evaporação da bolsa escrotal foi o produto do fluxo de ar através do calorímetro (f_C , $m^3\ .s^{-1}$), pela diferença na umidade absoluta do ar saindo (ψ_C , $g.m^{-3}$) pelo ar entrando (ψ_A , $g.m^{-3}$) no calorímetro, sendo esse produto dividido pela área da bolsa escrotal (A_b , m^2), assim:

$$E_{BE} = \frac{f_{AC}(\Psi_C - \Psi_A)}{A_b} \quad (7)$$

os valores ψ_A e ψ_{AC} foram dados pelas seguintes equações:

$$\Psi_A = \frac{2166,87P_v\{t_A\}}{t_A + 273,15} \quad (8)$$

$$\Psi_C = \frac{2166,87P_v\{t_C\}}{t_C + 273,15} \quad (9)$$

A temperatura (t_C , $^{\circ}C$) do ar passando no interior da calorímetro sobre a área de teste foi medida com termômetro digital conectado a uma Termoresistência PT-100 classe A, inserida no tubo de saída da cápsula, enquanto que o fluxo de ar (f_{AC} , m^3s^{-1}) é mantido através da bomba a vácuo do próprio analisador de H_2O/CO_2 .

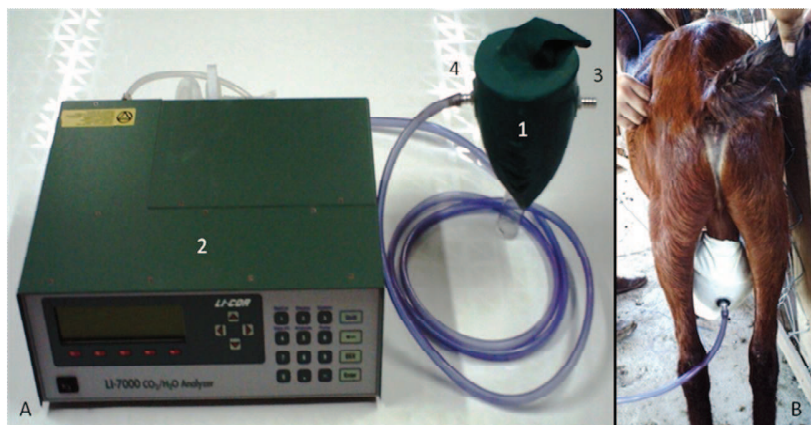


Figura 05: (A) Cápsula (1) acoplado ao analisador de H_2O/CO_2 (2), com a entrada de ar (3) e saída de ar para o analisador (4). B – Cápsula inserida no testículo do bode, sendo utilizado no experimento.

4.4.6 Determinação da área da bolsa escrotal (A_b , m^2)

Para a determinação da área da bolsa escrotal foram utilizadas 12 peças (testículo e bolsa escrotal) oriundas de abatedouro. Utilizando-se uma fita métrica, foram avaliadas três circunferências (ápice, região medial e base); com um paquímetro digital (DIGIMESS® 100.174BL) foram medidos o comprimento (altura), largura total em três regiões (ápice, região medial e base) e diâmetro dos testículos, esquerdo e direito.

Foi realizada uma análise de regressão entre as medidas realizadas e as áreas encontradas, a maior correlação encontrada foi com a altura do testículo ($R^2 = 0,95$). A área da bolsa escrotal foi obtida como:

$$A_b = -34,427 + 17,556ALT \quad (10)$$

onde ALT é a altura da bolsa escrotal do animal medida em metros.

4.5 COLETA DO SÊMEN

Os dez bodes foram divididos em cinco grupos, cada um com dois animais, submetidos à coleta de sêmen a cada quatro dias, totalizando 5 dias de coleta (tabela 01). Através de vagina artificial, nas coletas foram utilizados uma fêmea estrogenizada e um tronco adaptado, que serviram como manequins. O sêmen foi colhido em tubos graduados e imediatamente encaminhado para avaliação conforme as normas do CBRA (1998).

4.6 AVALIAÇÃO DO SÊMEN

O sêmen foi coletado em tubos graduados, onde o volume foi observado e registrado imediatamente, bem como a coloração, odor e aspecto: Em seguida, as características microscópicas, foram determinadas como segue:

Turbilhonamento: uma gota de sêmen foi posta em uma lâmina aquecida a 37°C e levou-se ao microscópio sobre uma placa aquecida, observou-se em aumento de 100X. O movimento de onda foi classificado em escala de 0 a 5.

Motilidade espermática: é a porcentagem de células móveis, que são classificadas de 0 a 100% de espermatozóides com movimento. Para isso foi utilizado o microscópio de luz com aumento de 200 vezes.

Vigor: representa a qualidade do movimento dos espermatozóides. Sendo necessária a individualização do espermatozóide, para isso o sêmen foi diluído, colocado em lâmina aquecida com lamínula, visualizando-se com aumento de 200X. Foi avaliado segundo a porcentagem dos espermatozóides que possuíam movimento retilíneo progressivo e a classificação é realizada pela velocidade do espermatozóide em escala de 0 a 5.

Morfologia espermática: onde foram realizados esfregaços de sêmen corados com rosa de bengala. As lâminas foram confeccionadas para a avaliação da morfologia espermática e da integridade acrossomal.

Avaliação de vivos x mortos: esfregaços foram corados em Azul de Bromofenol destinados à avaliação da porcentagem de espermatozóides vivos e mortos.

Concentração Espermática: Utilizando-se solução salina formolizada na proporção de 1 de sêmen : 400 de solução, em câmara de Neubauer e aumento de 400 X. Contou-se apenas as cabeças dos espermatozóides de dentro do quadrado, utilizando-se apenas 5 quadrados dos 25 (um de cada canto e o do meio). Posteriormente as mesmas foram convertidas para concentração pro mL.

4.7 DADOS METEOROLÓGICOS

Os dados de temperatura do ar (t_A , °C) e temperatura de bulbo úmido (t_{bu} , °C), foram obtidos através do psicrômetro. A velocidade do ar (U , m. s⁻¹), foi determinada através de um anemômetro, enquanto a umidade relativa do ar (UR, %), foi determinada através da fórmula:

$$UR = \frac{P_v\{t_A\}}{P_v^*\{t_A\}} 100 \quad (11)$$

onde, ($P_v\{t_A\}$, kPa) é a pressão parcial de vapor da atmosfera e pressão de saturação ($P_v^*\{t_A\}$, kPa).

A radiação solar (R_C , W.m⁻²) foi monitorada continuamente a intervalos regulares de um minuto através do piranômetro (SOLRAD INTEGRATOR® versão 3.0), instalado no mesmo local onde foram avaliados os animais. A temperatura de globo negro foi medida com termopar tipo K, inserido no centro do globo exposto a radiação solar direta, durante todo o experimento.

As propriedades físicas da atmosfera: Pressão atmosférica (P_a), densidade (ρ), condutividade térmica (k) e a viscosidade cinemática (ν), além do calor latente de vaporização da água (λ) fórmula (2), foram obtidas a partir das seguintes relações:

$$P_a = 101,325 e^{\left\{ \frac{zg}{287,04 T_A} \right\}} \text{ KPa} \quad (12)$$

$$k = \rho c_p [1,888 \times 10^{-5} + 1,324 \times 10^{-7} t_A] \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1} \quad (13)$$

$$\rho = 3484,358 \cdot p_a \cdot T_A^{-1} \text{ g m}^{-3} \quad (14)$$

$$\nu = 1,3291 \times 10^{-5} + 9,0 \times 10^{-8} t_A \text{ m s}^{-1} \quad (15)$$

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise de variância foi baseada no método dos quadrados mínimos (Harvey, 1960). Utilizando-se o programa “Statistical Analysis System” (SAS), para composição do arquivo, exame de distribuição de frequência dos dados, estatística descritiva e análise de variância conforme Littell et al. (1991). Para análise da qualidade do sêmen foi utilizado um delineamento quadrado latino 5x5. Os tratamentos consistiram dos diferentes horários de coleta do sêmen, o efeito das colunas foi os animais que foram divididos em cinco grupos com dois animais cada, as linhas foram os efeitos dos dias de coleta (cinco para cada grupo), portanto o modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + D_j + H_k + \varepsilon_{ijkl}$$

onde, Y_{ijkl} é o efeito da l-ésima observação das variáveis do sêmen, A é o efeito aleatório do i-ésimo animal (1,...,5); D é o efeito fixo do j-ésimo dia de coleta ($j = 1, \dots, 5$); H é o efeito fixo da k-ésima hora de coleta ($k = 1, \dots, 5$); μ é a média paramétrica e ε_{ijkl} é o erro aleatório.

Para análise da perda de calor por evaporação da bolsa escrotal e da superfície corporal e temperatura da superfície corporal foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijklm} = \alpha + A_i + D_j + H_k + R_l + R(H)_{lk} + \varepsilon_{ijklm}$$

onde, Y_{ijklm} é o efeito da m-ésima observação das variáveis fisiológicas, A é o efeito aleatório do i-ésimo animal (1,...,5); D é o efeito fixo do j-ésimo dia de coleta ($j = 1, \dots, 5$); H é o efeito fixo da k-ésima hora de coleta ($k = 1, \dots, 5$); R é o efeito fixo da l-ésima região da superfície corporal ($l=1$ e 2); $R(H)$ é o efeito fixo da l-ésima região da superfície corporal dentro da k-ésima hora de coleta, enquanto ε_{ijklm} é o erro aleatório.

Para análise da frequência respiratória e temperatura retal foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \alpha + A_i + D_j + H_k + b_1 t_A + b_2 t_G + b_3 UR + b_4 R_C + \varepsilon_{ijkl}$$

Onde, Y_{ijklm} é o efeito da m-ésima observação das variáveis fisiológicas, A é o efeito aleatório do i-ésimo animal (1,...,5); D é o efeito fixo do j-ésimo dia de coleta ($j = 1, \dots, 5$); H é o efeito fixo da k-ésima hora de coleta ($k = 1, \dots, 5$); b_1 , b_2 , b_3 e b_4 são os coeficientes de regressão sobre a temperatura do ar, do globo negro, umidade relativa do ar e radiação solar, enquanto α é o intercepto e ε_{ijklm} é o erro aleatório.

Para a determinação da área de bolsa escrotal foi realizado uma análise de regressão, onde a área foi determinada através da fórmula:

$$A_b = -34,427 + 17,556 ALT$$

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DADOS METEOROLÓGICOS

As variáveis meteorológicas registradas no aprisco estão sumarizadas na Tabela 02.

Tabela 02 – Médias das variáveis meteorológicas de acordo com o dia de coleta para temperatura do ar (t_A , ° C), temperatura do globo negro (t_G , ° C), radiação solar (R_C , $W.m^{-2}$), pressão parcial de vapor ($P_v\{T_A\}$, kPa), umidade relativa (UR%) e velocidade do vento (U , $m.s^{-1}$), respectivos erros padrão seguidos das variações mínimas e máximas.

Dia	Variável	N	Média	Erro	Mínimo	Máximo
1	t_A	38	32,78	0,27	29,60	35,40
	t_G	38	47,05	1,10	32,80	58,00
	R_C	38	443,89	41,40	20,00	748,00
	$P_v\{T_A\}$	38	2,49	0,05	1,83	2,95
	UR%	38	50,63	1,53	35,59	67,62
	U	38	3,45	0,41	0	11,60
2	t_A	38	33,06	0,33	29,80	36,00
	t_G	38	48,86	1,25	32,40	59,80
	R_C	38	442,44	43,80	11,00	913,00
	$P_v\{T_A\}$	38	1,84	0,03	1,43	2,18
	UR%	38	37,26	1,38	24,95	51,09
	U	38	2,04	0,41	0	9,20
3	t_A	35	31,23	0,24	28,00	33,00
	t_G	35	45,50	1,11	34,2	55,50
	R_C	35	446,62	47,16	29,00	853,00
	$P_v\{T_A\}$	35	1,95	0,03	1,68	2,56
	UR%	35	43,40	1,28	33,45	67,82
	U	35	3,96	0,64	0	11,20
4	t_A	30	30,76	0,37	26,10	33,00
	t_G	36	49,20	0,77	36,90	55,40
	R_C	35	459,34	47,33	2,00	805,00
	$P_v\{T_A\}$	32	1,99	0,03	1,76	2,45
	UR%	26	46,28	2,01	35,84	64,85
	U	36	0,38	0,13	0	2,70
5	t_A	41	31,75	0,26	27,80	34,40
	t_G	41	49,98	1,22	33,30	59,00
	R_C	41	500,90	39,57	20,00	774,00
	$P_v\{T_A\}$	41	1,21	0,05	0,85	1,79
	UR%	41	26,51	1,49	16,92	47,98
	U	41	1,76	0,35	0	11,50

N = número de observações das variáveis meteorológicas para cada dia de experimento.

A temperatura do ar média foi de $31,97 \pm 1,98$ °C, com mínimo e máximo de 26,1 e 36,0 °C, respectivamente. Quanto a radiação solar a média foi $459,15 \pm 265$ W.m⁻² com mínimo de 2 e máximo de 912 W.m⁻² (Figura 06), pode-se observar a dispersão da radiação ao longo do dia. A umidade relativa média foi de 40,16% com mínimo de 16,9% e máximo de 67,83%, esta que apresenta correlação negativa com a temperatura do ar (Figura 07). Assim, o experimento foi realizado em um ambiente apresentando altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e alto índice de radiação, o que é característico da região semi-árida.

A temperatura de globo negro apresentou valor médio $48,9 \pm 6,9$ °C, com valores mínimo e máximo, 32,4 e 59,8°C (Figura 08), respectivamente. A velocidade do vento média foi $2,3 \pm 2,8$, com mínimo de 0 e máximo 11,6 m.s⁻¹.

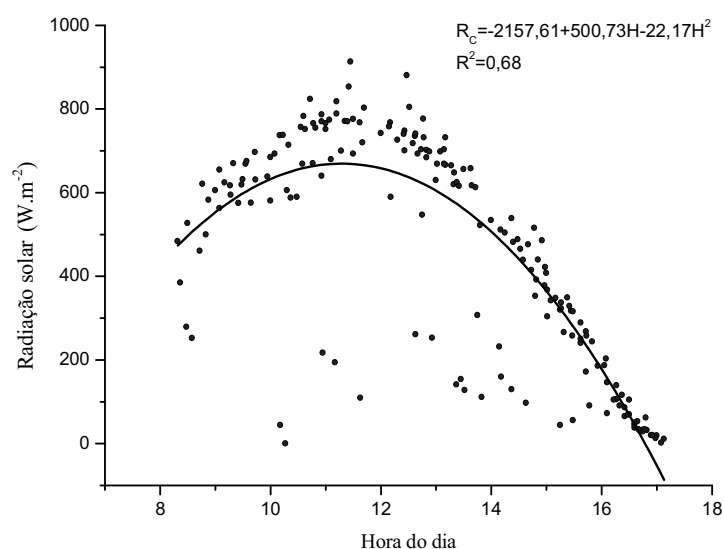


Figura 06: Dispersão da radiação incidente em função da hora do dia, ao longo dos cinco dias de observação.

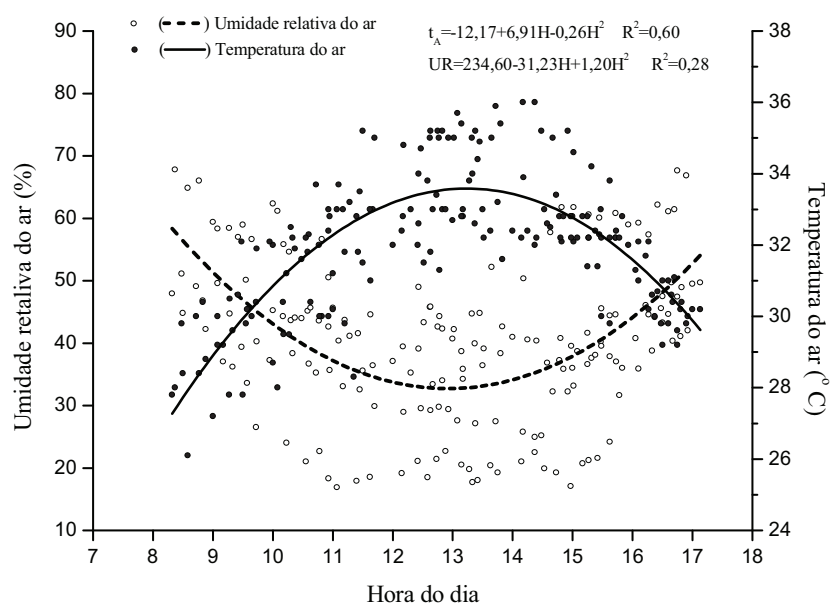


Figura 07: Temperatura do ar e umidade relativa do ar em função das horas dos dias.

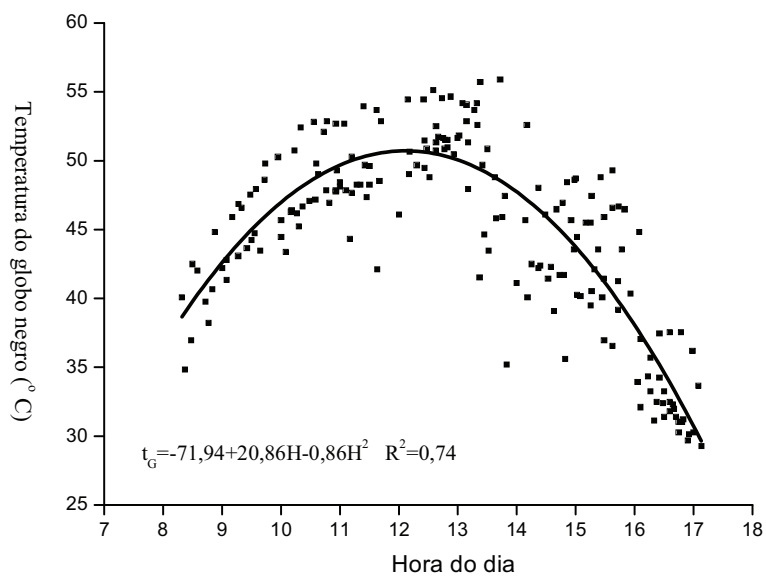


Figura 08: Temperatura do globo negro em função das horas dos dias.

5.2 VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS

5.2.1 – Temperatura retal e frequência respiratória

O resultado médio para a temperatura retal foi $38,9 \pm 0,34$ °C, com mínimo de 38,5 e máximo de 40,3 °C. Foi observado que a temperatura retal apresentou certa constância, e quando comparada com a temperatura do ar esta não apresentou influência, apesar da temperatura do ar ter variado até 10 °C (Figura 09).

Os caprinos apresentaram frequência respiratória média de $50,4 \pm 8,4$ mov.min⁻¹, com mínimo de 37 e máximo de 74 min⁻¹, estes resultados estão próximos aos de Santos et al (2005), onde foram realizadas mensurações as 9 e 15 horas, das raças Bôer, Ângulo Nubiano, Pardo Sertanejo e Moxotó, e obteve 46,7, 32,1, 33,9 e 37,4 mov.min⁻¹, respectivamente. Já quando comparados com cabras Saanen estes animais apresentaram valores baixos, pois, Oliveira (2007), avaliou cabras Saanen em produção, para frequência respiratória obteve em média 99,7 min⁻¹.

A relação frequência respiratória e temperatura do ar está demonstrada na Figura 09. O aumento da frequência respiratória é gradativo, conforme a temperatura do ar vai aumentando. A principal via de perda de calor em ambiente quente é através dos mecanismos latentes, desta forma a evaporação respiratória se torna cada vez mais útil, juntamente com a evaporação cutânea, que é o meio mais importante dentro destas vias.

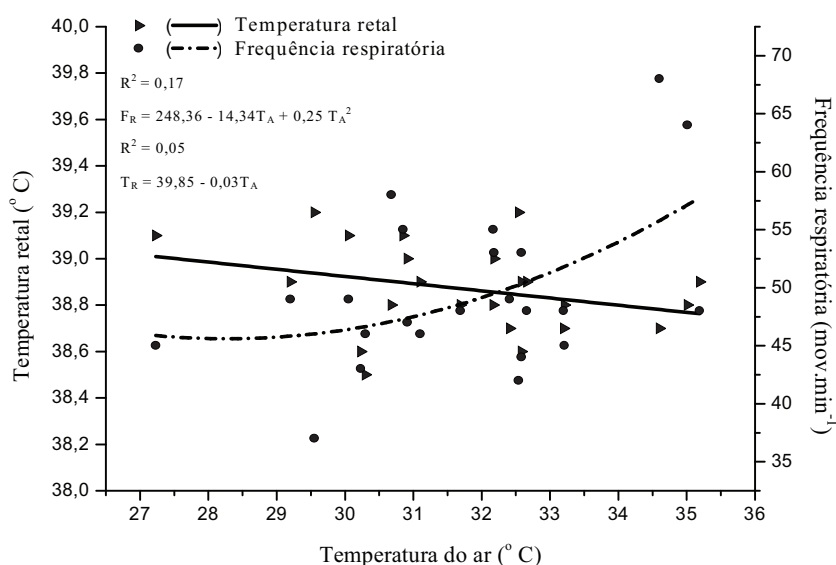


Figura 09: temperatura retal e frequência respiratória em função da temperatura do ar.

Estes resultados associados, entre temperatura retal e frequência respiratória, com manutenção de temperatura retal e frequência respiratória relativamente baixa, demonstram o quanto os caprinos SPRD são resistentes a temperatura do ar elevada, apresentando um mecanismo de termólise bastante eficiente.

5.2.2 – Temperatura da superfície cutânea e da bolsa escrotal

A temperatura da superfície cutânea apresentou média de $34,5 \pm 0,92$ °C, mínima de 33,4 °C e máxima de 36,2 °C. Observa-se que a temperatura da superfície cutânea apresenta relação diretamente proporcional a temperatura do ar (Figura 10).

A temperatura média da superfície da bolsa escrotal foi de $33,5 \pm 0,36$ °C, com mínima de 32,7 °C e máxima de 34,0 °C. Quando comparada as médias das temperaturas de superfície cutânea e a temperatura da superfície da bolsa escrotal (TSBE), a diferença foi de 1 °C, porém a TSBE apresenta discreta relação com a temperatura do ar (Figura 10). Pode-se observar que a TSBE se apresenta praticamente constante, demonstrando que o mecanismo de controle de temperatura deste órgão é bastante eficiente.

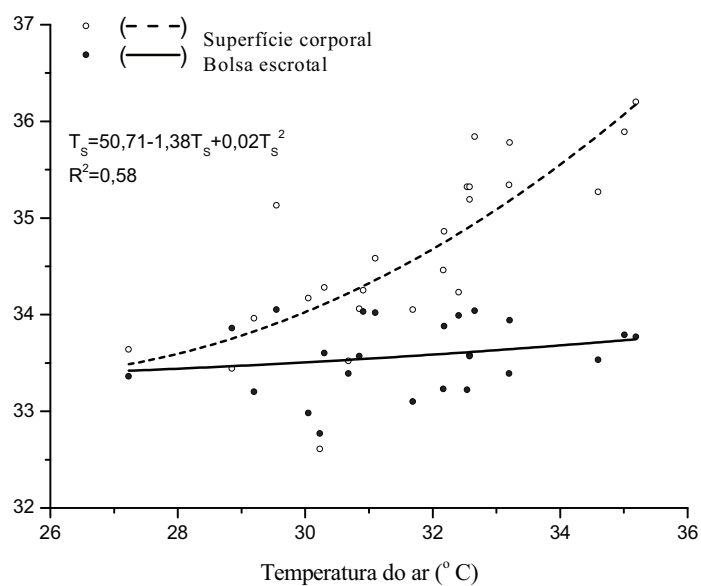


Figura 10: Temperatura de superfície corporal e da bolsa escrotal em função da temperatura do ar.

5.2.3 – Área de superfície da bolsa escrotal

Os resultados da área da bolsa escrotal, adquiridos a partir da fórmula “10”, para determinação desta através da biometria escrotal está disposto na Tabela 03. A área da superfície escrotal foi utilizada para calcular a sudção da bolsa escrotal.

Tabela 03: Áreas (m²) da bolsa escrotal de acordo com os animais utilizados no experimento.

Animal	Área (m ²)
Topete	0,0193
Aranha	0,0181
Fubá	0,0184
Somalis	0,0178
Malhado	0,0158
Mancha	0,0156
Café	0,011
Conde	0,0146
Moxotó	0,0149
Poodle	0,0139

5.2.4 – Perda de calor através das superfícies cutânea e da bolsa escrotal

A superfície cutânea apresentou uma perda média de $57,3 \pm 18,0 \text{ W.m}^{-2}$, com valores mínimo de $13,3 \text{ W.m}^{-2}$ e máximo de $90,5 \text{ W.m}^{-2}$. Estes valores estão bem abaixo daqueles encontrados por Oliveira (2007), onde a perda de calor por evaporação da superfície cutânea em cabras da raça Saanen foi de $71,5 \text{ W.m}^{-2}$.

Esta diferença pode estar ocorrendo pelo fato das cabras Saanen estarem em produção, assim o metabolismo das mesmas é maior do que os dos caprinos machos, fazendo com que haja maior necessidade de perder calor. Bem como a diferença de padrão racial, pois a raça Saanen é originária da Suíça onde há predominância de baixas temperaturas do ar, sendo, portanto, estes animais bastante sensíveis a elevação da temperatura ambiente. Já os caprinos SPRD apresentam uma tolerância as altas temperaturas presentes na região inter-tropical, e, por tanto, suportam a elevação da temperatura ambiente sem a necessidade de perder água para o ambiente, através da evaporação.

A perda de calor através da superfície cutânea apresentou relação diretamente proporcional à temperatura ambiente (figura 11). Demonstrando que este mecanismo é uma importante via de eliminação de calor para a manutenção da temperatura corpórea.

Quando a perda de calor através da superfície cutânea foi comparada com a umidade relativa do ar, observou-se que há uma relação inversamente proporcional (figura 12). Desta forma a evaporação é maior, quanto maior for a temperatura do ar e menor a umidade relativa do ar. Quanto menor a umidade relativa, menor será a pressão parcial de vapor, e maior será a capacidade da atmosfera em absorver vapor d'água.

A perda de calor através da evaporação na superfície da bolsa escrotal de caprino na região semi-árida é $49,4 \pm 15,0 \text{ W.m}^{-2}$, com valor mínimo de $23,1 \text{ W.m}^{-2}$ e máximo de $83,7 \text{ W.m}^{-2}$. Esta perda através da evaporação apresenta a mesma relação da evaporação da superfície cutânea em função da temperatura do ar e da umidade relativa.

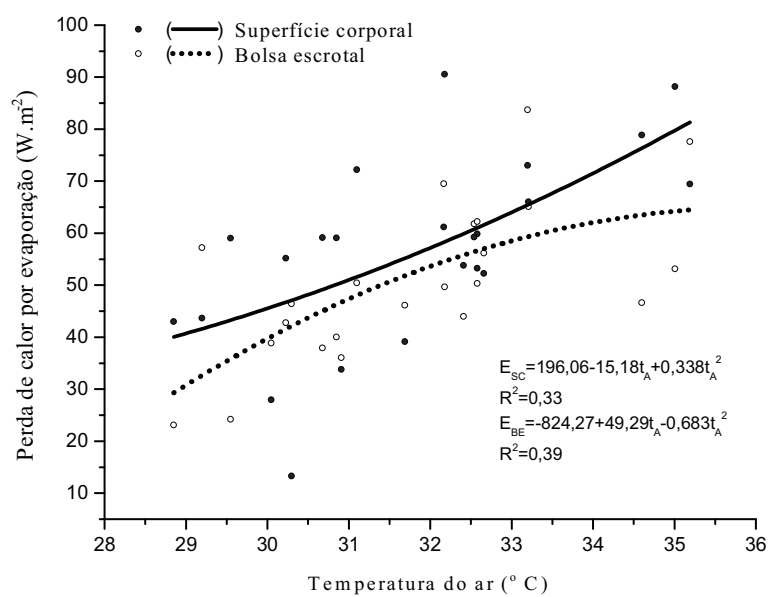


Figura 11: Perda de calor por evaporação das superfícies corporal e testicular em função da temperatura do ar.

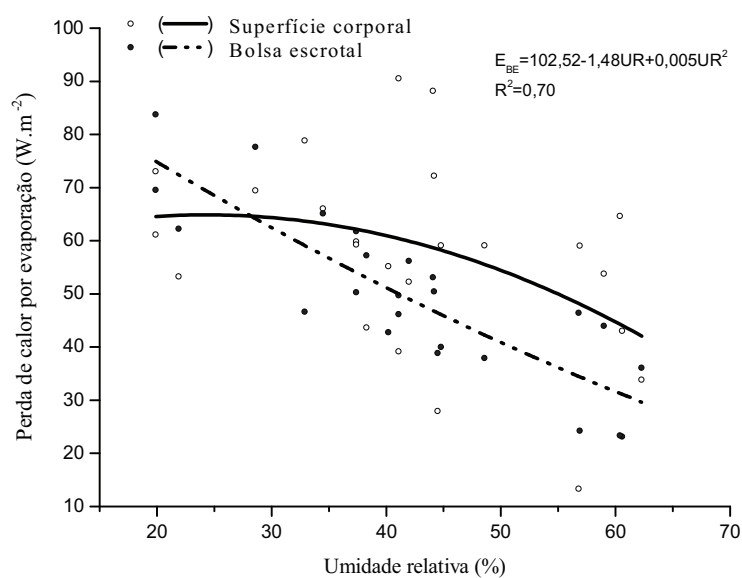


Figura 12: Perda de calor por evaporação das superfícies corporal e testicular em função da umidade relativa.

Pode-se observar, na figura 11 e 12, que a perda de calor por evaporação na bolsa escrotal em $W.m^{-2}$, tanto quando relacionada à temperatura do ar ou à umidade relativa, é menor do que a mesma na superfície cutânea. Desta forma, fica explícito que existe outra fonte de controle de temperatura neste órgão, que trabalha em conjunto para a manutenção da temperatura dos testículos.

Esta fonte pode ser o mecanismo de contracorrente, formado pelo plexo panpiniforme, onde o enovelamento das veias testiculares absorve o calor das artérias testiculares através da condução, fazendo com que o sangue chegue a este órgão com a temperatura mais baixa, quando comparado a temperatura corporal. O controle deste mecanismo pode ser realizado através de receptores de temperatura, que segundo Hafez (1995) podem proporcionar respostas que tendem a baixar a temperatura corpórea total. Segundo Almeida et al (2008), a origem, distribuição e localização das artérias testiculares são iguais para todos os ruminantes.

Assim, para que haja termorregulação testicular, a evaporação é um procedimento imprescindível, já que o aumento no fluxo tende a diminuir a dissipação do calor por condução através das veias e artérias, levando a um aumento da temperatura testicular promovendo danos aos espermatozóides. Outro fator que reforça a teoria do trabalho em conjunto para manutenção da temperatura testicular é que em trabalhos realizados com insulação escrotal, onde há impedimento de trocas por evaporação, como: Santos&Simplicio (2000), existe um aumento imediato e substancial da temperatura deste órgão, o que promove queda na quantidade e qualidade dos espermatozóides a curto e longo prazo.

5.2.5 – Relação das variáveis meteorológicas com as fisiológicas

A Tabela 04 demonstra a correlação entre variáveis meteorológicas e fisiológicas das superfícies cutâneas e da bolsa escrotal.

A temperatura do ar e do globo negro influenciam diretamente a temperatura da superfície cutânea, a evaporação na superfície cutânea e na bolsa escrotal. Porém não apresentam influência em relação à temperatura da superfície da bolsa escrotal. Demonstrando que os mecanismos termoregulatórios da bolsa escrotal agem de forma eficiente.

A irradiância solar não apresenta alta correlação com as com as variáveis temperatura da superfície cutânea e da bolsa escrotal, nem com a perda de calor através da evaporação na superfície e na bolsa escrotal. O que se deve ao fato do experimento ter sido realizado com os animais a sombra, sem exposição à radiação solar direta.

Tabela 04: Correlações das variáveis (ESCBE) evaporação da superfície cutânea da bolsa escrotal, (ESCSC) evaporação da superfície cutânea da superfície do corpo, (TSPSC) temperatura da superfície do pelame da superfície do corpo, (TSPBE) temperatura da superfície do pelame da bolsa escrotal, e as variáveis ambientais Irradiância solar (I_{solar}), temperatura do ar (T_A), (TGN) temperatura de globo Negro, (UR) Umidade relativa (%) e pressão parcial da água ($PPVAT_a$).

	I_{solar}	T_A	TGN	UR	$PPVAT_a$
ESCBE	0,320	0,704**	0,626**	-0,851**	-0,690**
ESCSC	0,373	0,508*	0,567**	-0,386	-0,236
TSPSC	0,514	0,771**	0,748**	-0,461*	-0,194
TSPBE	0,367	0,223	0,327	0,329	0,478*

* $P < 0,05$.

** $P < 0,01$.

As variáveis fisiológicas evaporação cutânea, temperaturas retal e de superfície e frequência respiratória foram analisadas de acordo com os 5 tratamentos (hora do dia), os 5 dias de coleta e os 5 grupos de animais, estão dispostas na Tabela 05. Os tratamentos apresentaram diferenças significativas para estas variáveis, assim como existe diferenças quanto aos dias de coleta.

Em relação aos animais estudados, o comportamento da temperatura de superfície e evaporação cutânea não apresentou diferença significativa, o que transmite maior credibilidade aos dados. Quanto às variáveis frequência respiratória e temperatura retal, houve diferenças significativas, mas estas se devem as diferentes respostas individuais.

As regiões do corpo apresentaram diferenças significativas entre a temperatura de superfície do corpo e a temperatura da superfície da bolsa escrotal, tanto entre as variáveis como de acordo com a hora do dia. Diferença que se deve a flutuação da temperatura do ar que modificou a temperatura da superfície cutânea e aos mecanismos termorregulatórios que foram capazes de manter a temperatura da superfície da bolsa escrotal constante.

Quanto à evaporação da superfície, pode se observar que houve diferença entre a evaporação da superfície do corpo e a evaporação da superfície da bolsa escrotal. Mas estas se comportaram de maneira semelhante ao longo das horas do dia fazendo com que não houvesse diferença significativa neste parâmetro.

Tabela 05 – Quadrados médios da ANOVA com respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV) e de determinação (R^2) das variáveis fisiológicas, perda de calor por evaporação cutânea (E_C , $W.m^{-2}$), temperatura da superfície corporal (T_S , °C), frequência respiratória (F_R , mov/min) e temperatura retal (T_R , °C).

Fonte de variação	E_C		T_S	F_R		T_R
	GL	QM		GL	QM	
Hora de coleta	4	1304,38*	2,43*	4	145,25*	0,02**
Dia de coleta	4	479,18**	0,67*	4	51,81*	0,07*
Animal	4	110,26	0,32	4	261,48*	0,11*
Região do corpo	1	721,46**	12,78*	-	-	-
Região do corpo (Hora de col.)	4	30,28	1,18*	-	-	-
Temperatura do ar	-	-	-	1	63,51*	0,02
Temperatura do globo negro	-	-	-	1	212,65*	0,01
Umidade relativa	-	-	-	1	16,78	0,01
Radiação solar	-	-	-	1	309,70*	0,08*
Resíduo	32	174,43	0,16	31	8,16	0,0098
Total	49	-	-	47	-	-
CV (%)	-	24,75	1,17	-	5,65	0,25
R^2	-	0,62	0,85	-	0,92	0,80

*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F. **Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. GL – graus de liberdade. QM – quadrados médios.

5.3 – CARACTERÍSTICAS DO SÊMEN

As amostras de sêmen colhidas no presente trabalho apresentaram uniformidade quanto aos aspectos macroscópicos. Estes apresentaram aspecto cremoso, coloração branca amarelada e odor *sui generis*.

Verificam-se na Tabela 06 as avaliações microscópicas das variáveis seminais. Os resultados apresentaram constância dentre os tratamentos (horas do dia).

A motilidade espermática apresentou média $94,58 \pm 0,68\%$, Motilidade Massal $4,2 \pm 0,15$, vigor $4,8 \pm 0,06$, concentração 10^6 spztz.mL⁻¹ e volume 1,2 mL. Estes resultados apresentam melhor qualidade, quando comparado aos resultados encontrados por Coelho et al (2006) 53,3% de motilidade, utilizando animais em câmeras climáticas e sob temperaturas aproximadas ao do presente trabalho. A diferença pode estar relacionada com a raça utilizada onde o autor utilizou a raça Saanen e a Parda Alpina. Siqueira et al (2009) 82,78% de motilidade, utilizando os animais da raça Toggenburg.

As amostras de sêmen coletadas estão caracterizadas como de boa qualidade para utilização dentro das biotécnicas reprodutivas, tais como monta natural, refrigeração e congelamento do sêmen.

Tabela 06 – Médias das variáveis motilidade espermática (%), motilidade massal, vigor, concentração espermática (10^6 sptz.mL⁻¹), volume do ejaculado (mL), porcentagem de células vivas, porcentagem de células normais, alterações primárias (%), alterações secundárias (%) e alterações totais (%) e respectivos erros padrão (EP).

Variável	N	Média ± EP
Motilidade espermática	25	94,58±0,61
Motilidade massal	25	4,2±0,15
Vigor	25	4,82±0,06
Concentração espermática	25	2498,9±175,89
Volume do ejaculado	25	1,19±0,07
Porcentagem de espermatozóides vivos	25	87,44±0,97
Porcentagem de espermatozóides normais	25	85,9±2,63
Alterações primárias	25	1,22±0,45
Alterações secundárias	25	11,08±1,93
Alterações totais	25	14,12±2,63

N = número de ejaculados avaliados.

A Tabela 7 está composta da análise de variância, onde os grupos foram comparados de acordo com o dia e com a hora de colheita de sêmen, apenas a concentração variou de acordo com o dia e o volume seminal apresentou diferença significativa em relação ao grupo de animais, o que era esperado devido as diferenças individuais entre os animais. As demais variáveis não apresentaram diferenças significativas quanto ao dia, animal coletado e hora de coleta, demonstrando total padronização e qualidade. Assim, estes resultados seguem o que foi observado quanto a temperatura da bolsa escrotal, que se manteve constante ao longo das horas do dia o que refletiu diretamente nas amostras coletadas.

Alves et al (2006) avaliando caprinos em regime de colheitas intensivo, concluiu que o regime de coleta intensivo afeta o desempenho sexual dos reprodutores, bem como o período longo de colheita e que preferencialmente estas devem ser realizadas no período da manhã. Porém de acordo com os resultados do presente estudo caprinos criados a sombra, realizando-se intervalos regulares de colheita de sêmen, o horário não influenciará na qualidade do sêmen destes reprodutores.

Tabela 07 - Quadrados médios da ANOVA com respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV) e de determinação (R^2) das variáveis seminais motilidade espermática, motilidade massal, vigor, concentração espermática e volume do ejaculado.

Fonte de variação		Motilidade espermática	Motilidade massal	Vigor	Concentração espermática	Volume do ejaculado
	GL			QM		
Tratamento	4	14,93	1,66	0,16	334506,50	0,12
Dia	4	10,66	0,46	0,16	2295040,25*	0,10
Animal	4	5,68	0,70	0,01	946276,50	0,41*
Resíduo	12	8,43	0,28	0,11	355081,92	0,03
Total	24	-	-	-	-	-
CV (%)	-	3,07	12,72	6,33	23,84	16,66
R^2	-	0,55	0,76	0,54	0,77	0,84

*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey. GL – graus de liberdade. QM – quadrados médios.

6 – CONCLUSÕES

A termorregulação da bolsa escrotal, de caprinos SPRD, à sombra, na Região Semi-Árida é realizada por uma associação de mecanismos, onde a perda de calor latente é responsável, em média, por $49,4 \text{ W.m}^{-2}$.

A diferença média entre a temperatura da superfície cutânea e a temperatura da bolsa escrotal é de $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

A qualidade do sêmen de caprinos SPRD criados a sombra não varia de acordo com a hora do dia.

Os caprinos SPRD criados a sombra na Região Semi-Árida podem ser utilizados para reprodução a qualquer hora do dia.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.M., ASSIS NETO, PENNO, A.C., A.K., CONDE JÚNIOR, A. M., MENEZES, D.J.A., PEREIRA, G.R., AZEVÊDO, L.M., CARVALHO, M.A.M., Testicular arteries systematization based on different levels of scrotal configuration in Caprines. **Ciência Rural**, v.38, n.5, ago, 2008.
- ALVES, D., PEÑA-ALFARO C. E., LEITE, S.V.F., NASCIMENTO S. B., SANTOS, F. C. B, BAKKE, O. A., Comportamento sexual de caprinos da raça bôer submetidos a regime intensivo de coleta de sêmen. **Agropecuária Científica no Semi-árido**, Patos, v.2, n.1, Set – Dez, 2006
- BAÊTA, F.C., SOUZA, C.F., **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 246p.
- CARMENATE, P.C.; GAMCIK, P. Effect of some climatic factors on the physical and morphological properties of ram semen. **Folia Veterinaria**, Kosice, v.26, n.1, p.65-75, 1982
- CARTER, E. D.: A review of proposals for, strenghtening agricultural and livestock research with special reference to a goat and sheep project for North - East Brazil. **Project report** Osmond: University Adelaide Gled Osmond, 1976. 20p.
- CBRA – Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. Belo Horizonte: CBRA. 1998, 53p
- CENA, K.; MONTEITH, J.L. Transfer processes in animal coats. III. Water vapour diffusion. **Proceedings the Royal Society of London B**. v.188, p.413-423, 1975
- CHEMINEAU, P. Sexual behaviour and gonadal activity during the year in the tropical Creole meat goat. II. Male mating behaviour, testis diameter, ejaculate characteristics and fertility. **Reproduction, Nutrition and Development**, Paris, v.26, n.2A, p.453-460, 1986.
- COELHO, L. A., SASA, A., NADER, C. E., CELEGUINI, E. C. C., características do ejaculado de caprinos sob estresse calórico em câmara bioclimática. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 4, p. 544-549, 2006
- DIAS, M. J., FERREIRA, R. N., OLIVEIRA FILHO, B. D., ORSINE, G. F., Sazonalidade da produção espermática de reprodutores caprinos. **Anais da escola de agronomia e veterinária**, v 25, p. 53-62, 1995
- Drapper NR, Smith H (1998) **Applied regression analysis**, 3rd edn. Wiley, New York
- ELWISHY, A.B.; ELSAWAF, S.A.; ELMIKKAWI, F.; OMAR, A.A. Monthly and seasonal variation in sexual activity of male Damascus goats. **Indian Journal of Animal Sciences**, New Delhi, v.41, n.7, p.562-569, 1971.
- FERNANDES, C. E., DODE, M. A. N., PEREIRA, D., SILVA, A. E. D. F., Effects of scrotal insulation in nellore bulls (*Bos Taurus indicus*) on seminal quality and its relationship with in vitro fertilizing ability. **Theriogenology**, v. 70, p. 1560-1568. 2008

- Freund RJ, Littell RC (2000) **SAS system for regression**, 3rd edn. SAS Institute, Cary, N.C.
- GABALDI, S. H., WOLF, A., A importância da termorregulação testicular na qualidade do sêmen em touros. **Ciências Agrárias**. FEA, adrenalina, v.2, n. 2, jul-dez, p. 66-70. 2002
- GONÇALVES H.C., SILVA, M.A., WECHSLER, F.S., RAMOS, A.A., PULZ, L.M., LOSI, T.C. Parâmetros e Tendência Genética da Produção de Leite de Cabra no Brasil. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.6, p.2204-2208, 2002
- HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. **Reprodução animal**. 7ª ed. São Paulo: Manole. 2004.
- HARDY, R.N. **Temperatura e vida animal**. (2a ed.), EPU/EDUSP, São Paulo-SP, 91 pp, 1981.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pecuária 2006 - **Rebanho caprino**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 22 mar. 2009.
- McARTHUR, A.J. Thermal interaction between animal and microclimate: a comprehensive model. **Journal of Theoretical Biology**. v.126, p.203-238, 1987.
- McARTHUR, A.J. Thermal interaction between animal and microclimate: a comprehensive model. **Journal of Theoretical Biology**. v.126, p.203-238, 1987.
- JOHNSON, H. D. **Bioclimatology and adaptation of livestock**. Amsterdam: Elsevier, 1987. 279 p
- 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 bulls. **Theriogenology**. v. 45, p. 935-942. 1995
- KASTELIC, J. P., COOK, R. B., COULTER, G. H., contribution of the scrotum and testes to scrotal and testicular thermoregulation in bulls and rams. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 108, p. 81-85 1996.
- LIGEIRO, E. C., MAIA, A. S. C., SILVA R. G., LOUREIRO, C. M. B., Perda de calor por evaporação cutânea associada às características morfológicas do pelame de cabras leiteiras criadas em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.2, p.544-549, 2006
- LIMA, R. A. S. Distribuição do rebanho caprino no Brasil nos anos 1995/96 e 2006. In.: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia. Rio Branco, XLVI, 2008. **Anais...** Acre: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2008. p. 1-10.
- LITTELL RC, FREUND RJ, SPECTOR PC (1991) **SAS System for linear models**. 3rd edn. SAS Institute, Cary, N.C.
- LU, C.D. Effects of heat stress on goat production. **Small Ruminant Research.**, vol. 2. p.151- 62. 1989

MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; BERTIPAGLIA, E.C.A. Environmental and genetic variation of the effective radiative properties of the coat of Holstein cows under tropical conditions. **Livestock Production Science**. v.92, p.307-315, 2005a.

MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; LOUREIRO, C.M.B. Respiratory heat loss of Holstein cows in a tropical environment. **International Journal of Biometeorology**. v.49, p.332-336, 2005b.

MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; LOUREIRO, C.M.B. Sensible and latent heat loss from the body surface of Holstein cows in a tropical environment. **International Journal of Biometeorology**. v.50, p.17-22, 2005c.

McARTHUR, A.J. Thermal interaction between animal and microclimate: a comprehensive model. **Journal of Theoretical Biology**. v.126, p.203-238, 1987.

MASON, I. L. Sheep and goat production in the drought polygon of Northeast Brazil. **World Animal Review**, Rome, v. 34, p. 23-28, 1980.

McDOWELL, R. E. **Bases biológicas de la producción animal em zonas tropicales**. 1.ed. Zaragoza: Acribia, 1974. 692p.

NEVES, J. P.; NUNES, J. F.; MORAES, J. C. F.; SOUZA, C. J. H.; SALGUEIRO, C. C. M.; ALMEIDA, J. L. Inseminação artificial em pequenos ruminantes. In: GONÇALVES, P. B. D., FIGUEIREDO, J. R., FREITAS, V. J. F. **Biotécnicas aplicadas à reprodução animal**. 2^a ed. São Paulo: Ed. Roca. 2008. 395 p.

PEZZINI, T. G., SARTORI, R., SILVA, T. A. S. N. S., McMANUS, C., MARIANTE, A. S. Características seminais de touros curraleiros e holandeses submetidos à insulação escrotal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n. 5, p. 863 – 868, maio. 2006

PINEDA, M.H., DOOLEY, M.P., **McDonald's Veterinary Endocrinology and Reproduction**, 5th Edition. ISBN: 978-0-8138-1106-2. Hardcover, 2008. 597 p.

RASOOLI, A., JALALI, M. T., NOURI, M., MOHAMMADIAN, B., BARATI, F., Effects of chronic heat stress on testicular structures, serum testosterone and cortisol concentrations in developing lambs, **Animal Reproduction Science**, v. 09 p.1-18, 2010

SANTOS, F. C. B., SOUZA, B. B., ALFARO, C. E. P., CEZAR, M. F., PIMENTA FILHO, E. C., ACOSTA, A. A. A., SANTOS, J. R. S., Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste brasileiro. **Ciência agrotec., Lavras**, v. 29, n 1, p. 142-149, jan/fev. 2005

SAS INSTITUTE. **User's guide: statistic**. Versão 6.12. Cary, USA: North Carolina State University, 1997. CD-ROM.

SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 2002. 265p.

SETCHELL BP. The mammalian Testis. The scrotum and thermoregulation. **Cornell University Press**, Ithica New York: 90 – 108. 1978.

SILVA, A. F.; COSTA, E. P.; OLIVEIRA, F. A.; TORRES, C. A. A.; HASS, G. T. S.; NASCIMENTO, V. A. Uso de dimetil-formamida associada ou não ao glicerol na criopreservação de sêmen caprino. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 35, p. 452-456, 2006.

SILVA, E. M. N. SOUZA, B. B., SILVA, G. A., CEZAR, M. F., SOUZA, W. H., BENÍCIO, T. M. A., FREITAS, M. M. S., avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. **Ciência agrotecnica de Lavras**, v. 30, n. 3, p. 516-521, maio/jun., 2006.

SILVA, R. G., **Biofísica Ambiental. Os Animais e seu Ambiente**. Jaboticabal: FUNEP, 2008, 393p

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. 1.ed. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.

SILVA, R. G., STARLING, J.M.C. Evaporação cutânea e respiratória em ovinos sob altas temperaturas ambientes. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, v. 32, n. 6. p. 1-6, 2003.

SIMPLÍCIO, A. A., FREITAS, V. J. de F., FONSECA, J. F., Biotécnicas da reprodução como técnica de manejo reprodutivo em ovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, n.2, p. 234-246. Abr./jun. 2007

SIMPLÍCIO, A.A., SANTOS, D.O. Manejo reprodutivo de caprinos para a produção de leite em regiões tropicais. **Ciência Animal**,v. 10, n.1, p. 13-27, 2000.

SIQUEIRA, A.P., SILVA FILHO, J.M., FONSECA, J.F., BRUSCHI, J.H., PALHARES, M.S., BORGES, A.M., BRUSCHI, M.C.M., PEIXOTO, M.P., ROSSI, R., Taxa de concepção de cabras inseminadas com sêmen caprino resfriado a 5oC, por 12 ou 24 horas, em meio diluidor à base de gema de ovo. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.61, n.1, p.66-71, 2009.

SOUSA, J. P. F.; BARBAS, J. P.; FERREIRA, G. M. B. C.; HORTA, A. E. M. Variação anual das características seminais em bodes da raça Serrana. **Rev. Port. Zootec.**, pp. 297-311, 2001.

SOUZA, E. D., SOUZA, B. B., SOUZA, W.H., CEZAR, M. F., SANTOS, J.R.S., TAVARES, G.P., Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente Térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semi-árido. **Ciênc. agrotec., Lavras**, v. 29, n. 1, p. 177-184, jan./fev. 2005

SOUZA, A. F., LEITÃO, M. C. G., BATISTA, A. M., PORTO, A. L. F., LIMA FILHO, J. L., GERRA, M. M. P., Proteína do plasma seminal de caprinos relacionadas com o índice pluviométrico e a qualidade do sêmen. **Ciência Rural**. Santa Maria, ISSN 0103-8478, 2008

SOUZA, B. B., SOUZA, E. D., CEZAR, M. F., SOUZA, W. H., SANTOS, J. R. S., BENÍCIO, T. M. A., Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. **Ciências Agrotecnicas de Lavras**, v. 32, n. 1, p. 275-280, jan./fev., 2008.

TRALDI, A.S., LOUREIRO, M.F.P.; CAPEZUTTO, A. MAZORRA, A.L.. Métodos de controle da atividade reprodutiva em caprinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, p. 254-260, 2007.

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.