



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**TOLERÂNCIA AO CALOR EM OVINOS REPRODUTORES CRIADOS NO  
DISTRITO FEDERAL**

**CARLOS ALBERTO DA CRUZ JÚNIOR**

**TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS**

**BRASÍLIA/DF  
DEZEMBRO DE 2011**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**TOLERÂNCIA AO CALOR EM OVINOS REPRODUTORES CRIADOS NO  
DISTRITO FEDERAL**

**CARLOS ALBERTO DA CRUZ JÚNIOR**

**PROFA. DRA. CAROLINA MADEIRA LUCCI  
ORIENTADORA**

**COORIENTADORA (UFRGS – CIÊNCIAS ANIMAIS)  
Dra. CONCEPTA MARGARET McMANUS PIMENTEL**

**TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS**

**PUBLICAÇÃO: 52D/2011**

**BRASÍLIA/DF  
DEZEMBRO DE 2011**

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

DA CRUZ JÚNIOR, C. A. **Tolerância ao calor em ovinos reprodutores criados no Distrito Federal**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2011, 99 p. Tese de Doutorado.

Documento formal, autorizando a reprodução desta tese de doutorado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. O autor e orientador reservam para si outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor e seu orientador. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

### FICHA CATALOGRÁFICA

DA CRUZ JÚNIOR, Carlos Alberto. **Tolerância ao calor em ovinos reprodutores criados no Distrito Federal**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2011 99p. Tese (Doutorado em Ciências Animais). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2011.

1.Calor. 2.Tolerância. 3.Ovinos. 4.Adulto. 5. Distrito Federal  
I. Lucci, C. M. II. Dra.

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**TOLERÂNCIA AO CALOR EM OVINOS REPRODUTORES CRIADOS NO  
DISTRITO FEDERAL**

**CARLOS ALBERTO DA CRUZ JÚNIOR**

**TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA AO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIAS ANIMAIS, COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO  
GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS ANIMAIS.**

**APROVADA POR:**

---

**Carolina Madeira Lucci, Dra. (Universidade de Brasília-UnB).  
ORIENTADORA**

---

**Sérgio Lúcio Salomon Cabral Filho, Dr. (Universidade de Brasília-UnB).  
EXAMINADOR INTERNO**

---

**Samuel Rezende Paiva, Dr. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia )  
EXAMINADOR INTERNO**

---

**Carlos Frederico Martins, Dr. (Embrapa Cerrados)  
EXAMINADOR EXTERNO**

---

**Alexandre Floriani Ramos, Dr. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia)  
EXAMINADOR INTERNO**

**BRASÍLIA/DF, 14 de DEZEMBRO de 2011.**

“Entrega o teu caminho ao Senhor; confia nele, e ele tudo fará”. (Salmos 37:5)

À minha amada esposa Isabela e meus lindos filhos Mateus e Gabriel.

## AGRADECIMENTO

Agradeço à Universidade de Brasília (Unb) pela oportunidade de realizar esse curso de pós-graduação;

À Finatec, ao CNPq (INCTIGS) e à Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF), pelo financiamento e pelas bolsas;

À Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, pela disponibilização de infraestrutura no Campo Experimental da Fazenda Sucupira;

Aos Laboratórios de Reprodução Animal da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Parque Estação Biológica - Prédio da Biotecnologia - Brasília-DF por disponibilizar o uso do CASA.

Ao UniCEUB pela oportunidade e incentivo para realização do doutorado bem como pela disponibilização de materiais e infra-estrutura;

Ao Centro de Manejo de Ovinos – CMO da Universidade de Brasília, em nome do Professor Sérgio Lúcio Salomon Cabral Filho, por ter cedido os animais e alimentação para o período experimental;

Ao Hospital Veterinário de Grandes Animais do Distrito Federal pela instalação dos animais e a equipe médica de residentes e professores pelo apoio técnico durante o experimento.

Aos Professores Dr. Cristiano Barros de Melo e Dr. Francisco Ernesto Moreno Bernal por coordenarem o programa de pós-graduação em Ciências Animais da UnB com excelência;

À minha orientadora Professora Dra. Carolina Madeira Lucci por toda confiança, compreensão, amizade, paciência, boa vontade e conselhos ao longo da realização dessa tese e vida acadêmica de pós-graduação;

A minha co-orientadora Dra. Connie McManus pela amizade, por todos os artigos, sugestões, materiais enviados e sua extrema prontidão em retirar dúvidas;

A todos os meus professores, que ao longo desse curso, mostraram conhecimento, simpatia e sabedoria na transmissão do conteúdo programático de cada disciplina;

Aos colegas e discentes da Universidade de Brasília, Sérgio Morais, Michelle Araujo, Denise Caldeira, Fernanda Paulini e Alessandra Ferreira pelo auxílio na coleta de dados.

Ao Tratador “Japão” pela disposição em auxiliar nas atividades de lida diária no campo com os animais;

Agradeço aos meus pais por todo o amor e dedicação que sempre tiveram por mim, por terem sempre me incentivado a fazer o que eu sonhava e por terem me ensinado o valor do estudo e do conhecimento. Com certeza tudo que eu sou e tenho hoje é graças a vocês;

Ao meu irmão Pedro por acreditar na ciência médica e valorizar a profissão do veterinário.

A minha querida esposa, amiga, companheira, Isabela, por todo o amor que sempre teve por mim e por todo o apoio e estímulo na realização desse (e de vários outros) trabalho. E também, é claro, pelos nossos filhos Mateus e Gabriel que se tornaram a razão de nossas vidas.

A minha professora na arte do ofício Magda Verçosa que sempre acreditou nos meus potenciais, me incentivou e faz parte dessa vitória;

A todos os meus amigos do Labocien pelo respeito, amizade e carinho;

Aos amigos de doutorado e mestrado que sempre sustentaram os trabalhos de campo, em especial a Amiga Adriana Morato, que sempre esteve ao meu lado nos momentos de maiores dificuldades;

A todas as pessoas que contribuíram para a conclusão desse trabalho.

## ÍNDICE

|  |     |
|--|-----|
| RESUMO   | XI  |
| ABSTRACT   | XII |
| ÍNDICE DE TABELAS E FIGURAS  | XII |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS   | XV  |
| <b>CAPÍTULO 1</b>  |     |
| 1 INTRODUÇÃO   | 1   |
| 1.1 Problemática e Relevância  | 3   |
| 1.2 Objetivos  | 5   |
| 1.2.1 Objetivo Geral   | 5   |
| 1.2.2 Objetivos Específicos  | 5   |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA  | 6   |
| 2.1 Estresse   | 6   |
| 2.2 Condições Ambientais   | 7   |
| 2.3 Biometria Corporal   | 7   |
| 2.4 Temperatura Retal, Frequência Respiratória e Frequência Cardíaca   | 8   |
| 2.5 Pele e pêlos   | 10  |
| 2.6 Termorregulação Testicular   | 11  |
| 2.7 Insulação Escrotal   | 13  |
| 2.8 Análise de Sêmen Assistida por Computador (CASA)   | 14  |
| 2.9 Termografia Infravermelha  | 15  |
| 2.10 Raças Naturalizadas e Exóticas  | 17  |
| 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS   | 20  |
| <b>CAPÍTULO 2</b> Características Corporais de ovinos reprodutores associadas com a adaptação ao calor no Distrito Federal |     |
| RESUMO   | 31  |
| ABSTRACT   | 31  |
| 1 INTRODUÇÃO   | 32  |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS   | 33  |
| 2.1 Animais e local do experimento   | 33  |
| 2.2 Parâmetros fisiológicos e biometria  | 35  |
| 2.3 Caracterização de pele e pelo  | 34  |
| 2.4 Temperatura infravermelho  | 35  |



|  |    |
|--|----|
| 2.5 Termografia  | 35 |
| 2.6 Morfometria testicular   | 35 |
| 2.7 Delineamento Estatístico   | 36 |
| 2.8 Aprovação do Comitê de ética   | 36 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO   | 37 |
| 4 CONCLUSÕES   | 48 |
| 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS   | 49 |
| <b>CAPÍTULO 3</b> Análise Multivariada para Características corporais associadas com a adaptação ao calor em reprodutores ovinos no Distrito Federal |    |
| RESUMO   | 53 |
| ABSTRACT   | 53 |
| 1 INTRODUÇÃO   | 54 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS   | 55 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO   | 56 |
| 3.1 Análise de fatores   | 56 |
| 3.2 Diagrama de árvore   | 60 |
| 3.3 Discriminantes   | 62 |
| 3.4 Média Canônica   | 63 |
| 4 CONCLUSÕES   | 68 |
| 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS   | 69 |
| <b>CAPÍTULO 4</b> Efeitos da insulação em testículos de reprodutores ovinos no Distrito Federal  |    |
| RESUMO   | 72 |
| ABSTRACT   | 72 |
| 1 INTRODUÇÃO   | 73 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS   | 74 |
| 2.1 Insulação  | 75 |
| 2.2 Morfometria Testicular   | 75 |
| 2.3 Termografia  | 75 |
| 2.4 Concentração e patologia espermáticas  | 76 |
| 2.5 Motilidade espermática   | 76 |
| 2.6 Avaliação de integridade da membrana plasmática e acrossoma.   | 76 |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.7 Análise Estatística                   | 77        |
| <b>3 RESULTADOS</b>                       | <b>78</b> |
| 3.1 Morfometria Testicular                | 78        |
| 3.2 Termografia                           | 80        |
| 3.3 Concentração e motilidade espermática | 82        |
| 3.4 Patologia Espermática                 | 86        |
| 3.5 Integridade Espermática               | 87        |
| <b>4 DISCUSSÃO</b>                        | <b>89</b> |
| <b>5 CONCLUSÕES</b>                       | <b>94</b> |
| <b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>       | <b>95</b> |
| <b>CAPÍTULO 5</b>                         |           |
| 1 CONSIDERAÇÕES FINAIS                    | 99        |

## RESUMO

Para que os ovinos possam expressar o seu potencial genético para a produção e reprodução, devem se encontrar em ambientes com condições climáticas situadas na zona de termoneutralidade, entretanto, nas últimas décadas tem ocorrido a introdução de raças exóticas especializadas na produção de carne nos plantéis do Distrito Federal, as quais são mantidas em sistema de criação extensivos sob desafio do calor intenso e baixa umidade relativa do ar. Este estudo utilizou reprodutores puros (registrados na associação brasileira de criadores de ovinos – ARCO), clinicamente saudáveis, de seis raças (Santa Inês, Bergamácia, Dorper, Texel, Ile de France e Hampshire Down) com os objetivos de avaliar as características relacionadas à tolerância ao calor e as correlações existentes entre elas; associar características físicas com as respostas fisiológicas, determinar quais características ligadas à tolerância ao calor são capazes de separar as raças e indivíduos e demonstrar os efeitos provocados pelo calor consecutivo e longo (7 dias) no escroto e testículos. Os resultados mostram que as características climáticas da região do Distrito Federal exerceram influência na termorregulação das raças estudadas sendo recomendado considerá-las quando da escolha de raças para cruzamentos e composição dos rebanhos locais. Entre as características fisiológicas estudadas, a frequência respiratória apresentou-se melhor que a frequência cardíaca e temperatura retal para explicar alterações fisiológicas causadas pelo estresse térmico. A região da soldra demonstrou ser a melhor área para aferição da temperatura corpórea irradiada. A luminosidade de pelo e da pele influenciam mais na termorregulação do que as características de tonalidade. Das medidas testiculares o perímetro escrotal influencia mais a capacidade de termorregulação do que espessura, largura e comprimento testicular. O diagrama de árvore mostrou clara distância entre as raças, não havendo diferença entre a Santa Inês e Bergamácia, sendo essas raças localmente adaptadas menos sensíveis ao estresse térmico. A insulação escrototesticular provocou redução nos valores das características analisadas, azoospermia e retorno aos padrões de pré-insulação, o que demonstra reversibilidade ao insulto térmico.

**Palavras-chave:** raças exóticas, estresse térmico, análise multivariada, insulação.

## ABSTRACT

For sheep to express their genetic potential for production and reproduction, they should be reared in their thermoneutral Zone. However, in recent decades, exotic breeds, specialized in meat production, have been introduced into farms in the Federal District. These are kept in extensive rearing system and challenged with intense heat and low humidity. This study used purebred rams (registered association in Brazilian sheep farmers - ARCO), clinically healthy, from six breeds (Santa Ines, Bergamasca, Dorper, Texel, Ile de France and Hampshire Down) with the objective of evaluating characteristics related to heat tolerance and correlations between them; associate physical characteristics with physiological responses, determine which heat tolerance traits are capable of separating the breeds and individuals as well as demonstrate the effects caused by heating on the scrotum and testicles. The results show that the climatic characteristics of the Federal District region had an influence on the thermoregulation of the breeds studied and recommend that these should be considered when selecting breeds for crossbreeding and composition of local herds. Among the physiological characteristics studied, respiratory rate was better than heart rate and rectal temperature to explain the physiological changes caused by thermal stress. The groin proved to be the best area for measurement of radiated body temperature. The luminosity of the skin affected thermoregulation more than its tone. The Scrotal circumference was more important than individual thickness, width and length of the testis. The tree diagram shows a clear separation between the breeds, with no difference between the Santa Ines and Bergamasca, these locally adapted breeds being less sensitive to thermal stress. Scrototesticular insulation caused reduction in the values of the characteristics analyzed, azoospermy, but there was a return to pre-insulation standards, which demonstrated reversibility of the thermal insult.

**Keywords:** exotic breeds, thermal stress, multivariate analysis, insulation.

## ÍNDICE DE TABELAS E FIGURAS

| <b>Tabelas e Figuras</b> | <b>Página</b>  |
|--------------------------|--|
| <b>Capítulo 2</b>        |  |
| Tabela 2.1               | Médias dos dados climatológicos pela manhã e tarde durante os dias experimentais. 34   |
| Tabela 2.2               | Médias das medidas corporais relativas às raças estudadas. 38  |
| Tabela 2.3               | Valor médio dos parâmetros fisiológicos relativos às raças estudadas. 39   |
| Tabela 2.4               | Médias dos componentes de pelo e pele relativas às raças estudadas. 40   |
| Tabela 2.5               | Médias dos níveis de pigmentação de pelo e pele relativos às raças estudadas, utilizando o método CIELa*b*. 42   |
| Tabela 2.6               | Média dos valores de temperatura (°C) corpórea aferida com termômetro de infravermelho e termografia relativas às raças estudadas. 47  |
| Tabela 2.7               | Média dos valores de características do escroto e testículo relativas às raças estudadas. 47   |
| <b>Capítulo 3</b>        |  |
| Figura 3.1               | Representação gráfica dos dois primeiros autovetores das características biométricas e escrototesticular, em ovinos reprodutores criados no Distrito Federal. 59   |
| Figura 3.2               | Representação gráfica dos dois primeiros autovetores das características fisiológicas e temperaturas corporais, em ovinos reprodutores criados no Distrito Federal. 61   |
| Figura 3.3               | Representação gráfica dos dois primeiros autovetores das características de pele e pelo, em ovinos reprodutores criados no Distrito Federal. 62  |
| Figura 3.4               | Diagrama de árvore com as distâncias Euclidianas entre as raças de reprodutores ovinos estudadas. 64   |
| Tabela 3.1               | Porcentagem de animais classificados em cada raça utilizando as características frequência respiratória, frequência cardíaca e temperatura retal, temperaturas infravermelhas na garupa, pescoço, soldra e temperaturas aferidas com termógrafo na linha do cérebro, focinho, pescoço, axila, garupa, soldra. 65 |
| Tabela 3.2               | Porcentagem de animais classificados em cada raça utilizando as características temperaturas testiculares aferidas com o termógrafo e infravermelho bem como as características morfométricas escrototesticulares, e temperatura aferida com infravermelho em T12. 66  |
| Figura 3.5               | Representação gráfica para média canônica das características estudadas. 67  |

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| Figura 3.6        | Representação gráfica da média canônica para biometria corporal por raça estudada.  | 68 |
| Figura 3.7        | Representação gráfica da média canônica para características de pelo e pele por raça estudada.  | 69 |
| Figura 3.8        | Representação gráfica da media canônica para características escrototesticulares por raça estudada.   | 70 |
| <b>Capítulo 4</b> |   |    |
|                   |   | 81 |
| Tabela 4.1        | Média dos parâmetros da morfologia testicular (cm) relativos às raças estudadas no período de pré-insulação.  |    |
| Figura 4.1        | Imagem fotográfica representativa dos escrotos edemaciados imediatamente após a retirada da fralda utilizada para insulação.  | 82 |
| Figura 4.2        | Média dos valores de morfometria escrototesticular (%) durante as semanas experimentais para cada raça estudada.  | 82 |
| Tabela 4.2        | Média dos valores de temperatura (°C) obtidas no termograma testicular relativos às raças estudadas obtidas no período de pré-insulação.  | 84 |
| Figura 4.3        | Média dos valores de temperatura (°C) nos pólos testiculares (norte, sul, oeste, leste, central) da fase posterior do testículo nas raças estudadas, obtidas no termograma testicular durante as semanas experimentais. | 85 |
| Tabela 4.4        | Média dos valores de concentração e motilidades espermáticas relativos às raças estudadas no período de pré-insulação.  | 86 |
| Figura 4.4        | Média dos valores percentuais de concentração e motilidade espermática durante as semanas experimentais.  | 87 |
| Tabela 4.5        | Médias dos valores de parâmetros de motilidade espermática avaliados por CASA relativos às raças estudadas no período de pré-insulação.   | 88 |
| Tabela 4.6        | Média dos valores percentuais de morfologia espermática relativos às raças estudadas.   | 89 |
| Tabela 4.7        | Média dos valores percentuais de integridade do acrossoma e membrana plasmática relativos às raças estudadas no período de pré-insulação.   | 90 |
| Figura 4.5        | Média dos valores percentuais de integridade de membrana plasmática e acrossomal durante as semanas experimentais nas raças estudadas.  | 91 |

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

> - maior

< - menor

µm/s – micrometros por segundo

% - por cento

“+a\*” - pigmentos vermelho

“-a\*” - pigmento verde

AC - altura da cernelha

ACCOMIG - Associação dos Criadores de Caprinos e Ovinos de Minas Gerais

ALH - Amplitude de deslocamento lateral da cabeça

am – antes do meio dia

ARCO - Associação Brasileira de Criadores de Ovinos

“+b\*” - pigmento amarelo

“-b\*” - pigmento azul

BCF - Frequência de batimento flagelar cruzado

°C – Grau Celsius

CASA - Análise de Sêmen Assistida por Computador

CC - comprimento do corpo

CIE - Comission International de L'Eclairage

cm - centímetro

cm<sup>2</sup> – centímetro quadrado

CT - comprimento testicular

EP - espessura da pele

EPC - espessura da capa de pêlos na cernelha

EPG - espessura da capa de pêlos na garupa

EPT12 - espessura da capa de pêlos na vértebra torácica 12

ET - espessura testicular

et al. – e colaboradores

°F – graus Fahrenheit

FC - frequência cardíaca

FR - frequência respiratória

GMD - ganho médio diário

“H” – tonalidade

Hz - Hertz

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia  
ITU - índice de temperatura e umidade  
Kg - quilograma  
“L” – luminosidade  
LIN - Linearidade  
LPHSI - Livestock and Poultry Heat Stress Indices  
LT – largura  
ml – microlitro  
mm - milímetro  
mov/min – movimentos por minuto  
NDT – nutrientes digestíveis totais  
NPE - nível de pigmentação da epiderme  
NPP - nível de pigmentação do pêlo  
ns- não significante  
O – oeste  
P - peso  
PC - perímetro da canela  
PE - perímetro escrotal  
pH – potencial hidrogeniônico  
pm – pós meio dia  
PT - perímetro torácico  
S - sul  
SAS - Statistical Analysis System  
seg – segundos  
STR - Retilinearidade  
Ta – temperatura ambiente  
TECT - temperatura escroto região central termografia  
TEIV - temperatura escroto infravermelho  
TELT - temperatura escroto pólo leste termografia  
TENT - temperatura escroto pólo norte termografia  
TEOT - temperatura escroto pólo oeste termografia  
TEST - temperatura escroto pólo sul termografia  
TGIV - temperatura garupa infravermelho



Tmax - temperatura máxima

Tmin - temperatura mínima

TPiV - temperatura pescoço infravermelho

TR - temperatura retal

TSiV - temperatura soldra infravermelho

TTax - temperatura termografia da axilia

TTARCorp - temperatura média termografia na parte lateral do corpo

TTchao - temperatura média termografia na área do chão frontal ao animal

TTchao2 - temperatura média termografia na área do chão da parte lateral do animal

TTGar - temperatura termografia da garupa

TTLiCer - temperatura média termografia na linha do cérebro

TTLifoc - temperatura média termografia na linha do focinho

TTLipesc - temperatura média termografia na linha do pescoço

TTSoldra - temperatura termografia da soldra

TT12IV - temperatura vértebra torácica 12 infravermelho

UR - Umidade Relativa

VAP - Velocidade média da trajetória

VCL - Velocidade Curvilínea

VSL - Velocidade linear progressiva

## CAPÍTULO 1

### **1 INTRODUÇÃO**

Os ovinos são animais homeotérmicos e mantêm a temperatura corporal estável dentro de certos limites de temperatura ambiente (Silva, 2000). Segundo Robertshaw (2006), a temperatura retal dos ovinos pode variar de 38,3 a 39,9°C. Quando o ganho de calor é mais elevado do que a perda, ocorre um aumento da temperatura corporal podendo ocorrer a hipertermia. A hipertermia se deve, principalmente, à elevada temperatura ambiente e à intensa radiação solar direta (Baccari Jr., 2001).

Os vários mecanismos termorregulatórios consistem em uma série de ajustes fisiológicos, que servem para estabelecer o estado térmico estacionário no nível da temperatura corporal normal e que, conseqüentemente, se esforçam para manter a igualdade em ganho e perda calórica (Andersson & Jónasson, 1996). A amplitude para que tais ajustes sejam requeridos é altamente dependente da temperatura externa (Andersson & Jónasson, 1996). Deste modo, para que os animais possam expressar o seu potencial genético para a produção, devem se encontrar em ambientes com condições climáticas situadas na zona de termoneutralidade.

A zona de termoneutralidade ou zona de conforto térmico é uma amplitude de variação da temperatura ambiental, dentro da qual os animais apresentam metabolismo mínimo, sem demonstrar qualquer sintoma de desconforto térmico (Blingh & Johnson, 1973). É limitada em ambos os extremos pela temperatura crítica inferior e temperatura crítica superior, respectivamente (Silva, 2000). Dentro da zona de termoneutralidade a regulação da temperatura é atingida apenas por processos físicos não evaporativos (Blingh & Johnson, 1973). Nestas condições, o gasto de energia para a manutenção do animal ocorre em nível mínimo, não havendo desvio de energia para manter o equilíbrio fisiológico (Costa, 2007). Quando a temperatura ultrapassa a temperatura crítica superior o organismo entra em estresse de calor.

O aumento na frequência respiratória é o primeiro sintoma visível do animal em estresse por calor (Ferreira, 2005). Arruda et al. (1984) afirmam que os ovinos utilizam com mais intensidade o processo respiratório para manter a temperatura corporal. Segundo Quesada et al. (2001), quando os ovinos são expostos a temperaturas

acima de 35°C, a perda de calor via respiração chega a 60% do calor total perdido. Segundo Silanikove (2000), a taxa de respiração pode quantificar a severidade do estresse pelo calor em ruminantes, em que uma frequência respiratória de 40 – 60, 60 – 80 e 80 – 120 movimentos por minuto caracterizam, respectivamente, estresse baixo, médio-alto e alto, e acima de 200 movimentos por minuto o estresse seria severo em ovinos.

A frequência cardíaca reflete principalmente a homeostase da circulação sanguínea e o metabolismo corpóreo geral (Marai et al., 2007). Ocorre aumento da taxa quando o animal é submetido a ambientes com altas temperaturas (Aboul-Naga, 1987). Com isso aumenta o fluxo sanguíneo a partir do interior do animal para a superfície com o objetivo de possibilitar maior chance para o calor ser perdido por meios sensíveis (perda por convecção, condução e radiação) e insensíveis (perda de água por difusão a partir da pele). Geralmente, na vasta amplitude de temperaturas ambientes que compõem a zona termoneutra, os ovinos mantêm o equilíbrio térmico através do controle vasomotor, regulando a quantidade de sangue que flui através dos vasos cutâneo, por meio de vasodilatação ou vasoconstrição. A vasodilatação estimula o centro pilomotor para alisar a capa de pêlo e permitir assim uma melhor dissipação de calor através de condução, convecção e radiação (meio sensível). Além disso, parte do calor é perdida por evaporação (através dos pulmões e pela transpiração) e também a partir da superfície do corpo como resultado da difusão da água através da pele, como transpiração insensível. Com o aumento da temperatura ambiente, a taxa de pulso, bem como a circulação de sangue, aumentam para transferir o calor interno para a periferia (Marai et al., 2007).

A pele dos mamíferos é um caminho importante para a troca de calor entre a superfície do corpo e o ambiente. A temperatura da pele é o resultado do ajuste do fluxo sanguíneo da pele, que termina com a regulação do calor entre o interior do corpo e pele (Habeeb et al., 1992). Pode-se afirmar que a temperatura da pele dos ovinos difere de acordo com a estação do ano e hora do dia, tornando-se maior com a elevação da temperatura ambiente. Na exposição por curto período à elevada temperatura observa-se aumento na dissipação do excesso de calor corporal, a fim de equilibrar a carga de calor excessivo. A dissipação do calor corporal em excesso é realizada pela evaporação da água no trato respiratório pela taquipnéia e superfície da pele pela transpiração. No entanto, nos ovinos a evaporação pela respiração ofegante se

torna o caminho mais importante para dissipação de calor, haja vista que a sudorese em ovinos é muito menos eficaz, devido à presença da capa de lã. Quando a temperatura ambiente supera os 36 °C, as orelhas e as pernas das ovelhas dissipam uma alta proporção do calor (Marai et al., 2007).

Na região centro-oeste do Brasil, o sistema de exploração ovina predominante é o extensivo, onde matrizes e reprodutores ficam em pastos com escassez de sombra, expostos a forte radiação solar e, em especial no Distrito Federal, somam-se à radiação solar os baixos índices de umidade relativa do ar na estação seca, que vai do final de março ao início de outubro, havendo assim os animais, que dispõem de mecanismos fisiológicos para dissipar o calor absorvido por meio da radiação. Assim sendo, a tolerância ao calor e a adaptabilidade a ambientes tropicais e subtropicais são fatores muito importantes na produção ovina (Barbosa et al., 1995), devendo o animal em condições tropicais adversas possuir características anátomo-fisiológicas compatíveis com as condições ambientais a fim de expressar todo o seu potencial genético.

### **1.1 Problemática e relevância**

A preocupação sobre a adaptação dos animais ao calor é pertinente e atual, em face do problema maior que afeta todos os seres do planeta, o aquecimento global. As mudanças no clima podem intensificar o estresse térmico em decorrência de alterações no balanço de energia térmica entre o animal e o ambiente, o qual é influenciado pelos fatores ambientais (radiação, temperatura, umidade relativa e velocidade do vento) e mecanismos de termorregulação (condução, radiação, convecção e evaporação) (Sirohi & Michaelowa, 2007). Assim, quaisquer alterações nesses fatores podem modificar a zona de termoneutralidade e provocar desconforto para o animal.

As mudanças nas funções biológicas de ovinos devido ao estresse térmico incluem a depressão na alimentação (consumo e utilização), distúrbio no metabolismo da água, energia, proteína e minerais, reações enzimáticas, secreções hormonais e metabólitos do sangue (Habeeb et al, 1992; Marai et al, 2000, 2003, 2004, 2006), ocasionando diminuição do peso corporal, ganho médio diário de peso, sólidos totais e taxa de crescimento corporal, bem como prejuízos na reprodução (Marai et al., 1995, 1997abc, 2000; Shelton, 2000; Abdel-Hafez, 2002).

Além do aquecimento global, nas regiões tropicais, tem-se procurado a melhoria da produtividade dos ovinos por meio da forma que parece ser a mais simples: a introdução de raças com bom desempenho em outras regiões (Sousa & Morais, 2000). Produtores de vários países em desenvolvimento decidiram estabelecer programas de melhoramento por meio do intenso cruzamento com raças exóticas altamente produtivas, desenvolvidas para os países de clima temperado. Muitos desses programas falharam, já que os animais introduzidos apresentaram índices produtivos menores do que os animais naturalizados (Mariante & Egito, 2002).

Como fator de estímulo ao incremento da ovinocultura no Distrito Federal, tem-se a alta atratividade e potencial de mercado, considerando o nível de renda per capita e o mix populacional composto por muitos habitantes originários das regiões Nordeste e Sul, em tese mais habituados ao consumo de carnes de cabrito e de cordeiro (Souza, 2006). O rebanho ovino do Distrito Federal em 2009 era de 21.000 animais (IBGE, 2009). No ano de 2010, foram implementados dois estabelecimentos industriais com fiscalização permanente para o abate de caprinos e ovinos que abateram 7,89 toneladas de animais (SEAPA, 2010).

De acordo com McManus et al. (2005), o estabelecimento de um sistema de criação economicamente viável em determinada região requer a escolha de raças ou variedades que sejam adequadas às condições ambientais locais. É notória a introdução, no Distrito Federal, de raças exóticas como a Hampshire Down, Ile de France, Texel, e, mais recentemente, a Dorper, especializadas, principalmente, na produção de carne. Essas raças carecem de um sistema de produção coerente com suas potencialidades, assim como de programas de seleção que proporcionem às suas progênes uma avaliação produtiva, com critérios de seleção semelhantes àqueles utilizados nos seus países de origem (Gouveia et al., 2006).

Como o estresse por calor pode afetar significativamente a vida produtiva e reprodutiva dos ovinos (Veríssimo et al., 2009), torna-se importante conhecer a resposta fisiológica de ovinos adultos ao calor criados nas condições ambientais do Distrito Federal como forma de embasamento técnico à exploração ovina, bem como as propostas de introdução de raças na região ou mesmo o norteamento de programa de cruzamento, visando à obtenção de tipos ou raças mais adequadas à região centro-oeste brasileira.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Geral**

Avaliar a tolerância ao calor em ovinos adultos das raças Santa Inês, Bergamácia, Dorper, Texel, Ile de France e Hampshire Down criados nas condições ambientais do Distrito Federal.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Avaliar as características (fisiológicas, corporais, pele, pelo e escrototesticulares) relacionadas à tolerância ao calor e as correlações existentes entre elas;
- Associar características físicas com as respostas fisiológicas e determinar quais características ligadas à tolerância ao calor são capazes de separar as raças e indivíduos;
- Estudar os efeitos provocados pelo calor consecutivo e longo (7 dias) no escroto e testículos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Estresse

Estresse é definido como a interação entre fatores estressantes e reações de proteção. Fatores que causam estresse incluem fatores ambientais, como o clima, meio ambiente, nutrição e doenças, além de condições físicas como a densidade populacional e transporte (Onbasilar & Aksoy, 2005). Ainda de acordo com esses, sob estresse mudanças rápidas e temporárias ocorrem inicialmente no corpo. Com estresse contínuo, essas são seguidas por mudanças permanentes e irreversíveis. Ao final, um declínio na produção e resistência às doenças pode ocorrer. Animais sob estresse se tornam doentes mais facilmente, e o uso freqüente de medicamentos pode ser necessário para manter a saúde deles. Como resultado, aumentam os resíduos de drogas nos produtos de origem animal, ameaçando diretamente a saúde pública. A saúde e o bem-estar dos rebanhos são fatores-chave na saúde animal e segurança alimentar. Por essa razão, condições de estresse nos animais devem ser examinadas com cuidado (Onbasilar & Aksoy, 2005).

Silva (2000) afirma que alguns fatores envolvidos na determinação do conforto térmico são: o ambiente (temperatura do ar, temperatura radiante, radiação solar, umidade do ar e pressão atmosférica), a capa externa do animal (espessura, estrutura, isolamento térmico, penetração pelo vento, ventilação, emissividade, absorvidade e refletividade), e as características corporais (forma corporal, tamanho, área de superfície, área exposta à radiação solar, emissividade e absorvidade da epiderme).

Para Hopkins et al. (1978), o estresse calórico tem sido reconhecido como um importante fator limitante da produção ovina nos trópicos. Entre a alternativa de adequar as condições ambientais aos animais e a de selecionar animais capazes de produzir satisfatoriamente em ambientes adversos, essa última parece ser a solução mais prática para o momento.

## 2.2 Condições Ambientais

Nos trópicos, segundo Burgos (1979), a amplitude térmica ao longo do ano é baixa (menor que 5°C), embora a amplitude diária seja elevada (em torno de 10°C). Os quatro principais elementos que atuam sobre a sensação térmica são a temperatura do ar, radiação térmica, umidade e velocidade do ar; entretanto, índices de conforto térmico combinando dois ou mais desses elementos têm sido utilizados para avaliar o impacto ambiental sobre os animais, pois podem descrever mais precisamente os efeitos do ambiente sobre a habilidade do animal em dissipar calor (West, 1999).

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU), proposto para conforto humano, tem sido utilizado para descrever conforto térmico de animais, e leva em consideração os pesos para as temperaturas dos termômetros de bulbo seco e bulbo úmido ou a temperatura do ponto de orvalho (Silva, 2000). A importância na adoção desse índice é a disponibilidade dos dados necessários ao cálculo nas estações meteorológicas. Kelly & Bond (1971) expressaram ITU pela equação:  $ITU = Ta - 0,55(1-UR)(Ta - 58)$ , em que Ta é a temperatura do ar (°F) e UR a umidade relativa do ar em decimais. De acordo com Livestock and Poultry Heat Stress Indices –LPHSI, citado por Marai et al. (2007), os valores de ITU obtidos indicam para ovinos o seguinte: menor que 82 = ausência do estresse de calor; de 82 a menor que 84 = estresse moderado de calor; de 84 a menor que 86 = estresse severo de calor; e a partir de 86 = estresse de calor extremamente severo.

Segundo Nããs (1989) o ideal é uma umidade relativa média de 75% e temperatura entre 4 a 30 °C. Baeta & Souza (1997) recomendam que a zona de conforto para ovinos deve situar-se entre 20 e 30 °C, sendo a temperatura efetiva crítica superior a 34 °C. McDowel (1972) preconizou, como condições ideais para criação de animais domésticos, umidade relativa do ar entre 60 e 70%.

## 2.3 Biometria Corporal

O conhecimento sobre a biometria de um agrupamento genético contribui em grande parte para a definição desse grupo, principalmente no que se refere à definição de seu porte e aptidões (Carneiro, 2008). O tamanho corporal pode apresentar



vantagens biológicas importantes quanto aos aspectos relacionados à adaptação, resistência e tipo de exploração, sendo, no entanto, difícil estabelecer o tamanho ideal para todas as situações de exploração (Klosterman, 1972). Segundo Bueno et al. (1999), não há mais variação considerável no comprimento corporal quando o animal atinge a maturação esquelética.

A avaliação dos animais produtores de carne e as medidas corporais, como o comprimento do corpo, perímetro torácico, altura da cernelha e da garupa, são importantes, pois as mesmas indicam o rendimento de carcaça e a capacidade digestiva e respiratória dos animais (Neto et al., 2006). As medidas corporais são de interesse em programas de seleção devido à facilidade de se obtê-las (Hagger & Hofer, 1989). As estimativas de correlações genéticas e fenotípicas entre as características de tipo são importantes no sentido de considerar ou não a necessidade de inclusão de algumas delas em programas de seleção (Neto et al., 2006).

Em decorrência das altas correlações com o peso corporal, alguns autores (Araújo et al., 1996; Ledic & Garcia Deragon, 1997) afirmaram que medidas morfométricas, principalmente o perímetro torácico, podem ser utilizadas para determinar o peso do animal na ausência de balança.

## **2.4 Temperatura Retal, Freqüência Respiratória e Freqüência Cardíaca**

Para animais criados em ambientes quentes com elevado peso à idade adulta, são muitos os inconvenientes ao bem-estar e à funcionalidade (Rosa & Lobo, 1998). Para Abisaab & Sleiman (1995), os critérios de tolerância e adaptação dos animais são determinados pelas medidas fisiológicas da respiração, batimento cardíaco e temperatura corporal. De acordo com Siqueira et al. (1993), a temperatura retal, a freqüência respiratória e o nível de sudação são indicativos da termorregulação nos ovinos.

Segundo Baccari Júnior (2001), a temperatura interna de um animal é mais elevada e vai diminuindo até sua periferia (pele e pelos), formando gradiente térmico do interior para a parte mais externa do corpo.

A temperatura corporal é o resultado da diferença entre energia térmica produzida mais a recebida pelo organismo animal e a energia térmica dissipada desse para o meio. De acordo Johnson (1980), a temperatura retal é um indicador dessa

diferença e pode ser usada para avaliar a adversidade do ambiente térmico sobre os animais. A temperatura retal é uma boa indicadora da temperatura corporal (Oliveira et al., 2005). Os ovinos apresentam temperatura retal média de aproximadamente 39,1°C (Swenson, 1988) e segundo Brion (1964) a temperatura retal média de ovinos adultos varia de 39,0 a 40,0 °C. De acordo com McDowell et al. (1976), uma elevação 1°C ou menos na temperatura retal é o bastante para reduzir o desempenho na maioria das espécies de animais domésticos.

A frequência respiratória considerada normal da espécie ovina é de 16 a 34 movimentos por minutos (Reece, 1996). Hales e Brown (1974) reportam que a taxa de respiração basal da espécie ovina é cerca de 25 a 30 movimentos/minuto, podendo subir, segundo Terrill e Slee (1991), a 300 movimentos por minuto em ovinos estressados. A taxa de respiração pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, em que uma frequência de 40-60, 60-80, 80-120 movimentos por minuto caracteriza um estresse baixo, médio-alto e alto para os ruminantes, respectivamente; e acima de 150 para bovinos e 200 para ovinos, o estresse é classificado como severo (Silanikove, 2000).

O impacto do calor sobre as variáveis fisiológicas resulta em um aumento percentual de 3% na temperatura retal e de 194 % na frequência respiratória, com alterações, respectivamente, de 38,6 para 39,9 °C e de 32 para 94 movimentos por minuto (McDowell, 1972).

Segundo McLean e Calvert (1972), a evaporação respiratória e cutânea são os mecanismos mais importantes para eliminar o excesso de calor pelos ruminantes. Para Ledezma (1987), a sudorese é menos importante do que a evaporação respiratória para os ovinos e quando esses são expostos a elevadas temperaturas, a taxa respiratória aumenta. Em ambientes termoneutros ou com temperaturas abaixo da termoneutralidade, as evaporações cutânea e respiratória nos ovinos contribuem igualmente com cerca de 25%, ou menos, do total de calor perdido. Todavia, acima da termoneutralidade, as perdas de calor por evaporação aumentam progressivamente para igualar a produção de calor, sendo utilizada principalmente a evaporação respiratória, pois a importância da evaporação cutânea nesses casos é desprezível (Johson, 1976).

De acordo com Santos et al. (2005a) e Souza et al. (2005), a temperatura retal e a frequência respiratória dos animais são afetadas pelo período do dia, e os animais mostraram temperatura retal menor no período da manhã, quando comparado

com o período da tarde. Arruda et al. (1984), encontraram variação com elevação de até 1,76°C durante o dia na temperatura retal de ovinos, sendo esta variação também atribuída à movimentação dos animais e à radiação solar direta. Pant et al. (1985), observaram que a cor da pelagem de ovinos expostos diretamente à radiação solar e pastejo, não influenciou no ritmo respiratório, e nem na temperatura retal. Neiva et al., (2004) ao avaliarem o efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês, observaram que a elevação da temperatura ambiente no turno da tarde exerceu influência sobre a temperatura retal e frequência respiratória. Azevedo et al. (2005) concluíram que a frequência respiratória é um parâmetro fisiológico que se evidencia melhor do que a temperatura retal como indicador de estresse.

O batimento cardíaco dos animais domésticos apresenta grande variação sob diferentes testes de tolerância térmica e entre diferentes grupos genéticos (Singh e Bhattacharyya, 1990), provavelmente porque, segundo Johnson et al. (1991) e Elvinger et al. (1992), o estresse térmico pode causar diluição, concentração ou não ter nenhum efeito sobre o volume do plasma sanguíneo. Todavia, uma frequência cardíaca reduzida é mais típica em animais sob estresse térmico e está associada com uma taxa reduzida de produção de calor em resposta a temperaturas ambientais elevadas (Kadzere et al., 2002).

## **2.5 Pele e pelos**

Uma característica que está relacionada à adaptação ao meio é o pelame do animal, em razão da função de fronteira entre o animal e o ambiente físico circundante, que interfere na resposta dos animais ao ambiente (Bianchini et al., 2006), sendo a temperatura do pelame um dos principais parâmetros na avaliação de dissipação de calor pelos animais (Santos et al., 2005b).

Gebremedhin et al. (1997) sugeriram a importância do número de pelos, por unidade de área, para a proteção da epiderme contra a radiação ultravioleta. Quanto menor o número de pelos por unidade de área, mais facilmente o vento penetra na capa e remove o ar aprisionado entre os pelos, o que favorece a transferência térmica. De acordo com Holmes (1981), animais com pelames mais espessos e densos apresentam

maior dificuldade para eliminar calor latente via evaporação cutânea. Este problema seria tanto mais acentuado quanto maior fosse a espessura da capa.

Animais com pelame escuro, geralmente, são mais susceptíveis ao estresse calórico que os de pelame claro por absorverem maior carga térmica radiante (Silva et al., 2001). Embora a reflexão seja maior em uma capa de coloração clara, para que essa vantagem seja efetiva, a epiderme deve ser pigmentada e os pelos, densamente distribuídos sobre ela (Veríssimo et al., 2009).

O efeito de lã na termorregulação escrotal no carneiro não é claro. Alguns estudos da temperatura intratesticular em carneiros não consideraram a cobertura de lã escrotal como um fator (Moule et al., 1950). Em outro estudo (Foot et al., 1957), a temperatura intratesticular foi maior em carneiros que possuíam testículo sem lã do que em carneiros com testículos revestidos por lã. Tem sido sugerido que a lã atua como um tampão, moderando as flutuações de temperatura e fornecendo isolamento de fontes de calor, como a radiação solar (Cena et al., 1976). Também foi mostrado que a tolerância às elevadas temperaturas ambientes melhora com aumento da densidade de fibra de lã, área de superfície escrotal, número de glândulas sudoríparas e da frequência com que essas glândulas descarregam suas secreções (Fowler et al., 1971).

## **2.6 Termorregulação Testicular**

A exposição de ovinos a temperaturas elevadas resulta em prejuízo à reprodução (Marai et al., 1995, 1997abc, 2000; Shelton, 2000; Abdel Hafez, 2002). Os testículos dos mamíferos encontram-se alojados no interior da bolsa escrotal e a temperatura testicular mantém-se entre 2 e 6°C abaixo da temperatura corporal (Waites, 1970; Kastelic et al., 1995a). Vários fatores contribuem para a termoregulação escrototesticular, incluindo a estrutura penduncular do escroto e a vascularização testicular que, por meio do plexo pampiniforme, reduz a temperatura escrotal pela troca de calor entre o sangue circulante na artéria e na veia testicular (Gunn & Gould, 1975; Coulter e Kastelic, 1994; Cook et al., 1994). Em adição, a túnica dartos nos ruminantes altera a posição dos testículos em relação ao corpo em função da temperatura ambiente (Setchell, 1998) e as glândulas sudoríparas favorecem a evaporação diminuindo a temperatura escrotal (Blazquez et al., 1988).

O aumento da temperatura testicular propicia a degeneração testicular (Moore, 1924; Philips & McKenzie, 1934; Vogler et al., 1991) e está correlacionada com a redução na fertilidade do macho (Gunn et al., 1942; Hulet et al., 1956), causando alterações na síntese de proteínas e expressão de gens nas células germinativas e células de Sertoli (Ikeda et al., 1999; Guo et al., 1999; Kumagai et al., 2000). A alta temperatura ambiente aumenta significativamente a temperatura do escroto no sexo masculino (Taylor & Bogart, 1988) e conseqüentemente, no verão a temperatura da pele escrotal é significativamente maior do que no inverno, em carneiros (El-Darawany, 1999b).

Kastelic et al. (1995b), verificaram que o gradiente de temperatura testicular entre o topo e a base foi pronunciada na superfície escrotal (1,6 °C), menor nos tecidos subcutâneos escrotal (0,4 °C), e praticamente inexistente no parênquima testicular (- 0,1 °C). Em outros estudos, Coulter & Kastelic (1994), observaram que o escroto (com o testículo removido) tem um gradiente de temperatura positivo e que o testículo (sem o escroto) tem um gradiente de temperatura negativa. Estes gradientes aparentemente opostos se complementam, resultando em uma temperatura relativamente uniforme intratesticular (inferior à temperatura do corpo). Foi especulado que esses gradientes podem ser devido ao arranjo da vasculatura (Kastelic et al., 1995).

O escroto é, aparentemente, vascularizado de alto a baixo. Por outro lado, o curso das artérias testiculares está no comprimento do testículo em sentido do pólo ventral e, em seguida, diverge em várias artérias menores que se espalham, dorsal e lateralmente ao longo da superfície do testículo antes de entrar no parênquima testicular (Gunn e Gould, 1975). O gradiente negativo de temperatura no testículo pode ser atribuído ao sangue dentro da ramificada artéria testicular que promove o resfriamento entre a parte inferior dos testículos e o ponto de entrada no parênquima testicular.

Danos no sêmen estão diretamente relacionados com a temperatura escrotal subcutânea elevada, o que reflete na temperatura dos testículos (Marai et al., 2007). Pinto et al. (2001) relataram que o estresse por calor pode provocar a interrupção temporária na produção de espermatozóides, motilidade espermática e de forma secundária, os defeitos espermáticos pareciam ser os critérios mais sensíveis em carneiros Santa Inês.

Os coeficientes de correlação entre a temperatura da pele escrotal e de testosterona, libido, motilidade, concentração espermática, e taxa de concepção foram

significativa e negativa com espermatozóides mortos e total de espermatozóides anormais (El-Darawany, 1999a). Abdel Hafez (2002) registraram uma correlação não-significativa e positiva entre a temperatura da pele escrotal e tempo de reação, percentual de anormalidades no esperma, espermatozóides mortos e acrossoma danificado. Não foram encontradas correlações negativas significativas entre a temperatura da pele escrotal e potencial hidrogeniônico do sêmen, volume do ejaculado, percentual de motilidade e da concentração espermática ( $\text{ml} \times 10^9$ ). A temperatura da pele escrotal dos carneiros aumenta com um aumento na temperatura ambiente, quer para a temporada do ano ou durante o dia. Tais mudanças afetam a capacidade reprodutiva dos animais. Isso sugere um mecanismo para proteger os carneiros da exposição a altas temperaturas durante a estação de monta ou realizar melhoramento durante os períodos de temperaturas mais branda do ano, nas áreas de clima quente (Marai et al, 2007).

## **2.7 Insulação Escrotal**

A elevação da temperatura testicular interfere na espermatogênese sendo prejudicial à qualidade do sêmen e a fertilidade de carneiros (Rathore & Yeates, 1967; Braden e Mattner, 1970; Mieusset et al., 1991, 1992).

O modelo de insulação escrotal consiste no envelopamento do escroto por material que impede a troca de calor desse com o meio. O pólo superior escrotal é o lugar mais quente da superfície escrotal (Coulter e Kastelic, 1994) e a perda de calor por irradiação dessa região parece ser importante para a manutenção da temperatura testicular adequada. O isolamento do escroto resulta em aumento da temperatura escrotal e testicular, com efeitos adversos na qualidade do sêmen (Kastelic et al., 1996).

A insulação escrotal tem sido freqüentemente utilizado para estudar a dinâmica de defeitos dos espermatozóides no espermograma bovino com base na gravidade e duração da lesão térmica e no intervalo entre a insulação e a coleta de sêmen (Fernandes et al., 2008). A maioria dos estudos com insulação escrotal em ovinos tem aplicado o envelopamento de forma contínua por pelo menos 48 horas (Arman et al., 2006). Estudos foram realizados utilizando insulação intermitente para 8 horas/dia ou 16 horas /dia por períodos prolongados (160 ou 144 dias, respectivamente) sendo observado que os longos períodos de tratamento produziram efeitos drásticos sobre a motilidade dos espermatozóides, mas também alguma diminuição no número de

espermatozoides (Mieusset et al., 1992). Estudos utilizando insulação contínua verificaram mudanças após a insulação escrotal na motilidade avaliada subjetivamente bem como na morfologia e cromatina (Arman et al., 2006), mas nenhum parece ter utilizado análise de sêmen assistida por computador (CASA). Portanto a insulação é um modelo útil para determinar os efeitos na produção espermática e qualidade do sêmen causados pelo aumento na temperatura testicular e fornecer subsídios sobre a patogênese de defeitos específicos (Brito et al., 2003).

## **2.8 Análise de Sêmen Assistida por Computador (CASA)**

A habilidade do espermatozóide para migrar através do trato reprodutivo da fêmea e penetrar no oócito depende da resistência exercida pela secreção presente no trato genital feminino e do potencial hidrodinâmico conferido pela curvatura flagelar. Sua força de propulsão é definida pelas propriedades cinemáticas dessas células, o que pode levar a diferente eficiência de migração entre espermatozóide de alguns machos (Cox et al., 2006).

A motilidade espermática é comumente apontada como uma das mais importantes características associadas com a habilidade fertilizante do espermatozóide (Cox et al., 2006), porém, quando mensurada microscopicamente, não é bem correlacionada com a fertilização *in vivo* ou *in vitro*, pois além do erro humano durante a avaliação subjetiva desse parâmetro, estudos relatam existir uma variação de 30 a 60% na estimativa, há limitação em quantificar as diferentes subpopulações espermáticas na amostra (Amann & Hammerstedt, 1980; Verstegen & Iguerouada, 2002) e existir ainda a limitação do método para avaliar detalhadamente as características do movimento espermático (Liu et al., 1991).

Para reduzir a subjetividade, nos últimos 15 anos foram desenvolvidos sistemas automáticos para análise computadorizada de sêmen (CASA). O sistema é composto por hardware e software que digitaliza e analisa imagens sucessivas de espermatozoides, fornecendo informações acuradas, precisas e significativas do movimento individual de cada célula bem como de subpopulações de células espermáticas (Amann e Katz, 2004).

De acordo com Verstegen e Iguer-Ouada, (2002) os parâmetros reportados pelo CASA são: Velocidade Curvilínea (VCL-  $\mu\text{m/s}$ ), Velocidade média da

trajetória (VAP-  $\mu\text{m/s}$ ), Velocidade linear progressiva (VSL-  $\mu\text{m/s}$ ), Amplitude de deslocamento lateral da cabeça (ALH -  $\mu\text{m}$ ) ALH, Frequência de batimento flagelar cruzado (BCF- Hz), Retilinearidade (STR-%) e Linearidade (LIN - %). A VCL é a velocidade da trajetória real do espermatozóide. É sempre a maior das três velocidades e serve como elemento de cálculo para a linearidade. A VAP é a velocidade da trajetória média do espermatozóide. Em casos onde a trajetória da cabeça espermática é muito regular e linear com pouco movimento lateral da cabeça, a VAP é quase a mesma VSL, porém com trajetórias irregulares, não lineares ou onde existe um alto grau de movimento lateral, a VAP será maior que VSL. A VSL é a velocidade média em função da linha reta estabelecida entre o primeiro e o último ponto da trajetória do espermatozóide. É sempre a mais baixa das três velocidades. A ALH é a amplitude do deslocamento médio da cabeça do espermatozóide em sua trajetória real. A mensuração desse parâmetro está relacionada com a capacidade de penetração na zona pelúcida do ovócito, assim, a ALH é um dos parâmetros que tem efeito sobre a fertilização *in vitro*. A BCF é o número de vezes que a cabeça do espermatozóide cruza a direção do movimento. Se existe mais batimento/seg que imagens/seg então a BCF irá ser subestimada. A STR é a relação percentual entre VSL e VAP. Estima a proximidade do percurso da célula a uma linha reta. A LIN é a relação percentual entre VSL e VCL, ou seja, é a porcentagem de células que tem índice linear  $> 0,7$ , ângulo absoluto menor que  $25^\circ$  e ângulo algébrico menor que  $3^\circ$ . Quanto mais o espermatozóide se afasta da velocidade em linha reta, menor será sua linearidade. Os valores de velocidade são determinados como percurso relevante percorrido em um período e são representados em  $\mu\text{m/s}$  enquanto os valores de LIN, e STR são determinados como raio dos valores de velocidade (Mortimer, 2000).

## 2.9 Termografia Infravermelha

Um dos principais problemas para a investigação do bem-estar animal é que a maioria das técnicas utilizadas para medir o estresse e a dor implicam em procedimentos invasivos, como coleta de sangue, que pode provocar resposta de estresse (Stewart et al., 2005).

A termografia infravermelha é uma técnica moderna, segura e não-invasiva para visualização do perfil térmico. Cada objeto na Terra gera calor radiante na



parte infravermelha do espectro da luz. Usando equipamentos de termografia digital (câmera termográfica) torna-se capaz detectar esse tipo de radiação, mesmo as mínimas variações de temperatura podem ser rigorosamente monitoradas. Os dados obtidos por digitalização são processados por computador e exibidos na forma de mapas de temperatura que proporcionam uma detalhada análise do campo de temperatura. O fato de que a radiação é uma função da temperatura da superfície do objeto, torna-se possível para a câmera, calcular a exposição a esta temperatura. No entanto, a radiação medida pela câmara não depende apenas da temperatura do objeto, mas é também uma função de emissividade. A radiação originada no ambiente também é refletida pelo objeto. A radiação do objeto também será influenciada pela absorção da atmosfera. Para medir a temperatura com precisão, é portanto, necessário compensar os efeitos das numerosas fontes de radiação. Isso é feito on-line automaticamente pela câmera (Knizkova et al., 2007).

A termografia possui numerosas aplicações não só na indústria, mas também em humanos e medicina veterinária, principalmente para efeitos diagnóstico (Yang & Yang, 1992; Denoix, 1994; Hilsberg et al, 1997;. Harper, 2000; Embaby et al. 2002; Markel & Vainer, 2005). Suas aplicações em medicina veterinária tem sido descritas por Kaemmerer & Buntenkotter (1971). Spruyt et al. (1995) recomendam a termografia infravermelha como um bom método para ajudar a estudar a termorregulação. A grande vantagem do método é o fato de não ser necessário contato físico com a superfície monitorada, permitindo assim a leitura à distância da distribuição de temperatura (Speakman & Ward, 1998). A técnica depende da habilidade do operador e do animal ficar parado por alguns segundos.

A temperatura gravada pela câmera termográfica será a da superfície da pele de animais sem pelos, e de alguma camada de dentro da capa de pelos em animais peludos (Cena & Clark, 1973). A temperatura na superfície da pele é geralmente inferior à temperatura corporal por causa da dissipação de calor metabólico através do isolamento subcutâneo do corpo. A pelagem apresenta uma resistência térmica adicional entre a superfície da pele e a camada de pelos, cuja temperatura radia no sentido da câmera. Esta camada pode ser considerada como uma superfície em que o animal troca energia com o ambiente e a temperatura de equilíbrio dessa superfície é determinada pelo equilíbrio entre fluxos de radiação, convecção e condução de calor através do

revestimento. O balanço energético da superfície de animais com o suor, ou que utilizam áreas alagadiças, é mais complicada por perdas de calor por evaporação.

É bem documentado que a temperatura testicular elevada tem um efeito adverso sobre a espermatogênese e fertilidade (Barth e Oko, 1989). A termografia infravermelha tem sido utilizada para avaliar a termorregulação entre escroto e testículos, fornecendo uma imagem pictórica das emissões de infravermelho (energia emitida pelo calor irradiado) com uma precisão de 0,10 °C (PurohiT et al., 1985).

## **2.10 Raças Naturalizadas e Exóticas**

O descaso dos produtores Brasileiros com as raças locais fez com que, atualmente, os produtos derivados de ovinos (lã, carne e pele) perdessem competitividade frente aos produtores de outros países que, por sua vez, avançaram enormemente no campo do melhoramento genético de características de produção de lã ou carne, bem como na conservação de suas raças (Carneiro, 2008). Tal cenário é um paradoxo quando se observa que, atualmente, o Uruguai e o Brasil são, respectivamente, grandes produtores mundiais de carne ovina (McManus et al., 2007). As raças de ovinos naturalizadas brasileiras são, em geral, animais de pequeno porte, e, até o momento, foram submetidas a baixas taxas de seleção artificial e melhoramento genético, sendo pouco especializadas na produção intensiva de leite e/ou carne. Possuem, em geral, alta resistência a doenças e parasitas (Paiva, 2005).

A raça Santa Inês foi desenvolvida no nordeste brasileiro, mais especificamente na Bahia, resultante do cruzamento intercorrente das raças Bergamácia, Morada Nova e animais crioulos do Nordeste. Esses últimos provavelmente foram de tipos nativos vindos da África e, possivelmente, ao longo dos anos, houve um período de seleção para ausência de lã nestes animais cruzados. Entretanto, existe muita controvérsia em relação à origem dessa raça (Mariante et al., 2003; Paiva, 2005).

A partir da década de 90, percebe-se pela morfologia externa dos animais Santa Inês a presença de características da raça Somalis Brasileira e de outras raças lanadas, principalmente a inglesa Suffolk. Na descrição original da raça, espera-se que os machos adultos pesem em torno de 80 kg, contudo hoje, muitos dos reprodutores vendidos em exposições pesam mais de 120 kg (Paiva, 2005). Parte desse aumento pode ser justificado pelos avanços no campo da nutrição animal, contudo, esse ganho é

improvável de ter sido obtido por meio de melhoramento genético clássico a não ser a partir do uso de raças exóticas de maior porte para aumentar o quarto traseiro da Santa Inês (Paiva, 2005). Em geral são deslanados, com pelos curtos e de grande porte. No momento, encontra-se em grande fase de expansão, por ser um dos grupos de ovinos com maior importância econômica em função do seu porte e adaptação ao ambiente (Paiva, 2005).

A raça Bergamácia é originária do Norte da Itália, possivelmente vinda de ovinos do Sudão. Deu origem ao grupo Alpino, mocho, de orelhas grandes e pendentes. É conhecida na Itália como Gigante de Bergamo e Bieleza (Paiva, 2005). Esses ovinos são de grande porte, lanados e brancos. São de múltipla utilidade no seu país de origem onde são utilizados para a produção de carne, lã e leite. Os machos adultos pesam em média entre 100-120 Kg.

A raça Texel é originária da ilha de mesmo nome na Holanda. Parece ser derivada das raças Leicester, Border Leicester, Lincoln Southdown, Hampshire e Wensleydale. Entretanto, parece que a Lincoln é a que mais influenciou na formação dessa raça. É um animal de tamanho médio, tendendo para grande muito compacto, com massas musculares volumosas e arredondadas e aptidão para carne. É rústico, produzindo bem no sistema extensivo e semi-intensivo. Purchas (1990) relata que as raças com potencial para aumentar a lucratividade são aquelas com maior peso à maturidade e propensão genética à produção de carne magra, como a raça Texel.

A raça Ile de France é originada na França, na região da bacia parisiense, denominada Ile-de-France. A partir de 1816, técnicos franceses iniciaram cruzamentos de ovelhas Merino Rambouillet com reprodutores New Leicester (Dishley), importados da Inglaterra. O objetivo era obter um ovino que reunisse a qualidade laneira do Merino com a aptidão de corte do New Leicester. Em 1920, a raça recebeu uma infusão de sangue Merino Cotentin, com a finalidade de eliminar pigmentos escuros da pele do focinho. O Livro de Registros foi criado em 1922, de modo que a raça veio a receber a denominação definitiva em 23 de fevereiro de 1923, quando da fundação do Sindicato dos Criadores da Raça Ile-de-France, em consideração ao nome da região de origem. É um ovino de porte grande, constituição robusta e conformação harmoniosa, típica do animal produtor de carne. Atualmente, é considerada uma raça de duplo propósito, com um equilíbrio zootécnico orientado de 60% para a produção de carne e 40% para a produção de lã. Segundo Giudice (2005), as primeiras importações da raça para a

América do Sul ocorreram em 1924 e o primeiro animal registrado pela Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO) foi em 1972 (Paiva, 2005).

Os ovinos Dorper são originários da região Sul-Africana. Foi desenvolvida nos anos 30 para regiões semi-áridas extensivas da África do Sul, a partir de cruzamentos de ovelhas Blackhead Persian com carneiros chifrudos Dorset, o que resultou em cordeiros Dorper brancos. A diferença de cor é simplesmente um fato de preferência de cada criador. Cerca de 85% dos membros da Associação Sul-Africana de Criadores da raça Dorper criam animais de cabeça preta. Essa raça é numericamente a segunda maior na África do Sul e está difundida em muitos países ao redor do mundo. A raça apresenta animais tanto de cabeça negra (Dorper) como de cabeça branca (White Dorper). É uma das mais férteis raças de ovinos sem cornos, com bom comprimento corporal e cobertura de pelos e lã claros e curtos. Apresenta excepcional adaptabilidade, robustez e excelentes taxas de reprodução e crescimento (cerca de 36kg - entre três meses e meio e quatro meses de idade), tanto quanto boa habilidade materna (Paiva, 2005). Garcia (2001) reporta a raça Dorper produz carcaças com excelente conformação e distribuição de gordura e apresenta alta velocidade de ganho de peso.

Os ovinos Hampshire adquiriram seu nome do condado agrícola de Hampshire, no sul da Inglaterra, onde foram desenvolvidos. O Hampshire Down evoluiu da mistura de diferentes raças ovinas existentes nesta região, tais como o Old Hampshire, Berkshire Knot, Wiltshire Horn e Southdown. Em 1889, a Associação de Criadores de Ovinos Hampshire Down foi fundada em Salisbury, Inglaterra, onde ainda é ativa. Procurando melhorar a aptidão para carne destes ovinos, os criadores aperfeiçoaram o sistema de alimentação e iniciaram os cruzamentos com a raça Southdown, que foi introduzida nos rebanhos Wiltshire e Berkshire no início do século XIX (Paiva, 2005). É um ovino de porte grande e ativo. O carneiro adulto pesa em torno de 125 Kg com aptidão para a produção de carne, sendo seu velo de baixa qualidade por causa das fibras pretas no meio da lã.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDEL-HAFEZ, M. A. M. **Studies on the reproductive performance in sheep.** Zagazig, Egypt: Faculty of Agriculture, Zagazig University, 2002. Ph.D. thesis.
- ABI SAAB, S.; SLEIMAN, F. T. Physiological responses to stress of filial crosses compared to local Awassi sheep. **Small Rum. Res.**, v.16, p. 55-59, 1995.
- ABOUL-NAGA, A.I. **The role of aldosterone in improving productivity of heat-stressed farm animals with different techniques.** Zagazig, Egypt: Faculty of Agriculture, Zagazig University, 1987. Ph.D. thesis.
- AMANN, R.; KATZ, D.F. Reflections on CASA after 25 years. **Journal of Andrology**, v.25, n.3, 2004.
- AMANN, R.P.; HAMMERSTEDT. Validation of a system for computerized measurements of spermatozoal velocity and percentage of motile sperm. **Biology of reproduction**, v.23, p. 6478-645, 1980.
- ANDERSSON, B.E.; JÓNASSON, H. Regulação da temperatura e fisiologia ambiental. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes fisiologia dos animais domésticos.** 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.805-813, 1996.
- ARAÚJO, A.M.; VASCONCELOS, I.M.A.; SILVA, F. L. R. Medidas corporais de ovinos deslanados Santa Inês como indicadores do peso vivo. **Ciência Animal**, v.6, n.1, p.64-68, 1996.
- ARMAN, C.; QUINTANA CASARES, P.I.; SANCHEZ-PARTIDA, L.G.; SETCHELL, B.P. Ram sperm motility after scrotal insulation. **Asian J Androl.**, v.8, p.411-418, 2006.
- ARRUDA, F.A.V.; FIGUEIREDO, E.A.P.; PANT, K.P. Variação da temperatura corporal de caprinos e ovinos sem lã em Sobral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília – DF, v.19, n.7, p.915-919, 1984.
- AZEVEDO, M.; PIRES, M.F.A.; SATURNINO, H.M. et al. Estimativas de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu, em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.34, n.06, p.2000-2008, 2005.
- BACCARI JUNIOR, F. **Manejo ambiental das vacas leiteiras em climas quentes.** Londrina: Editora da Universidade Estadual de Londrina, 2001. 142p.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais – conforto animal.** Viçosa, MG, UFV, 1997. 246p.
- BARBOSA, O.R.; SILVA, R.G. Índice de conforto térmico para ovinos. **Boletim de Indústria Animal**, v.52, n.1, p.29-35, 1995.

- BARTH, A.D.; OKO, R.J. **Abnormal Morphology of Bovine Spermatozoa**. Iowa State University Press, Ames, p. 285, 1989.
- BIANCHINI, E.; MCMANUS, C.; LUCCI, C.M.; FERNANDES, M.C.B.; PRESCOTT, E.; MARIANTE, A.; EGITO, A.A. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.9, p.1443-1448, 2006.
- BLASQUEZ, N.B., MALLARD, G.F., WEDD, S.R. Sweat glands of the scrotum of the bull. **J. Reprod. Fert.**, v. 83, p.673-677, 1988.
- BLINGH, J.; JOHNSON, K.G. Glossary of terms for thermal physiology. **Journal Applied Physiology**, v.35, p.941-961, 1973.
- BRADEN, A.W.H.; MATTNER, P.E. The effects of scrotal heating in the ram on semen characteristics, fecundity, and embryonic mortality. **Aust J Agric Res.**, v.21, p.509-518, 1970.
- BRION, A. **Vademecum del Veterinário**. 2.ed. Barcelona: Gea, 1964. 732p.
- BRITO, L.F.C.; SILVA, A.E.D.F.; BARBOSA, R.T. et al. Effects of scrotal insulation on sperm production, semen quality, and testicular echotexture in *Bos indicus* and *Bos indicus* × *Bos taurus* bulls. **Animal Reproduction Science**, v.79, p.1-15, 2003.
- BUENO, M.S.; SANTOS, L.E.; CUNHA, E.A. et al. Avaliação de carcaças de cabritos abatidos com diferentes pesos vivos. **Revista Nacional da Carne**, n.272, p.72-79, 1999.
- BURGOS, J.J. Clima tropical y subtropical. In: HELMAN, M. B. **Ganaderia Tropical**. Buenos Aires: El Ateneo, 1979. p.1-28.
- CARNEIRO, H.A. **Caracterização morfológica de ovinos no Brasil, Uruguai e Colômbia**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2008, 76p. Dissertação de mestrado.
- CENA, K.; CLARK, J.A. Thermal radiation from animal coats: Coat structure and measurements of radiative temperature. **Phys. Med. Biol.**, n.18, p.432-443, 1973.
- CENA, K.; MONTEITH, J.L. Sensible heat transfer in animal coats. In: Johnson, HD (ed), **Progress in Animal Biometeorology**. Swets and Zeitlingen Publ., Amsterdam, p. 343-351, 1976.
- COOK, R.B.; COULTER, 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.41, p.653-671, 1994.

- COSTA, L.A.B. **Índices de conforto térmico e adaptabilidade de fêmeas bubalinas em pastejo no agreste de Pernambuco**. Recife: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.
- COULTER, G.H.; KASTELIC, J.P. Testicular thermoregulation in bulls. In: TECHNICAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INSEMINATION AND REPRODUCTION, Columbia. **Proceedings...** Columbia: National Association of Animal Breeders. v.15, p.28-34, 1994.
- COX, J.F.; ALFARO, V.; MONTENEGRO, V.; RODRIGUEZ-MARTINEZ, H. Computer-assisted analysis of sperm motion in goats and its relationship with sperm migration in cervical muçus. **Theriogenology**, v.66, p.860-867, 2006.
- DENOIX, J.M. Diagnostic techniques for identification and documentation of tendon and ligament injuries. **Veterinary Clinics of North America: Equine Pract.**, v.2, p. 365-407, 1994.
- EL-DARAWANY, A.A. Tunica dartos thermoregulatory index in bull and ram in Egypt. **Ind. J. Anim. Sci.**, v.69, n.8, p.560-563, 1999a.
- EL-DARAWANY, A.A. Improving semen quality of heat stressed rams in Egypt. **Ind. J. Anim. Sci.** 69 (12), 1020-1023, 1999b.
- ELVINGER, F.; NATZKE, R.; HANSEN, P. Interactions of heat stress and bovine somatotropin affecting physiology and immunology of lactating cows. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.75, p.449-462, 1992.
- EMBABY, S.; SHAMAA, A. A.; GOHAR, H. M. Clinical assessment of thermography as a diagnostic and prognostic tool in horse practice. In: **Proc., Inframation 2002**, Orlando, USA, p.30-36, 2002.
- 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.
- FERREIRA, R.A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005. 371p.
- FOOTE, W.C.; POPE, A.L.; NICHOLS, R. E.; CASIDA, L. E. The effect of variations in ambient temperature and humidity on rectal and testis temperatures of sheared and unsheared rams. **J Anim Sci.**, v.16, p.144-150, 1957.
- FOWLER, D. G.; WAITES, G.M.H. Selecting Merino rams for ability to withstand infertility caused by heat. Anatomy and functional activity of the scrotum. **Aust J Exp Agri Anim Husb.**, v.11, p.137-142, 1971.

- GEBREMEDHIN, K.G.; NI, H.; HILLMAN, P.E. Temperature profile and heat flux through irradiated fur layer. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 5., 1997, Bloomington. **Proceedings**. Bloomington: ASAE, 1997. v.1, p.226-233.
- GIUDICE, J.C. **A raça ovina Ile de France no Brasil**. Disponível em: <http://www.iledefrance.org.br>. Acesso em: 10/09/2009.
- GOUVEIA, A., M., G., Araújo, E., C., Silva, G., J. **Criação de ovinos de corte nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil (raças e cruzamentos)**. Brasília (DF): LK Editora e Comunicação, 2006.
- GUNN, R.M.C.; SANDERS, R.N.; GRANGER, W. Studies of fertility in sheep. Seminal changes affecting fertility in rams. **Coun. Sci. Industr. Res. Australia**, n. 148, 1942.
- GUNN, S.A.; GOULD, T.C. Vasculature of the testes and adnexa. In: **Handbook of Physiology**, Section 7, Endocrinology; v. 5, Male Reproductive System. American Physiological Society, Washington, DC, p.117- 142, 1975.
- GUO, C.X.; TANG, T.S.; MU, X.M. Cloning of novel temperature-related expressed sequence tags in rat testis during spermatogenesis. **Biochem. Biophys. Res. Com.**, v.258, p.401-406, 1999.
- HABEEB, A.A., MARAI, I.F.M., KAMAL, T.H. Heat stress. In: Philips, C., Piggens, D. (Eds.), **Farm Animals and the Environment**. C.A.B. International, p.27-47, 1992.
- HAGGER, C.; HOFER, A. Phenotypic and genetic relationships between wither height, heart girth and milk yield in swiss braunvieh and Simmental breeds. **Livestock Production Science**, v.23, p.79-96, 1989.
- HALES, J.R.S.; BROWN, G.D. Net energetic and thermoregulatory efficiency during panting in the sheep. **Comp. Biochemical Physiology**, [S.l.], v.49, p.413- 422, 1974.
- HARPER, D.L. The value of infrared thermography in a diagnosis and prognosis of injuries in animals. **Proc., Inframation 2000**, Orlando, USA, p.115 – 122, 2000.
- HILSBURG, S.; GOLTENBOTH, R.; EULENBERG, K. Infrared thermography in zoo animals: preliminary experiences from its use in pregnancy diagnosis. In: Proc., v.38. **Internationalen Symposium uber die Erkrankungen der Zoo- und Wildtiere**, Zurich, Schweiz, p.187-190, 1997.
- HOLMES, C.W. A note on the protection provided by the hair coat or fleece of the animal against the thermal effects of simulated rain. **Animal Production**, v.32, p.225-226, 1981.



- HOPKINS, P.S.; KNIGHTS, G.I.; LEFEURE, A.S. Studies of the environmental physiology of tropical Merinos. **Australian Journal Agriculture Research**, East Medelaine, v.29, n.1, p. 61-71, 1978.
- HULET, C.V.; VOIGTLANDER H.P.; POPE, A.L. The nature of early season infertility in sheep. **J. Anim. Sci.**, v.15, p.607-615, 1956.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/> Acesso em 11/01/2011.
- IKEDA, M.; KODAMA, H.; FUKUDA, J. Role of radical oxygen species in rat testicular germ cells apoptosis induced by heat stress. **Biol. Reprod.**, v. 61, p. 393-399, 1999.
- JOHNSON, H. D. Evaporative temperature regulation in sheep. In: SPB ACADEMY. **Progress in Biometeorology**: chapter 1, section 5c. [S.l.]: SPB Academy, 1976. p.140-147.
- JOHNSON, H. D. Depressed chemical thermogenesis and hormonal functions in heat. In: \_\_\_\_\_. **Environmental Physiology**: aging, heat, and altitude. Amsterdam: Elsevier, 1980. p.3-9.
- JOHNSON, H. D.; LI, R.; MANALU, W.; SPENCERJOHNSON, K. J. Effects of somatotropin on milk yield and physiological responses during summer farm and hot laboratory conditions. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.74, p.1250-1262, 1991.
- KADZERE, M. R.; MURPHY, N.; SILANIKOVE, E.; MALTZ. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, [S.l.], v.77, p. 59-91, 2002.
- KAEMMERER, K.; BUNTENKOTTER, S. Thermovision as a measuring system in pharmacology. **Dtsch. Tierarztl. Wschr.**, v.78, p. 296-298, 1971.
- KASTELIC, J.P.; COOK, R.B.; COULTER, G.H. Insulating the scrotal neck affects semen quality and scrotal/ testicular temperatures in the bull. **Theriogenology**, v.45, p.935-941, 1995a.
- KASTELIC, J.P.; COULTER, G.H.; COOK, R.B. Scrotal surface, subcutaneous, intratesticular. And intraepididymal temperatures in bulls. **Theriogenology**, v.44, p. 147- 152, 1995b.
- 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. 935–942, 1996.
- KELLY, C.F.; BOND, T.E. Bioclimatic factors and their measurements. In: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, (Ed.) **A guide to environmental research on animals**. Washington: National Academy of Sciences, p.71-92. 1971.

- KLOSTERMAN, E.W. Beef cattle size for maximum efficiency. **Journal of Animal Science**, v.34, p.875-880, 1972.
- KNÍŽKOVÁ, I.; KUNC, P.; GÜRDİL, G.A.K.; et al. Applications of infrared thermography in animal production. **J. of Fac. of Agric.**, OMU, v.22, n.3, p.329-336, 2007.
- KUMAGAI, J.; FUKUDA, J.; KODAMA, H. Germ cell-specific shock protein 105 binds to p53 in a temperaturesensitive manner in rat testis. **Eur. J. Biochem**, v.267, p. 3073-3078, 2000.
- LEDEZMA, J. J. H. Sheep. In: JOHNSON, E. **Bioclimatology and the adaptation of livestock**. Amsterdam: Elsevier, 1987. p.169-179.
- LEDIC, I. L.; GARCIA DERAGON, L.A. Correlação fenotípica entre medidas corporais e peso em touros Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.49, n.5, p.649-654, 1997
- LIU, D. Y.; CLARKE, G.N.; BAKER, W.G. Relationship between sperm motility assessed with the Hamilton-Thorn motility analyzer and fertilization rates *in vitro*. **Journal of Andrology**, Australia, v.12, n.4, p. 231-239, 1991.
- MARAI, I.F.M.; HABEEB, A.A.M.; DAADER, A.H. et al. Effects of Egyptian subtropical conditions and the heat stress alleviation techniques of water spray and diaphoretics on the growth and physiological functions of Friesian calves. **J. Arid Environ.** v.30, p.219–225, 1995.
- MARAI, I.F.M.; DAADER, A.M.; ABDEL-SAMEE, A.M. et al. Winter and summer effects and their amelioration on lactating Friesian and Holstein cows maintained under Egyptian conditions. In: **Proceedings of International Conference on Animal, Poultry, Rabbits and Fish Production and Health**, Cairo, Egypt, 1997a.
- MARAI, I.F.M.; SHALABY, T.H.; BAHGAT, L.B. et al. Fattening of lambs on concentrates mixture diet alone without roughages or with addition of natural clay under subtropical conditions of Egypt. Growth performance and behaviour. In: **Proceedings of International Conference on Animal Production & Health**, Dokki, Cairo, Egypt, 1997b.
- MARAI, I.F.M.; SHALABY, T.H.; BAHGAT, L.B. et al. Fattening of lambs on concentrates mixture diet alone without roughages or with addition of natural clay under subtropical conditions of Egypt. Physiological reactions. In: **Proceedings of International Conference on Animal Production & Health**, Dokki, Cairo, Egypt, 1997c.
- MARAI, I.F.M.; BAHGAT, L.B.; SHALABY, T.H. et al. Fattening performance, some behavioural traits and physiological reactions of male lambs fed concentrates mixture alone with or without natural clay, under hot summer of Egypt. **Ann. Arid Zone**, v.39, n.4, p.449–460, 2000.

- MARAI, I.F.M.; EL-DARAWANY, A.A.; ABOU-FANDOUD, E.M. et al. Alleviation of heat stressed Egyptian Suffolk rams by treatment with selenium, melatonin or prostaglandin F<sub>2</sub> during hot summer of Egypt. **J. Anim. Vet. Adv.**, v.2, n.4, p.215–220, 2003.
- MARAI, I.F.M.; EL-DARAWANY, A.A.; ABOU-FANDOUD, E.I. et al. ABDEL-HAFEZ, M.A.M. Reproductive traits and the physiological background of the seasonal variations in Egyptian Suffolk ewes under the conditions of Egypt. **Ann. Arid Zone** (India), v. 42, n.2, p. 1–9, 2004.
- MARAI, I.F.M.; EL-DARAWANY, A.A.; ABOU-FANDOUD, E.I. et al. Serum blood components during pre-oestrus, oestrus and pregnancy phases in Egyptian Suffolk as affected by heat stress, under the conditions of Egypt. **Egypt. J. Sheep Goats Desert Anim. Sci.**, v.1, n.1, p.47–62. 2006.
- MARAI, I.F.M.; EL-DARAWANY, A.A.; FADIEL, A. et al. Physiological traits as affected by heat stress in sheep—A review. **Small Ruminant Research**, v.71. p.1–12, 2007.
- MARIANTE, A.S.; MCMANUS, C.; MENDONÇA, J.F. **Country report on the state of animal genetic resources**. (S.L.): Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2003. p. 97 (research division report, ).
- MARIANTE, A.S.; EGITO, A.A. Animal genetic resources in Brazil: Result of five centuries of natural selection. **Theriogenology**. v.57, p.223-235, 2002.
- MARKEL, A. L.; VAINER, B.G. Infrared thermography in diagnosis of breast cancer (review of foreign literature). **Terapevticheskii Arkhiv.**, v. 77, p.57-61, 2005.
- MCDOWELL, R.G. **Improvement of livestock production in war climates**. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1972, 771p.
- MCDOWELL, R.E.; HOOVEN, N.W.; CAMOENS, J.K. Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.59, p.965-973, 1976.
- McLEAN, J. A.; CALVERT, D. T. Influence of air humidity on the partition of heat exchanges of cattle. **Journal Agricultural Science**, Cambridge, v. 78, p.303, 1972.
- MCMANUS, C. M.; PAIVA, S.R.; EGITO, A.A. et al. **Importância dos levantamentos populacionais e da caracterização genética das populações na conservação animal**. In: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 2005, Goiania. Anais, 2005.
- MCMANUS, C.; PAIVA, S.; MACEDO, F. et al. **Relatório Caracterização genética e fenotípica de ovinos e suínos naturalizados da América do Sul**. (SL): CNPq, 2007. p. 75 (Research division report, 75).

- MICKELSEN, W.D.; PAISLEY, L.G.; DAHMEN, J.J. Seasonal variations in scrotal circumference, sperm quality and sexual ability in rams. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.181, n. 4, p.376-380, 1982.
- MIEUSSET, R.; CASARES, P.I.Q.; SANCHEZ-PARTIDA, L.G. et al. The effect of moderate heating of the testes and epididymides of rams by scrotal insulation on body temperature, respiratory rate, spermatozoa output and motility, and on fertility and embryonic survival in ewes inseminated with frozen semen. **Ann NY Acad Sci.**; v. 637, p.445–458, 1991.
- MIEUSSET, R.; CASARES, P.Q.; PARTIDA, L.G.S. et al. Effect of heating the testes and epididymides of rams by scrotal insulation on fertility and embryonic mortality in ewes inseminated with frozen semen. **J Reprod Fertil.**; v.94, p.337–343, 1992.
- MOORE, C.R. Heat application and degeneration testicular; the function of the scrotum. **Am. J. Anat.** v.34, p.337-349, 1924.
- MORTIMER, S.T. Casa- Practical aspects. **Journal of Andrology**, p.515-524, 2000.
- MOULE, G.R.; KNAPP, B. Observations on intratesticular temperatures of Merino rams. **Aust J Agric Res.**, v.1, p.456-464, 1950.
- NÄÄS, I.A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Editora Ícone, 1989. 183p.
- NEIVA, J.N.M; TEIXEIRA, M.; TURCO, S.H.N. et al. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.3, p.668-678, 2004.
- NETO, A.C; LUI, J.F; RIBEIRO, M.N. et al. Estudo de características de tipo em coelhos da raça nova zelândia branca no estado de São Paulo. **Revista Caatinga**, v.19, n. 1, p.76-81, 2006.
- OLIVEIRA, F.M.M.; DANTAS, R.T.; FURTADO, D.A. et al. Parâmetros de conforto térmico e fisiológico de ovinos Santa Inês, sob diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.631-635, 2005.
- ONBASILAR, E.E.; AKSOY, F.T. Stress parameters and immune response of layers under different cage floor and density conditions **Livestock Production Science**, v.95, n. 3, p.255-263, 2005.
- PAIVA, S.R.; SILVÉRIO, V.C.; EGITO, A.A. et al. Genetic variability of the Brazilian hair sh eep breeds. **Revista Agropecuária Brasileira**, v.40, n.9, p.887-893, 2005.
- PANT, K.P.; ARRUDA, F.A.V.; FIGUEIREDO, E.A.P. Role of coat colour in body heat regulation among goats and hairy sheep in Tropics. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.6, p.717-726. 1985.

- PÉREZ, C.R.; LÓPEZ, A.; CASTRILLEJO, A. et al. Reproductive seasonality of Corriedale rams under extensive rearing conditions. **Acta Veterinaria Scandinavia**, v. 38, p.109-117, 1997.
- PHILIPS, R. W.; McKENZIE, F. F. The thermo-regulatory function and mechanism of the scrotum. **Mo. Agr. Exp. Sta. Res. Bul.**, p.217-219, 1934.
- PINTO, M.E., DE-ALENCAR-ARARIPE, M.A., DE-ARAÚJO-AIRTON-ALENCAR, Effects of scrotal insulation on testis size and semen criteria in Santa Ines hairy sheep raised in the State of Ceara, Northeast of Brazil. **Rev. Brasileira Zootec.**, v. 30, n.6, p. 1704-1711. 2001.
- PURCHAS, R.W. An assessment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. **Meat Science** , v.27, p.129-140, 1990.
- PUROHIT, R.C.; HUDSON, R.S.; RIDDELL, M.G. et al. Thermography of the bovine scrotum. **Am. J. Vet. Res.**, v.46, p.2388-2392, 1985.
- QUESADA, M.; McMANUS, C.; COUTO, F.A. D'ARAÚJO. Tolerância ao calor de duas raças de ovinos deslanados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1021-1026, 2001. (Suplemento 1).
- RATHORE, A.K., YEATES, N.T.M. Morphological changes in ram spermatozoa due to heat stress. **Vet Rec.**, v.81, p.343-344, 1967.
- REECE, W.O. **Fisiologia de animais domésticos**. São Paulo: Roca, 1996. p.137-254.
- ROBERTSHAW, D. Regulação da temperatura e o ambiente térmico. In: REECE, W.O. **Dukes/Fisiologia dos animais domésticos**. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p.897 – 908.
- ROSA, A.N.; LÔBO, R.B. Considerações sobre o tamanho adulto de matrizes nelore. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2., 1998, Uberaba. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 465p.
- SANTOS, F.C.B.; SOUSA, B.B.; ALFARO, C.E.P.; CÉSAR, 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 Agrotécnica**, Lavras, v.29, n.1, p.142-149. 2005a.
- SANTOS, S.A.; MCMANUS, C.; SOUZA, G.S. et al. Variações da temperatura corporal e da pele de vacas e bezerros das raças Pantaneira e Nelore no pantanal. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.54, n.206-207, p.238, 2005b.
- SEAPA 2010: Relatório Anual de Atividades – 2010**. Disponível em: <http://www.sa.df.gov.br/> Acesso em: 10/01/2011.

- SETCHELL, B. P. The parkers lecture - heat and the testis. **J. Reprod. Fertil.**, v.114, p. 179-194, 1998.
- SHELTON, M. Reproductive performance of sheep exposed to hot environments. In: MALIK, R.C., RAZZAQUE, M.A., AL-NASSER, A.Y. **Sheep Production in Hot and Arid Zones**. Published by the Kuwait Institute for Scientific Research, p.155–162, 2000.
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, [S.l.], v.67, p.1-18, 2000.
- SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Ed. Nobel, 2000. 286p.
- SILVA, R.G.; LA SCALA JR., N.; POCAI, P.L.B. Transmissão de radiação ultravioleta através do pelame e da epiderme de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1939-1947, 2001.
- SINGH, K.; BHATTACHARYYA, N. K. Cardiorespiratory activity in Zebu and their F crosses with European breeds of dairy cattle at different ambient temperatures. **Livestock Production Science**, [S.l.], v.24, p. 119-128, 1990.
- SIQUEIRA, E. R.; FERNANDES, S.; MARIA, G. A. Efecto de la lana y del sol sobre algunos parâmetros fisiologicos em ovelas de razas Merino Australiano, Corridale, Romney Marsh e Ile de France. **ITEA**, Zaragoza, v.89, n. 2, p.124-131, 1993.
- SIROHI, S.; MICHAELOWA, A. **Sufferer and cause: Indian livestock and climate change**. *Climatic Change*, v.100, p.120-134, 2007.
- SNOWDER, G.D.; STELLFLUG, J.N.; VAN VLECK, L.D. Heritability and repeatability of sexual performance scores of rams. **Journal of Animal Science**, v.80, n.6, p.1508–1511, 2002.
- SOUSA, W.H., MORAIS, O.R. Programa de melhoramento genético para ovinos deslanados do Brasil: ovinos da raça Santa Inês. In: SINCORTE, 1., 2000. João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba, 2000. p.223-229.
- SOUZA, D.E.; SOUZA, B.B.; SOUZA, W.H. et al. Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semi-árido. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.29, n.1, p.177-184. 2005.
- SOUZA, E. Q. **Análise e segmentação de mercado na ovinocultura do Distrito Federal**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2006, 103 p. Dissertação de Mestrado.
- SPEAKMEN, J. R.; WARD, S. Infrared thermography: Principle and applications. **Zoology**, v. 101, p. 224-232, 1998.

- SPRUYT, P.; GHAFIR, Y.; ART, T.; LEKEUX, P. La thermographie infrarouge dans l'étude de la thermoregulation. Revue de la littérature. **Ann. Med. Vet.**, v.139, p.413-418, 1995.
- STEWART, M.; WEBSTER, J. R.; SCHAEFER, A. L.; COOK, N. J.; SCOTT, S. L. Infrared thermography as a noninvasive tool to study animal welfare. **Animal Welfare**, v.14, p.319-325, 2005.
- SWENSON, M.J. **Duke s physiology of domestic animals**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 799 p.
- TAYLOR, R.E.; BOGART, R. **Scientific Farm Animal Production**. Macmillan Publishing Company, New York, USA., 1988.
- TERRILL, C.E.; SLEE, J. Breed differences in adaptation of sheep. In: MAIJALA, K. **Genetic resources of pigs, sheep and goat**. Amsterdam: Elsevier, 1991. p.195-233.
- THWAITES, C. J. The comparative effects of undernutrition, exercise and frequency of ejaculation on the size and tone of the testes and on semen quality in the ram. **Animal Reproduction Science**, v.37, p.299-309, 1995.
- VERÍSSIMO, C. J.; TITTO, C.G.; KATIKI, L.M. et al. Tolerância ao calor em ovelhas Santa Inês de pelagem clara e escura. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.10, n.1, p.159-167, 2009.
- VERSTEGEN, J.; IGUER-OUADA, M.; ONCLIN, K. Computer assisted sêmen analyzers in andrology research and veterinary practice. **Theriogenology**, v.57, p.149 -179, 2002.
- VOGLER, C.J.; SAACKE, R. G.; BAME, J.H. Effects of scrotal insulation on viability characteristics of cryopreserved bovine semen. **J. Dairy Sci.**, v.74, p.3827-3835, 1991.
- YANG, W.; YANG, P.P.T. Literature survey on biomedical applications of thermography. **Bio-medical Materials and Engineering**, v.2, p.7-18, 1992.
- WAITES, G.M.H. Temperature regulation and the testis. In: JOHNSON, A.D., GOMES, W.R.; VANDERMARK, N.L. (Eds.) **The testis**. New York: Academic Press. p.241-279, 1970.
- WEST, J.W. Nutritional strategies for managing the hest-stressed dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.21-35, supplement. 2, 1999.

## CAPÍTULO 2

### **CARACTERÍSTICAS CORPORAIS DE OVINOS REPRODUTORES ASSOCIADAS COM A ADAPTAÇÃO AO CALOR NO DISTRITO FEDERAL**

C. A. da Cruz Júnior<sup>a,\*</sup>, C. M. Lucci<sup>b</sup>, L. M. Ribeiro<sup>a</sup>, T. M. Barbosa<sup>a</sup>,  
A. F. Ramos<sup>c</sup>, H. Louvandini<sup>d</sup>, C. McManus<sup>e</sup>

<sup>a</sup> Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil;

<sup>b</sup> Departamento de Fisiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, DF, Brasil;

<sup>c</sup> Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF, Brasil;

<sup>d</sup> CENA USP, Piracicaba, São Paulo, SP, Brasil;

<sup>e</sup> Departamento de Ciências Animais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

#### **RESUMO**

Seis raças foram estudadas para investigar as características relacionadas à tolerância de carneiros adultos ao calor em regiões tropicais. Os animais foram medidos e pesados, a cor do pelo e da pele foram determinados bem como as características fisiológicas, que foram aferidas duas vezes ao dia (pela manhã na sombra e às 14h sob luz solar). Houve diferença entre as distintas raças para a maioria das características avaliadas, com a raça Santa Inês mostrando características mais relacionadas à tolerância ao calor do que as outras raças estudadas. A raça Dorper não foi significativamente melhor que as raças Bergamácia e Hampshire Down, enquanto as raças Texel e Ile de France foram as menos adaptadas entre as raças estudadas. As temperaturas escrotais mais baixas foram na raça Hampshire Down e Dorper, enquanto as mais altas na raça Texel. As características relacionadas à tolerância ao calor devem ser levadas em consideração quando da escolha de raças para a produção de cordeiros em regiões tropicais.

**Palavras-chave:** morfologia, fisiologia, escroto, carneiro, termografia.

#### **ABSTRACT**

Six breeds of ram were studied to investigate traits linked to heat tolerance in tropical regions. Animals were measured and weighed, coat and hair colour determined, as well as physiological traits measured twice a day (early morning in the shade and at 14:00 in sunlight). There were distinct differences among breeds for most of the traits measured, with the Santa Ines showing traits more linked to heat tolerance than other breeds. The Dorper was not significantly better than Bergamasca or Hampshire Down breeds, while Texel and Ile de France were less well adapted than the other breeds studied. Scrotal temperatures were lowest in Hampshire Down and Dorper while highest in Texel. Traits linked to heat tolerance should be taken into consideration when choosing breeds for lamb production in tropical regions.

**Keywords:** morphology, physiology, scrotum, sheep, thermography.



## 1 INTRODUÇÃO

Na região centro-oeste do Brasil, o sistema de exploração ovina predominante é o extensivo, onde matrizes e reprodutores ficam em pastos com escassez de sombra, expostos a forte radiação solar. Em especial no Distrito Federal, somam-se à radiação solar os baixos índices de umidade relativa do ar na estação seca, que vai do final de março ao início de outubro.

As variações climáticas podem intensificar o estresse térmico em decorrência de alterações no balanço de energia térmica entre o animal e o ambiente, o qual é influenciado pelas características ambientais (radiação, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento) e mecanismos de termorregulação (condução, radiação, convecção e evaporação) (Sirohi & Michaelowa, 2007). Assim, quaisquer alterações nesses fatores podem modificar a zona de termoneutralidade e desencadear alterações nas funções biológicas dos ovinos, que incluem a depressão na alimentação (consumo e utilização), distúrbio no metabolismo da água, energia, proteína e minerais, reações enzimáticas, secreções hormonais e metabólitos do sangue (Marai et al., 2006a).

Fatores como a espécie, escore corporal, características do pelame e da pele, temperamento e sexo, influenciam o estresse por calor (Brown Brandl, 2009). Não existe consenso entre os autores sobre quais características do animal devem ser usadas para verificar a adaptação ao estresse térmico, entretanto os que mais se destacam são: frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura retal e evaporação cutânea (McManus et al., 2009). Outros indicadores incluem: o volume de ar respirado, a taxa de sudorese, nível de atividade, frequência do movimento ruminal, características hematológicas e outras características fisiológicas (Marai et al., 2007).

Propriedades da pele e pelagem como cor, densidade, diâmetro, profundidade, transmissividade e absorção de calor também afetam as trocas de energia, (Bianchini et al. 2006). Lima et al. (2010) mostraram que os valores de referência na literatura não podem ser aplicáveis a todas as raças utilizadas no Brasil para todas as condições climáticas regionais brasileiras.

Como o estresse por calor pode afetar significativamente a vida produtiva e reprodutiva dos ovinos (Veríssimo et al., 2009), este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar as características associadas à tolerância ao calor em reprodutores de

seis raças (Santa Inês, Bergamácia, Dorper, Texel, Ile de France e Hampshire Down) no Distrito Federal.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Animais e local do experimento

O trabalho foi realizado no Campo Experimental da Fazenda Sucupira, pertencente à Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em Brasília, DF, a 15°47'S e 47°56'O, durante a época seca do ano de 2010. O clima da região é do tipo AW pela classificação de Köppen. Os dados climatológicos durante o experimento podem ser observados na tabela 2.1. A temperatura mínima, temperatura máxima e umidade relativa do ar durante o período experimental foram obtidas no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O índice de temperatura e umidade foi calculado conforme preconizado por Marai et al. (2001), sendo os valores do índice de temperatura e umidade < 72 igual a ausência de estresse por calor, de 72 a 74, igual a estresse moderado, de 74 a 78, igual a estresse severo e maior ou igual a 78, estresse muito severo.

**Tabela 2.1** Médias dos dados climatológicos pela manhã e tarde durante os dias experimentais.

|                 | Tmin (°C) | Tmax (°C) | UR (%) | ITU   |
|-----------------|-----------|-----------|--------|-------|
| MANHÃ (7:00 h)  | 15,70     | 25,06     | 55,66  | 78,71 |
| TARDE (14:00 h) | 23,47     | 26,94     | 30,66  | 79,88 |

Temperatura mínima (Tmin), Temperatura máxima (Tmax), Umidade Relativa (UR), Índice de Temperatura e Umidade (ITU).

Foram avaliados 18 reprodutores puros (registrados na associação brasileira de criadores de ovinos – ARCO), clinicamente sadios, de seis raças (Santa Inês, Bergamácia, Dorper, Texel, Ile de France e Hampshire Down), sendo três representantes por raça. Os animais foram importados de diversas regiões brasileiras aproximadamente 6 meses antes do início do experimento, sendo mantidos nas mesmas condições de manejo e alimentação. Durante o experimento os animais foram mantidos em regime semi-intensivo, alimentados com pastagem de Tifton (*Cynodon spp.*), suplementação de concentrado para ovinos (22,00% de proteína bruta, 2,30% de extrato etéreo, 4,30% de fibra bruta, 1,20% de cálcio, 0,38% de fósforo, 71,50% de NDT), sal

mineral e água *ad libitum*. Entre as 18h e 09h os animais eram mantidos em curral coletivo coberto. Características biométricas corporais, de pele e de pelo, foram obtidas no primeiro dia do experimento. As demais variáveis foram coletadas diariamente, sendo uma no período da manhã (7 am) – área coberta, e outra no período da tarde (2 pm) - área externa, durante três dias consecutivos.

## **2.2 Parâmetros fisiológicos e biometria**

Os parâmetros fisiológicos avaliados foram: frequência respiratória, frequência cardíaca e temperatura retal. A frequência respiratória em movimentos por minuto foi mensurada através da observação dos movimentos do flanco direito do animal, durante um minuto, mantendo-se o observador a uma distância aproximada de 2 metros do animal. A frequência cardíaca, em batimentos por minuto, foi obtida com a utilização de um estetoscópio posicionado entre o terceiro e quarto espaço intercostal, próximo à articulação costovertebral, durante um minuto. A temperatura retal, em °C, foi obtida por meio de termômetro digital mantido no reto do animal até o disparo do sonarizador.

O peso de cada animal foi obtido por meio de balança calibrada em quilogramas. As medidas corporais realizadas foram: altura da cernelha (no ponto mais alto da região interescapular); comprimento do corpo (da ponta da paleta até a tuberosidade isquiática), perímetro da canela e perímetro torácico, todas por meio de fita métrica.

## **2.3 Caracterização de pele e pelo**

A espessura da pele foi realizada na porção central da escápula direita mediante pinçamento digital e mensuração com paquímetro. A espessura da capa de pelos foi medida em centímetros, na cernelha, vértebra torácica 12 (T12) e na garupa, através de paquímetro. A espessura da capa de pelos é a distância perpendicular entre a epiderme e a superfície da capa de pelos. As amostras para determinação do número, comprimento e diâmetro de pelos foram coletadas com auxílio de um alicate especialmente adaptado, segundo procedimento de Lee (1953), na região da parte superior central da escápula direita, cuja área era de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup>. Os pelos

foram colocados em um saco de plástico e depois foram espalhados sobre folha de papel branco e contados com a ajuda de agulha. O comprimento dos pelos foi medido com paquímetro, considerando-se apenas os dez pelos mais longos de cada amostra, de acordo com o procedimento de Udo (1978). O diâmetro do pelo foi mensurado utilizando microscópio óptico adaptado com ocular graduada.

A determinação das cores dos pelos e da epiderme foi realizada utilizando espectrofotômetro (Byk-Gardner Color-Guide) obedecendo ao sistema CIE  $L^*a^*b^*$ , recomendado pela CIE (2004) sendo analisadas a luminosidade e tonalidade.

## **2.4 Temperatura infravermelho**

A temperatura da pele foi mensurada ao ar livre através de termômetro infravermelho Raytek PhotoTemp™ MX6™ nos seguintes pontos: pescoço, garupa, soldra, T12 e escroto.

## **2.5 Termografia**

A temperatura da pele do escroto foi aferida pelo equipamento de termografia infravermelha (ThermaCAM®) a uma distância de 1 metro do animal em 5 pontos: pólos norte, sul, oeste, leste e região central. Outras temperaturas mensuradas com o ThermaCAM® foram: temperatura média na linha do cérebro, temperatura média na linha do focinho, temperatura média na linha do pescoço, temperatura da axília, temperatura da garupa, temperatura da soldra, temperatura média na parte lateral do corpo.

## **2.6 Morfometria testicular**

As medidas testiculares, realizadas foram: perímetro escrotal, medido em centímetros com auxílio de fita métrica na posição mediana do escroto, no ponto de maior dimensão, envolvendo as duas gônadas e a pele, após posicionar os testículos firmemente dentro do escroto; o comprimento, a largura e espessura testicular utilizando paquímetro. Para medir o comprimento testicular, foi considerado o testículo direito, excluindo a cauda do epidídimo no sentido dorso-ventral. A largura testicular foi

medida na porção média do testículo direito no sentido látero-medial. A espessura testicular foi medida na porção média do testículo direito no sentido antero-posterior.

## **2.7 Delineamento Estatístico**

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 6X2 (seis raças e dois períodos), com três repetições. Os dados coletados foram analisados com o Statistical Analysis System, versão 9.2 (SAS<sup>®</sup>), por meio dos métodos da análise de variância, testes de médias (Duncan a 5% de probabilidade) e correlações. Variáveis com altos coeficientes de variação (CV) foram transformadas usando logarítmico.

## **2.8 Aprovação do Comitê de Ética**

Todos os capítulos dessa pesquisa foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso Animal (CEUA) da Universidade de Brasília (processo no 33/2009).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença estatística entre as variáveis estudadas quando comparados os valores do período matutino e vespertino. A raça influenciou significativamente ( $P < 0,01$ ) todas as medidas corporais. Entretanto, as medidas corporais apresentaram valores de CV inferiores a 5,5%, refletindo pequena influência dos efeitos ambientais sobre elas. Resultado semelhante para o peso corpóreo e demais medidas foi obtido por Carneiro et al. (2010) em animais adultos de raças comerciais naturalizadas da América do Sul.

Na Tabela 2.2, verifica-se que a raça Hampshire Down apresentou os maiores valores de medidas corporais. A raça Bergamácia apresentou os menores valores de peso, perímetro torácico e perímetro de canela. O menor valor de altura de cernelha é o da raça Dorper e o menor comprimento do corpo obtido na raça Texel.

**Tabela 2.2** Médias das medidas corporais relativas às raças estudadas.

| Raça | Peso (Kg) | Altura de cernelha (cm) | Perímetro torácico (cm) | Comprimento do corpo (cm) | Perímetro da canela (cm) |
|------|-----------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| HD   | 92,33a    | 76,16a                  | 103,00a                 | 95,66a                    | 10,33a                   |
| IF   | 82,67b    | 69,66b                  | 99,00b                  | 85,66b                    | 10,16a                   |
| DR   | 78,73b    | 64,33c                  | 92,00c                  | 82,66c                    | 9,66b                    |
| TX   | 77,06bc   | 68,16b                  | 98,33b                  | 79,33d                    | 9,06c                    |
| SI   | 71,33c    | 79,33d                  | 94,16c                  | 82,66c                    | 8,76c                    |
| BG   | 61,76d    | 73,83e                  | 88,33d                  | 83,66bc                   | 8,33d                    |

Médias com letras diferentes, na coluna, diferem entre si ( $P < 0,05$ ). HD: Hampshire Down, IF: Ile de France, DR: Dorper, TX: Texel, SI: Santa Inês e BG: Bergamácia.

Marai et al. (2007), demonstraram que o tamanho do animal, forma e superfície corporal são importantes características morfológicas para o equilíbrio térmico corporal. Pequenos animais que possuem área de superfície corporal proporcionalmente grandes podem ser mais vulneráveis à temperatura ambiente.

Valores de correlações positivas elevadas foram constatados entre o peso e o perímetro torácico (0,88) e entre o peso e o perímetro da canela (0,76). Martins et al. (2004) observaram correlações de média a altas ( $> 0,56$ ) de peso vivo ao abate com as medidas de carcaça. Portanto, a seleção de animais com pesos mais elevados à idade

adulta pode resultar em aumento das medidas morfométricas e, conseqüentemente, do tamanho do animal.

Os animais homeotérmicos possuem mecanismos termorregulatórios para ajustar a temperatura corporal em função da temperatura externa (Ferreira, 2005). No presente experimento as frequências cardíaca e respiratória e temperatura retal foram altamente influenciadas ( $P < 0,001$ ) pela raça e temperatura ambiental máxima. O CV das frequências cardíaca (18,29) e respiratória (27,05) são elevados quando comparados com temperatura retal (1,46).

A média da temperatura retal (Tabela 2.3) dos ovinos das seis raças estudadas está dentro da variação normal para ovinos, 38,3 a 39,9°C, segundo Robertshaw (2006).

**Tabela 2.3** Valor médio dos parâmetros fisiológicos relativos às raças estudadas.

| Raça | Frequencia cardíaca (batimentos/minuto) | Frequencia Respiratória (movimentos/minuto) | Temperatura Retal (°C) |
|------|---|---|------------------------|
| TX   | 78,00a                                  | 31,39a                                      | 39,41a                 |
| IF   | 66,54ab                                 | 23,17b                                      | 39,09ab                |
| HD   | 64,98b                                  | 24,39b                                      | 39,17b                 |
| BG   | 63,00b                                  | 19,78b                                      | 38,86bc                |
| DR   | 64,50b                                  | 19,89b                                      | 38,64c                 |
| SI   | 58,50c                                  | 13,00c                                      | 38,02d                 |

Médias com letras diferentes, na coluna, diferem entre si ( $P < 0,05$ ). Acrônimos das raças estão apresentados na tabela 2.2.

As médias de frequência cardíaca estiveram abaixo da faixa de normalidade nos animais da raça Santa Inês, próximo do limite máximo na raça Texel e nas demais raças estudadas dentro da faixa de normalidade (entre 60 e 80 batimentos por minutos segundo Reece, 1996). Isso mostra que o desconforto provocado pelo ambiente não foi acentuado o suficiente para alterar a frequência cardíaca além dos limites fisiológicos estabelecidos para animais criados em clima temperado. Observou-se que todas as raças, na média geral, tiveram uma frequência cardíaca significativamente superior ao grupo racial Santa Inês, sugerindo um maior desafio para as demais raças termorregularem na mesma condição ambiental. Resultados semelhantes foram obtidos por Paludo et al. (2002), Puoli Filho et al. (2007) e Oliveira et al. (2005).

Tomando a frequência respiratória como indicador mais sensível de estresse, observa-se que os animais Santa Inês mantiveram a frequência respiratória abaixo dos limites descritos como fisiológicos (16-34 mov/min, segundo Reece, 1996) e a frequência respiratória dos carneiros Texel mantiveram-se dentro da faixa de normalidade, embora com valor limítrofe, denotando maior esforço para perda de calor quando comparados com as demais raças deste estudo.

Cardoso et al. (2002) constataram que a avaliação da adaptação ao estresse térmico na temperatura retal, frequência respiratória e variáveis fisiológicas em altas temperaturas foi insuficiente. Castanheira et al. (2009) verificaram que em ovinos lanados, a transpiração foi o meio mais importante de perda de calor, enquanto a respiração era mais importante em ovinos deslanados (McManus et al., 2011).

Valores de correlações positivas elevados foram constatados entre a frequência cardíaca e respiratória (0,72), frequência cardíaca e temperatura ambiental máxima (0,63), demonstrando que o aumento na temperatura ambiente está acompanhado de aumento em frequências cardíaca e respiratória.

A raça também influenciou significativamente as características de pelo e pele estudadas (Tabela 2.4). Todas as características avaliadas apresentam CV oscilando entre 16% a 44,77%. Esses resultados demonstram grau elevado de variação fenotípica nas características de pelo e pele entre os indivíduos coletados. Uma característica que está relacionada à adaptação ao meio é o pelame do animal, por delimitar uma fronteira entre o animal e o ambiente físico circundante (Bianchini et al., 2006).

**Tabela 2.4.** Médias dos componentes de pelo e pele relativas às raças estudadas.

| Raça | Espessura da pele (mm) | Pelo   |               |                  | Espessura da capa de pelos |          |             |
|------|------------------------|--------|---------------|------------------|----------------------------|----------|-------------|
|      |                        | Número | Diâmetro (mm) | Comprimento (cm) | Cernelha (cm)              | T12 (cm) | Garupa (cm) |
| HD   | 5,40c                  | 3075a  | 0,21a         | 15,97a           | 6,06a                      | 3,91a    | 4,06a       |
| IF   | 6,11bc                 | 4450b  | 0,18a         | 17,33ab          | 3,83b                      | 4,33a    | 3,01b       |
| DR   | 7,43a                  | 3532c  | 0,21a         | 6,13c            | 2,12c                      | 1,33c    | 1,01c       |
| TX   | 5,66c                  | 3448c  | 0,24a         | 19,86b           | 9,83d                      | 8,83b    | 7,83d       |
| SI   | 6,77ab                 | 276d   | 2,17b         | 2,06d            | 0,76e                      | 0,81c    | 0,66c       |
| BG   | 7,56a                  | 2571e  | 0,23a         | 17,47ab          | 6,83a                      | 4,33a    | 4,83e       |

Médias com letras diferentes, na coluna, diferem entre si ( $P < 0,05$ ). Acrônimos das raças estão apresentados na tabela 2.



A menor média encontrada para espessura de pele foi a da raça Hampshire Down, seguida da raça Texel, não havendo entre elas diferença significativa. A raça Dorper foi a que apresentou maior espessura de pele. McManus et al. (2009) verificaram que ovelhas Santa Inês marrom são menos bem adaptadas que as brancas por apresentarem pele mais grossa, pelos mais longos e menor número de glândulas sudoríparas. Outros autores também encontraram uma alta variação para as características da pele de ovinos (Jacinto et al., 2004). Yeates (1955) demonstrou que a pele fina e lisa está associada à resistência ao estresse térmico em ambientes frios e que a pele grossa seria uma ameaça a sobrevivência em ambientes onde a temperatura foi superior a 40,5°C.

O maior número de pelos foi encontrado na raça Ile de France e o menor na raça Santa Inês (Tabela 2.4). Gebremedhin et al. (1997) sugeriram a importância do número de pelos, por unidade de área, para a proteção da epiderme contra a radiação ultravioleta. Em geral, ovinos com menor quantidade de pelos podem ser mais bem adaptados ao estresse térmico do que os que possuem lã. Quanto menor o número de pelos por unidade de área, mais facilmente o vento penetra na capa e remove o ar aprisionado entre os pelos, o que favorece a transferência térmica. Foi observado que a raça Bergamácia apresenta menor quantidade de pelos dentro das raças lanadas.

As raças que apresentaram maiores comprimentos de pelo foram a Texel, Bergamácia e Ile de France, sem haver diferença estatística significativa entre elas. O menor comprimento de pelo foi observado na raça Santa Inês. A raça que apresentou o maior diâmetro de pelo foi a Santa Inês. Não foi encontrada diferença significativa entre as demais raças estudadas quanto ao diâmetro dos pelos (Tabela 2.4). Maia et al. (2005) observaram que o comprimento e a espessura do pelo, foram características importantes na adaptação dos animais nos trópicos, com uma adaptação diminuindo com o aumento no comprimento do pelo.

As maiores espessuras da capa de pelos na cernelha, T12 e garupa foram observadas na raça Texel. As áreas que demonstraram maior separação entre as raças estudadas foram a cernelha e garupa. As menores espessuras da capa de pelos na cernelha, T12 e garupa foram observadas na raça Santa Inês, sem diferenças com a raça Dorper em T12 e garupa. Os animais com pelagem mais espessa e mais densa têm maior dificuldade em eliminar calor latente através da evaporação cutânea (Holmes, 1981). De acordo com Stone et al. (1992) a espessura da capa altera a quantidade de

energia metabolizável necessária para a manutenção. Com a dificuldade em libertar calor latente do corpo, o organismo utiliza mecanismos compensatórios que levam à gasto de energia, o que é desfavorável para animais de produção. Finch et al. (1984) também mostrou que as peles grossas e com lã estavam associadas com a resistência à dissipação do calor corporal.

Valores de correlações positivas elevadas, maior que 0,90 foram constatados entre espessura da capa de pelo na cernelha, T12 e espessura da capa de pelos na garupa. Correlação negativa e alta (-0,82) foi observada entre o diâmetro e número de pelos e entre o diâmetro e comprimento do pelo (-0,60) demonstrando uma tendência em haver aumento no diâmetro e diminuição do comprimento e número de pelos. Ocorreu correlação positiva moderada entre espessuras da capa de pelo na cernelha, T12, garupa e frequência respiratória e temperatura retal. O número e comprimento de pelos apresentaram correlação positiva baixa com frequências cardíaca e respiratória e temperatura retal. O diâmetro do pelo e a espessura do pelo apresentaram correlação negativa baixa com os parâmetros fisiológicos estudados.

A luminosidade ou valor de uma determinada cor está associada a quantidade de branco ou preto existente nela, sendo expressa pela variável L\*. Dizer que a cor de um objeto é branca ou preta a olho nu pode implicar em erro uma vez que branco em luminosidade quer dizer luz total e preto ausência de luz. Assim, é preferível utilizar cor clara (com luminosidade) ou escura (sem luminosidade). Na tabela 2.5 encontram-se as médias dos níveis de luminosidade de pelo e pele.

**Tabela 2.5** Médias dos níveis de pigmentação de pelo e pele relativos às raças estudadas, utilizando o método CIELa\*b\*.

| Raça | Pelo    |        |        | Epiderme |         |        |
|------|---------|--------|--------|----------|---------|--------|
|      | L       | a*     | b*     | L        | a*      | b*     |
| HD   | 46,38ab | -0,96d | 5,37b  | 50,27b   | 1,12b   | 7,58b  |
| IF   | 48,01ab | 0,91c  | 9,68a  | 56,90a   | -0,40cd | 6,44cb |
| DR   | 52,11a  | 2,53b  | 11,85a | 58,66a   | 0,29c   | 6,16cb |
| TX   | 50,31ab | -0,12d | 5,58b  | 58,52a   | -1,06de | 4,54c  |
| SI   | 29,01c  | 4,46a  | 10,11a | 34,31c   | 3,99a   | 10,83a |
| BG   | 44,71b  | 0,97c  | 9,77a  | 59,50a   | -1,27e  | 4,78c  |

Médias com letras diferentes, na coluna, diferem entre si ( $P < 0,05$ ). Acrônimos das raças estão apresentados na tabela 2. L: luminosidade; a\*: tonalidade escala a; b\* tonalidade escala b.

A menor média encontrada para luminosidade de pelo foi da raça Santa Inês indicando luminosidade mais próxima da cor preta, as demais raças apresentaram valores superiores a 44, indicando luminosidade próxima de branco, sendo a mais alta luminosidade na raça Dorper. A maior luminosidade de pele foi a da raça Bergamácia e a menor na raça Santa Inês. Dessa forma a luminosidade de pelo da raça Santa Inês permitiu separá-la das demais raças estudadas. Além das características anatômicas do pelo, a raça Santa Inês apresentou luminosidade de pele escura, resultado semelhante ao observado nos estudos de Verissimo et al. (2009) e McManus et al. (2009). Embora a reflexão seja maior em uma capa de coloração clara, para que essa vantagem seja efetiva, a epiderme deve ser pigmentada e os pelos densamente distribuídos sobre ela (Veríssimo et al.; 2009). A combinação de pelame de luminosidade baixa com epiderme escura é a alternativa mais desejável, quando não se tem pelo de luminosidade branca em virtude da necessidade de bloquear a penetração ultravioleta intensa dos trópicos. Contrariamente ao gado bovino, ovelhas de pelo escuro demonstram possuir a pele mais pigmentada.

A cor da pele pode ser dividida em pigmentação constitutiva e pigmentação facultativa (Lee & Park, 2005). A pigmentação constitutiva, é determinada geneticamente, e a pigmentação facultativa se refere a mudanças devido ao estresse externo tal como a exposição à luz solar. Os fatores que afetam a cor da pele são a quantidade e a estrutura dos pigmentos de melanina, bilirrubina, hemoglobina e caroteno ( Masuda, 2009 ), bem como a distribuição dos vasos sanguíneos.

Yun et al. (2010) verificaram que a cor da pele humana é efetivamente determinada pela melanina e hemoglobina ao obterem valores de correlação de Pearson elevada entre o índice de melanina e a luminosidade (-0,87),  $a^*$  (0,79) e  $b^*$  (0,81), bem como entre o índice eritema (hemoglobina) e  $L^*$  (-0,71),  $a^*$ (0,85). Correlação baixa e positiva foi encontrada entre o índice eritema e  $b^*$  (0,09), demonstrando ser  $b^*$  mais influenciado pela melanina do que pela hemoglobina. Diante do exposto, pode-se afirmar que no presente experimento os animais com menor luminosidade possuem maior quantidade de melanina na pele bem como hemoglobina.

A tonalidade é expressa pelas cores primárias vermelho, verde, amarelo e azul, sendo expressa pelas variáveis  $a^*$  e  $b^*$ . Correspondem ao comprimento de onda da cor dominante, isto é, da cor observada. Cada cor-pigmento possui uma quantidade de luz refletida sendo que o vermelho reflete mais a luz do que o verde e o amarelo

refletem mais do que o azul. O vermelho e o amarelo são cores quentes e o verde e azul são frias. Os resultados de tonalidade de pelo para pigmentos A, demonstram a existência de dois grupos de raças, sendo um grupo, a+ (Ile de France, Bergamácia, Dorper, Santa Inês), ou seja, localizados na reta de pigmento vermelho e outro grupo a- (Hampshire Down, Texel), localizado na reta de pigmento verde. A maior tonalidade na reta vermelha foi a Santa Inês e a menor na reta verde foi a Hampshire Down. Para pigmentos de pelo B, todas as raças são positivas, estando no eixo de pigmentação amarela. Não foi observado diferença estatística significativa pelo teste de Duncan entre as raças Ile de France, Dorper, Santa Inês, e Bergamácia para os pigmentos de pelo amarelo, entretanto ocorreu entre essas e as raças Hampshire Down e Texel. As tonalidades vermelha e verde observadas em a\* sofreram influência apenas do amarelo de + b\*, o que faz com que as tonalidades a\* sejam mais amareladas, favorecendo a perda de calor quando comparadas à tonalidade azul (- b\*). Entre as raças estudadas as raças Ile de France, Bergamácia, Dorper, Santa Inês possuem maior capacidade de refletir a luz, o que favorece a troca de calor quando avaliado o componente pelo.

Bertipaglia et al. (2007) mostraram que as características da pele afetam a tolerância ao calor em animais. Os resultados de tonalidade de pele para pigmentos A, demonstram a existência de dois grupos de raças, sendo um grupo, a+ (Hampshire Down, Dorper e Santa Inês), ou seja, localizados na reta de pigmento vermelho (mais melanina e hemoglobina) e outro grupo a- (Ile de France, Bergamácia, Texel), localizado na reta de pigmento verde (menores quantidades de hemoglobina e melanina). A maior tonalidade na reta vermelha foi a Santa Inês e a menor na reta verde foi a Bergamácia. É sugestivo que os animais do grupo a+ tenham maior densidade de anastomoses arteriovenosas cutâneas, o que facilita o aumento do fluxo sanguíneo para a pele durante o estresse térmico bem como a perda de calor através da condução e convecção.

Para pigmentos de pele B não foi observado diferença estatística significativa entre as raças sendo todas alocadas na reta positiva de b (amarelo). Uma possível explicação para esses resultados advém da influência apenas da melanina sobre b\*, pigmento este de coloração marrom amarelado.

De acordo com os resultados obtidos, a pele dos animais alocados no grupo a+ tem maior capacidade de bloquear os efeitos deletérios dos raios ultra violeta

que o grupo b+ . A influência da raça foi observada em todos os níveis de pigmentação de pele e pelo.

Correlações baixas, menores que 0,45, foram constatados entre os níveis de pigmentação do pelo e da pele e as características fisiológicas estudadas (frequências cardíaca e respiratória e temperatura retal), sendo positiva entre luminosidade de pele e pelo e características fisiológicas. Correlações negativas foram observadas entre características fisiológicas e pigmentação de pele e pelo. Verissimo et al. (2009) não encontraram qualquer efeito de cor da pelagem na tolerância ao calor em ovinos Santa Inês (claro e escuro) pois trataram duas luminosidades de pelagem (branco e marrom) como sendo um só grupo. McManus et al. (2009) encontraram diferenças entre os grupos (branco, marrom e preto), sendo os animais da cor branca os de menor frequência cardíaca, respiratória e temperatura retal que os outros grupos, o que demonstra melhor adaptação ao calor.

Verifica-se na tabela 2.6 que a média dos valores de temperatura corpórea das seis raças estudadas aferida com termômetro de infravermelho no pescoço, na garupa e na soldra foram superiores aos valores observados nos mesmos pontos e aferidos com o termógrafo. Provavelmente esta diferença nos resultados ocorre pois o termômetro infravermelho captura a temperatura apenas em um ponto e o termógrafo captura todo o perfil de temperatura da área estudada como uma foto bidimensional. Entre os três pontos mensurados com o termômetro de infravermelho, o ponto do corpo com maior valor de temperatura registrada foi a soldra, sendo as menores temperaturas dessa região registradas nas raças Santa Inês e Dorper. As regiões da axila e da virilha são altamente vascularizadas (McCutcheon & Geor, 2008), sendo demonstrado no presente estudo que a área de maior vascularização também apresentou as maiores temperaturas corporais. As elevadas temperaturas de soldra podem ser atribuídas à capacidade de aumento sanguíneo, ou seja, vasodilatação periférica destas regiões (Ribeiro et al., 2008), por serem altamente vascularizadas, onde os mecanismos vasomotores são mais evidentes (Cunnigham, 2002).

Todos os pontos aferidos por termógrafo foram altamente influenciados ( $P < 0,001$ ) pela temperatura máxima e raça, enquanto as temperaturas aferidas por infravermelho na garupa e soldra, foram altamente influenciadas somente pela raça. A temperatura na garupa aferida por infravermelho foi altamente influenciada por temperatura máxima ambiental, sendo as temperaturas aferidas por infravermelho na

soldra e pescoço moderadamente influenciadas por temperatura máxima ambiental. Correlação positiva elevada ( $>0,63$ ) foi constatada entre as temperaturas obtidas por termografia na cernelha, focinho, pescoço, garupa, corpo, axila, soldra. Correlação positiva elevada ( $>0,62$ ) foi constatada entre temperatura máxima ambiental e temperaturas obtidas por termografia.

Verificou-se diferença altamente significativa ( $P<0,01$ ) nas características biométricas testiculares entre as raças estudadas e que as temperaturas e características do escroto foram altamente influenciadas ( $P<0,001$ ) pela raça. As temperaturas do escroto aferida com o termógrafo foram altamente influenciada pela temperatura máxima ambiental. As características escrototesticulares não foram influenciadas pela temperatura máxima ambiental.

Os maiores valores das características morfométricas testiculares foram observados na raça Hampshire Down e os menores foram encontrados nas raças Bergamácia seguida da Texel (Tabela 2.7). Foi observado nesse experimento que a raça Hampshire Down possui a média do perímetro escrotal maior que observada por Almeida et al. (2003) em animais com idade de 24 a 30 meses e peso vivo médio de 108,36kg.

As maiores médias de temperaturas escrotais aferidas com o termômetro de infra vermelho foram nas raças Texel e Bergamácia e a menor na Dorper. A maior media de temperatura testicular aferida com o termógrafo foi de 35,49 °C no pólo norte testicular da raça Texel e a menor foi no pólo sul da raça Dorper (29,49 °C).

Não foi observado diferença significativa na Termografia do polo sul entre as raças estudadas. Na maioria das raças a termografia do escroto no pólo norte foi superior que nos demais pontos mensurados demonstrando haver um gradiente de temperatura que decresce do pólo norte ao pólo sul da face posterior testicular nas raças estudadas. Esse resultado pode ser atribuído à vascularização em formato de cone, com maior dissipação do calor ao norte que ao sul. Os resultados obtidos são semelhantes aos obtidos por Kastelic et al. (1997) para bovinos. Valores de correlações positivas baixas ( $< 0,45$ ) foram constatados entre temperatura retal e temperaturas do escroto, semelhante aos resultados obtidos por Alves et. al.(2006).

**Tabela 2.6** Média dos valores de temperatura (°C) corpórea aferida com termômetro de infravermelho e termografia relativas às raças estudadas.

| Raça | Termômetro de infravermelho |          |        |         | Termografia |         |         |         |         |         |        |  |
|------|-----------------------------|----------|--------|---------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--|
|      | Pescoço                     | Garupa   | Soldra | T12     | Cernelha    | Focinho | Pescoço | Axila   | Garupa  | Soldra  | Corpo  |  |
| HD   | 33,07a                      | 34,82ab  | 36,28a | 33,76bc | 32,07ab     | 32,22a  | 30,67b  | 28,43c  | 30,48b  | 28,52b  | 29,79b |  |
| IF   | 34,04a                      | 35,16ab  | 36,44a | 33,49cd | 31,21b      | 32,79a  | 31,03b  | 30,39bc | 30,88b  | 29,35b  | 30,16b |  |
| DR   | 33,66a                      | 33,79bc  | 34,43b | 32,24d  | 32,47ab     | 32,29a  | 32,71a  | 32,57ab | 31,79ab | 32,23ab | 31,42b |  |
| TX   | 33,88a                      | 35,89a   | 36,72a | 35,59a  | 33,99ab     | 33,88a  | 30,81b  | 29,14bc | 31,60ab | 29,30b  | 30,75b |  |
| SI   | 33,67a                      | 32,6529c | 34,36b | 29,17e  | 35,01a      | 32,91a  | 34,91a  | 35,20a  | 36,78a  | 34,10a  | 36,16a |  |
| BG   | 34,11a                      | 36,16a   | 36,46a | 34,94ab | 31,75b      | 32,93a  | 31,39b  | 28,99bc | 31,59ab | 30,39ab | 30,82b |  |

Médias com letras diferentes, na coluna, diferem entre si ( $P < 0,05$ ). Acrônimos das raças estão apresentados na tabela 2.

**Tabela 2.7.** Média dos valores de características do escroto e testículo relativas às raças estudadas

| Raça | Infravermelho | TERMÓGRAFO |        |         |         |         | ESCROTO   | TESTÍCULO   |         |           |
|------|---------------|------------|--------|---------|---------|---------|-----------|-------------|---------|-----------|
|      |               | Norte      | Sul    | Oeste   | Leste   | Centro  | Perímetro | Comprimento | Largura | Espessura |
| TX   | 32,50a        | 35,23a     | 30,84a | 33,34a  | 33,42a  | 34,03a  | 29,17d    | 7,83c       | 5,67d   | 10,33d    |
| IF   | 30,19b        | 34,21a     | 30,09a | 32,24ab | 31,46bc | 32,39b  | 33,32b    | 9,32b       | 6,53ab  | 11,85b    |
| HD   | 29,67cb       | 31,54b     | 30,56a | 31,74bc | 31,79bc | 31,89b  | 36,67a    | 10,33a      | 6,83a   | 13,17a    |
| BG   | 31,63a        | 35,49a     | 30,66a | 31,58bc | 32,68ab | 33,17ab | 27,00e    | 9,33b       | 6,00c   | 10,33d    |
| DR   | 28,71c        | 32,62b     | 29,49a | 30,73c  | 30,90c  | 31,81b  | 33,50b    | 9,33b       | 6,33bc  | 11,83b    |
| SI   | 29,70bc       | 34,47a     | 30,41a | 32,26ab | 32,66ab | 32,88ab | 31,35c    | 9,26b       | 6,18bc  | 10,97c    |

Médias com letras diferentes, na coluna, diferem entre si ( $P < 0,05$ ). Acrônimos das raças estão apresentados na tabela 2.

O comprimento do corpo apresentou correlação alta e positiva com as características morfométricas testiculares estudadas, sendo a maior correlação entre comprimento do corpo e espessura testicular (0,75) e a menor entre comprimento do corpo e comprimento testicular (0,60). Almeida et al. (2003), em estudo com cordeiros Santa Inês, constataram relação positiva entre circunferência escrotal e medidas corporais, o que significa que animais com maior circunferência escrotal apresentam maiores potenciais produtivo, reprodutivo e zootécnico. Correlação positiva e alta foi observada entre o peso e perímetro escrotal (0,66) e entre o peso e espessura do testículo (0,67). Bittencourt et al. (2003) trabalharam com ovinos Santa Inês de várias idades e encontraram correlações positivas ( $P < 0,01$ ) entre o peso e comprimento do testículo, largura do testículo. O perímetro escrotal é a medida mais utilizada, possuindo expressiva importância no momento da seleção de reprodutores, por apresentar correlação positiva com o peso testicular e com o peso corporal (Lôbo et al., 1997), além de exibir altas correlações com produção e qualidade espermática (Mesquita, 2004). Destaca-se, ainda, por ser uma característica de fácil mensuração, estando menos sujeita a possíveis erros de mensuração e interpretação, possuir de média a alta herdabilidade e repetibilidade (Snowder et al., 2002), e possuir correlação com as demais medidas biométricas testiculares como comprimento, largura, peso e volume (Forni & Albuquerque, 2004).

Valores de correlações positivas altas ( $> 0,75$ ) foram constatados entre espessura do testículo e perímetro escrotal, comprimento do testículo, largura do testículo. Ocorreu correlação positiva moderada entre comprimento do testículo e perímetro do escroto (0,60) e entre largura do testículo, perímetro escrotal e comprimento do testículo. As correlações entre medidas testiculares e peso vivo geralmente são expressivas nas fases de pré-puberdade e puberdade, mas tornam-se paulatinamente sem significância à medida que o animal atinge a fase adulta (Sousa et al., 2007).

Observa-se correlação moderada positiva entre frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura do escroto no pólo sul aferida com termógrafo, e correlação positiva baixa entre frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura do escroto aferida com infravermelho e termografia nos pólos norte, oeste, leste e central demonstrando que apesar de não haver grande influência das características fisiológicas mensuradas na termorregulação testicular a relação é positiva.



Houve baixas correlações positivas ( $< 0,45$ ) entre as temperatura escrotais aferidas com o infravermelho e o termógrafo. As temperaturas aferidas com o termógrafo apresentam correlações altas entre si. Todas as temperaturas testiculares possuem correlação baixa e negativa com as características morfométricas escrototesticulares.

#### **4 CONCLUSÕES**

A raça influencia significativamente as características de termorregulação.

As características estudadas não devem ser usadas isoladamente para determinar o estresse térmico em ovinos.

As frequências cardíaca e respiratória são mais influenciadas pelo meio ambiente do que a temperatura retal.

Entre as raças estudadas, a raça Santa Inês apresentou características fisiológicas compatíveis com a melhor termorregulação nas condições climáticas do Distrito Federal.

Os parâmetros colorimétricos ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) avaliados no presente estudo permitiram caracterizar de maneira quantitativa e qualitativa a cor de pelo e pele para cada raça.

A termografia apresenta-se como melhor método para avaliar o calor irradiado pelo testículo quando se tem por objetivo diferenciar o gradiente térmico testicular.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A.K.; BITTENCOURT, R.F.; RIBEIRO FILHO, A.L. et al. Circunferência escrotal e medidas corporais em carneiros Santa Inês de várias idades. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.27, n.2, p.197-199, 2003.
- ALVES, J.M.; MCMANUS, C.; LUCCI, C.M. et al. Estação de nascimento e puberdade em cordeiros Santa Inês. **R. Bras. Zootec.** v.35, n.3, p.958-966, 2006.
- BERTIPAGLIA, E.C.A.; DA SILVA, R.G.; CARDOSO, V. et al. Hair coat characteristics and sweating rate of Braford cows in Brazil. **Livest. Sci.**, v.112, p. 98-108, 2007.
- BIANCHINI, E.; MCMANUS, C.; LUCCI, C. M. et al. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros . **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.9, p.1443-1448, 2006.
- BITTENCOURT, R.F.; RIBEIRO FILHO, A.L.; ALMEIDA, A.K. et al. Avaliação de carneiros da raça Santa Inês baseando-se na circunferência escrotal. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.27, n.2, p.195-197, 2003.
- BROWN BRANDL, T.M. Overview of the Progress in Reducing Environmental Effects on Cattle. In: **Proceedings American Dairy Science Association 18th Discover Conference**, Nashville, IN. 2009.
- CARDOSO, S.J.M.; GOMES, DA S.R.; MARIO, C.M. et al. Analysis of some physiological variables for the evaluation of the degree of adaptation in sheep submitted to heat stress. **R. Bras. Zootec.**, v.31, p.2070- 2077, 2002.
- CARNEIRO, H.; LOUVANDINI, H.; PAIVA, S. R. et al. Morphological characterization of sheep breeds in Brazil. **Small Rumin Res.** v.94, p.58-65, 2010.
- CASTANHEIRA, M.; PAIVA, S. R.; LOUVANDINI, H. et al. Multivariate analysis for characteristics of heat tolerance in horses in Brazil. **Trop Anim Health Prod.**, v.42, p.185–191, 2010.
- CIE 015:2004.** Colorimetry, Commission Internationale de L'Eclairage. 3.ed, 2004. 79p.
- CUNNINGHAM, J. G.. **Textbook of veterinary physiology**. 3. ed. .WS. Saunders Company. New York. 2002. 575 p.
- FERREIRA, R.A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005. 371p.

- FINCH, V.A.; BENNETT, I.L.; HOLMES, C.R. Coat colour in cattle: effect on thermal balance, behaviour and growth, and relationship with coat type. **Journal of Agricultural Science**, v.102, p.141-147, 1984.
- FORNI, S.; ALBUQUERQUE, L.G. Avaliação de características biométricas de testículos de bovinos Nelore. In: Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 5., 2004, Pirassununga- SP. **Anais...** Pirassununga-SP: SBMA, 2004. CD Rom.
- GEBREMEDHIN, K.G., NI, H., HILLMAN, P.E. Temperature profile and heat flux through irradiated fur layer. In: **INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM**. Bloomington., v.1, p. 226-233, 1997.
- HOLMES, C.W. A note on the protection provided by the hair coat or fleece of the animal against the thermal effects of simulated rain. **Animal Production**, v.32, p.225-226, 1981.
- JACINTO, M.A.C.; SOBRINHO, A.G.S.; COSTA, R.G. Características anátomo-estruturais da pele de ovinos (*Ovis áries* L.) lanados e deslanados, relacionadas com o aspecto físico-mecânico do couro. **R. Bras. Zootec.**, v.33, p.1001-1008, 2004.
- KASTELIC, J.P.; COOK, R.B.; COULTER, G.H. Scrotal/testicular thermoregulation and the effects of increased testicular temperature in the bull. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.**, v.13, p.271-282, 1997.
- LEE, D.H.K. **Manual of field studies on heat tolerance in domestic animals**. Roma: FAO, 1953. 161p.
- LEE, M.H.; PARK, J.H. A study of skin color by melanin index according to site, gestational age, birth weight and season of birth in Korean neonates. **J Korean Med Sci.**, v.20, p.105-108, 2005.
- COSTA, E.P.S.; TAKEDA, F.R.P.C. Avaliação da Adaptabilidade de Ovinos Santa Inês ao Clima Amazônico. **Rev. electrón. vet.**, v.11, n. 03, 2010.
- LÔBO, R.N.B.; MARTINS FILHO, R.; FERNANDES, A.A. O. Correlações entre o desenvolvimento do perímetro escrotal e caracteres de crescimento em ovinos da raça Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.2, p.265-271, 1997.
- 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, 2005.
- MARAI, I.F.M.; AYYAT, M.S.; ABD EL-MONEM, U.M. Growth performance and reproductive traits at first parity of New Zealand White female rabbits as affected by heat stress and its alleviation, under Egyptian conditions. **Trop. Anim. Health Prod.**, v. 33, p. 457-462, 2001.

- MARAI, I.F.M.; EL- DARAWANY, A.A.; ABOU-FANDOUD, E.I. et al. Serun blood components during pre-oestrus, oestru and pregnancy phases in Egyptian Suffolk as affected by heat stress, under the conditions of Egypt. **Egypt. J. Sheep Goats Desert Anim. Sci.**, v.1, n.1, p.47–62, 2006a.
- MARAI, I.F.M.; EL-DARAWANY, A.A.; FADIEL, A. et al. Physiological traits as affected by heat stress in sheep—A review. **Small Ruminant Research**, v.71. p.1–12, 2007.
- MARTINS, C.M.; OLIVEIRA, H.A.; SAIKI, M.Y. 2004. Correlações entre circunferência escrotal, características de carcaça e peso avaliados até a idade de 15 meses, em tourinhos de dois grupos genéticos.. In: **41 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia – Anais**. Campo Grande. 2004.
- MASUDA, Y.; YAMASHITA, T.; HIRAO, T. et al. An innovative method to measure skin pigmentation. **Skin Res Tech.**, v.15, p.224–229, 2009.
- McCUTCHEON, L.J.; GEOR, R.J. Thermoregulation and exercise-associated heat stress. In: HINCHCLIFF, K.W.; GEOR, R.J.; KANEPS, A.J. **Equine exercise physiology: the science of exercise in the athletic horse**. Philadelphia: Elsevier, 2008, p.382-386.
- MCMANUS, C.; PALUDO, G.R.; LOUVANDINI, H. et al. Heat Tolerance in Naturalized Brazilian Sheep: Physiological and Blood Parameters. **Tropical Animal Health and Production**, v.41, p.95-101, 2009.
- MCMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; PAIM, T.P. et al. The challenge of sheep farming in the tropics: aspects related to heat Tolerance. **R. Bras. Zootec.**, v.40, p.107-120, 2011.
- MESQUITA, F.L.T. **Desenvolvimento testicular, idade à puberdade e características seminais em carneiros F1(Dorper x Somalis Brasileira) criados no nordeste do Brasil**. Fortaleza: UECE, 2004. 66p. Dissertação Mestrado.
- OLIVEIRA, F.M.M.; DANTAS, R.T.; FURTADO, D.A. et al. Parâmetros de conforto térmico e fisiológico de ovinos Santa Inês, sob diferentes sistemas de condicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.631-635, 2005.
- PALUDO, G.R.; MCMANUS, C.; MELO, R.Q. et al. Efeito do estresse térmico e do exercício sobre os parâmetros fisiológicos de cavalos do exército brasileiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.31, n.3, p.1.130- 1.142, 2002.
- PUOLI FILHO, J.N.P.; BARROS NETO, T.L.; RODRIGUES, P.H.M. et al. Parâmetros fisiológicos do desempenho de cavalos de alta performance hidratados voluntariamente com água ou solução isotônica contendo carboidrato. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v.44, n.2, p.122-131, 2007.

- RIBEIRO, N.L.; FURTADO, D.A.; MEDEIROS, A.N. et al. Avaliação dos índices de conforto térmico, Parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. **Eng agríc.**, v. 28, p. 614-623, 2008.
- REECE, W.O. **Fisiologia de animais domésticos**. São Paulo: Roca, 1996. p.137-254.
- ROBERTSHAW, D. Regulação da temperatura e o ambiente térmico. In: REECE, W.O. **Dukes/Fisiologia dos animais domésticos**. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p.897 – 908.
- SAS Institute Inc. Proceedings of the SAS®. **Global Forum 2008 Conference**. Cary, NC: SAS Institute Inc, 2008.
- SIROHI, S.; MICHAELAWA, A. Sufferer and cause: Indian livestock and climate change. **Climatic Change**, v.100, p.120-134, 2007.
- SNOWDER, G.D.; STELLFLUG, J.N.; VAN VLECK, L.D. Heritability and repeatability of sexual performance scores of rams. **Journal of Animal Science**, v.80, n.6, p.1508–1511, 2002.
- SOUZA, J.A.T.; CAMPELO, J.E.G.; MACEDO, N.A. et al. Biometria testicular, características seminais, libido e concentração de testosterona em ovinos da raça Santa Inês, criados a campo, na microrregião de Campo Maior, Piauí. **Ciênc Vet Trop.**, v.10, p.21-28, 2007.
- STONE, W.C.; CHASE, L.E.; FOX, D.G. Field application of the Cornell Net carbohydrate and protein system in a progressive dairy herd. **Proceedings Cornell Nutrition Conference**. Ithaca, p.168-172, 1992.
- UDO, H. M. **Hair coat characteristics in Friesian heifers in the Netherlands and Kenya: experimental data and a review of literature**. Wageningen: Veenman, 1978. 136p. (MededelingenLandbouwhogeschool Wageningen, 78-6).
- VERÍSSIMO, C. J.; TITTO, C.G.; KATIKI, L.M. et al. Tolerância ao calor em ovelhas Santa Inês de pelagem clara e escura. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.10, n.1, p.159-167, 2009.
- YEATES, N.T.M. Photoperiodicity in cattle. I. Seasonal changes in coat character and their importance in heat regulation. **Aust. J. agric. Res.**, v.6, p.891-903, 1955.
- YUN, I. S.; LEE,W. J.; RAH, D. K. et al. Skin color analysis using a spectrophotometer in Asians. **Skin Research and Technology.**, v.16, p.311–315, 2010.

## CAPÍTULO 3

### **ANÁLISE MULTIVARIADA PARA CARACTERÍSTICAS CORPORAIS ASSOCIADAS COM A ADAPTAÇÃO AO CALOR EM REPRODUTORES OVINOS NO DISTRITO FEDERAL**

C. A. da Cruz Júnior<sup>a,\*</sup>, C. M. Lucci<sup>b</sup>, A. F. da Silva<sup>a</sup>, A. M. de Menezes<sup>a</sup>, C. McManus<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil;

<sup>b</sup> Departamento de Fisiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil;

<sup>c</sup> Departamento de Ciências Animais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

#### **RESUMO**

A análise multivariada conduzida no presente estudo realizado no Distrito Federal – Brasil em três dias consecutivos, utilizou características fisiológica, da carcaça, escrototesticular, pele e pelo de reprodutores puros (registrados na associação brasileira de criadores de ovinos – ARCO), clinicamente sadios, de seis raças (Santa Inês, Bergamácia, Dorper, Texel, Ile de France e Hampshire Down) para testar e determinar quais são as características importantes na adaptação das raças ao estresse térmico e a habilidade das características e técnicas estatísticas para separar as raças estudadas. Entre as características estudadas, a frequência respiratória, o perímetro escrotal e a luminosidade de pelo e pele são as que mais influenciaram na termorregulação. Não foi observado diferença entre as distâncias euclidiana das raças Santa Inês e Bergamácia, sendo essas as mais tolerantes ao estresse térmico.

**Palavras-chave:** diagrama de árvore, componentes principais, discriminantes, média canônica

#### **ABSTRACT**

Multivariate analysis were carried out on data collected in the Federal District - Brazil on three consecutive days. Physiological, morphological and scroto-testicular characteristics pure bred rams (registered in the Brazilian association of sheep breeders - ARCO), clinically healthy, from six breed (Santa Ines, Bergamasca, Dorper, Texel, Ile de France and Hampshire Down) to determine which features are important in the adaptation of breeds to thermal stress and the ability of the characteristics and statistical techniques to separate the breeds studied. Among the characteristics studied, respiratory rate, scrotal traits and skin luminosity most influenced thermoregulation. There was no difference between the Euclidean distances of the Santa Ines and Bergamasca breeds, these being the most tolerant to heat stress.

Keywords: tree diagram, principal components, discriminant, canonical average

## 1 INTRODUÇÃO

A susceptibilidade individual de um animal ao estresse por calor é influenciada por vários fatores, incluindo espécie, escora, cor ou acabamento, temperamento, sexo e as espessuras do revestimento de pele e pelo (Brown Brandl 2009). Não existe consenso entre os autores sobre quais características do animal devem ser usadas para verificar a adaptação ao estresse térmico, entretanto os que mais se destacam são: frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura retal e evaporação cutânea (McManus et al., 2009). Outros indicadores incluem: o volume de ar respirado, a taxa de sudorese, nível de atividade, frequência do movimento ruminal, características hematológicas e outras características fisiológicas (Marai et al., 2007). Propriedades da pele e pelagem também afetam as trocas de energia, como cor, densidade, diâmetro, profundidade, transmissividade e absorção de calor (Bianchini et al. 2006).

Apesar da existência de muitas características para analisar a tolerância ao calor, a obtenção de dados é muitas vezes demorada e cara, especialmente nos países em desenvolvimento onde as instalações de laboratório e recursos humanos treinados são escassos, havendo a necessidade de avaliar a utilidade dessas características na determinação de diferenças entre as raças e animais (McManus et al., 2011) .

As técnicas de análise multivariada possibilitam avaliar um conjunto de características, levando em consideração as correlações existentes entre elas, o que permite interferir no conjunto de características em um nível de significância conhecido. Alguns autores utilizaram análise multivariada para analisar a distância entre as raças com base em características morfológicas em ovinos e caprinos (Dossa et al., 2007 e Traoré et al., 2008).

O objetivo deste estudo foi associar características físicas com as respostas fisiológicas e determinar quais características ligadas à tolerância ao calor são capazes de separar as seis raças (Santa Inês, Bergamácia, Dorper, Texel, Ile de France e Hampshire Down) e indivíduos através de análises multivariadas de reprodutores ovinos no Distrito Federal.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados os mesmos animais do capítulo 2, ou seja, 18 reprodutores puros de seis raças (Santa Inês, Bergamácia, Dorper, Texel, Ile de France e Hampshire Down), sendo três representantes por raça, nas mesmas instalações, condições de manejo, alimentação e condições bioclimáticas (tabela 1, capítulo 2). Os dados de parâmetros fisiológicos, biometria corporal, caracterização de pele e pelo, temperaturas aferidas com termômetro de infravermelho, termografia e morfometria testicular foram coletados conforme metodologia descrita no capítulo 2 (ver seções 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6).

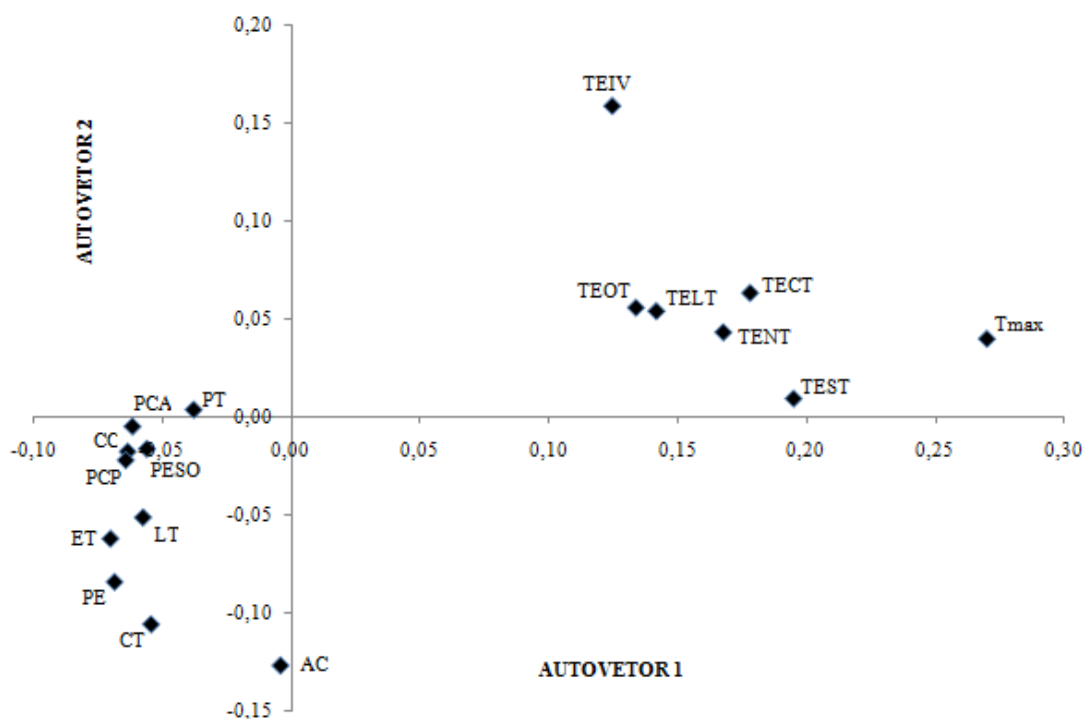
O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 6X2 (seis raças e dois períodos), com três repetições. Após a padronização, realizou-se análise de fatores (PROCFATOR) para identificar as variáveis mais importantes no espaço amostral, diagrama de árvore (TREE) para verificar a distância entre as raças, discriminante (DISCRIM) para distinguir variáveis quantitativas capazes de separar os indivíduos em seus grupos e canônica (CANCORR) para esclarecer as fontes de separação das raças. As análises foram realizadas com o Sistema de Análise Estatístico SAS versão 9.2 (SAS<sup>®</sup>), de acordo com Sneath e Sokal (1973), para colocar os animais em grupos de acordo com seu grau de semelhança e verificar a capacidade discriminatória das características.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Análise de Fatores

O resultado da análise dos fatores para as características biométricas e escrototesticulares está na Figura 3.1. Os dois primeiros autovetores explicaram 44% do total da variação entre as características.



**Figura 3.1** Representação gráfica dos dois primeiros autovetores das características biométricas e escrototesticular, em ovinos reprodutores criados no Distrito Federal. **Tmax**: temperatura ambiental máxima, **PESO**, **AC**: altura de cernelha, **PT**: perímetro torácico, **CC**: comprimento do corpo, **PCA**: perímetro da canela anterior, **PCP**: perímetro da canela posterior, **TENT**: termografia do escroto - pólo norte; **TEST**: termografia do escroto - pólo sul; **TEOT**: termografia do escroto - pólo oeste; **TELT**: termografia do escroto - pólo leste; **TECT**: termografia do escroto - região central; **TEIV**: temperatura do escroto com infravermelho; **PE**: perímetro escrotal, **CT**: comprimento testicular, **LT**: largura testicular, **ET**: espessura testicular;

O primeiro autovetor aponta que quando há um aumento nas características de carcaça ocorre aumento nos valores de morfometria testicular. Segundo Pacheco et al. (2010) em estudo da biometria e formas dos testículos em cordeiros da raça Santa Inês explorados em regime de manejo intensivo verificaram que machos mais pesados possuem maior desenvolvimento testicular. A biometria escroto-testicular está diretamente relacionada com o peso corporal e produção seminal em várias espécies sendo um parâmetro confiável para a seleção de reprodutores (Pant et al., 2003).

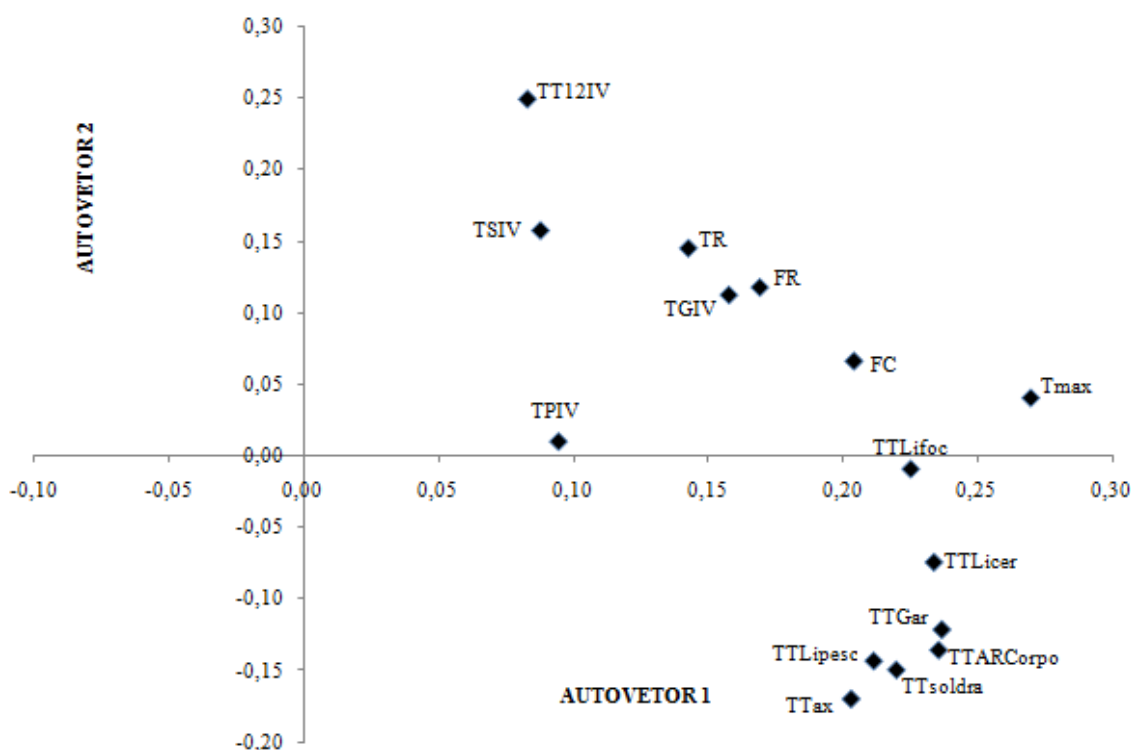
O primeiro autovetor aponta que um aumento nas características morfométricas testiculares está acompanhado por uma diminuição nos valores das temperaturas testiculares aferidas com o termógrafo e infravermelho. A conformação escrotal e a temperatura ambiente exercem considerável influência sobre a temperatura testicular. Um aumento dos parâmetros biométricos testiculares proporciona maior superfície de exposição de cada testículo ao ambiente, o que melhora a dissipação de calor, qualidade espermática e eficiência reprodutiva (Almeida, 2003). Com uma melhor troca de calor ocorre a diminuição da temperatura testicular.

O segundo autovetor aponta que um aumento na temperatura ambiental máxima está acompanhado de aumento nos valores das temperaturas testiculares aferidas com termógrafo e infravermelho. Segundo Marai et al. (2007), a temperatura da pele escrotal dos carneiros aumenta com um aumento na temperatura ambiente. Isso sugere que são necessários cuidados para proteger as gônadas durante a estação de monta ou realizá-la durante os períodos de temperaturas mais amenas, nas áreas de clima quente.

A figura 3.2 possui a representação gráfica dos dois primeiros autovetores das características fisiológicas e temperaturas corporais. O segundo autovetor aponta que um aumento na temperatura ambiental máxima está acompanhado de aumento nos valores das características fisiológicas estudadas e das temperaturas corporais aferidas com o infravermelho. Neiva et al. (2004), ao avaliarem o efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês, observaram que a elevação da temperatura ambiente no turno da tarde levou ao aumento da temperatura retal e frequência respiratória. McManus et al. (2009), trabalhando com ovelhas no Distrito Federal, observaram haver significativas diferenças entre os parâmetros fisiológicos durante a manhã e a tarde. Durante a manhã, quando as temperaturas estavam mais baixas e havia maior umidade, as frequências cardíaca e respiratória e a

temperatura retal foram mais baixas e elevaram-se com o aumento da temperatura ambiental e diminuição da umidade durante a tarde.

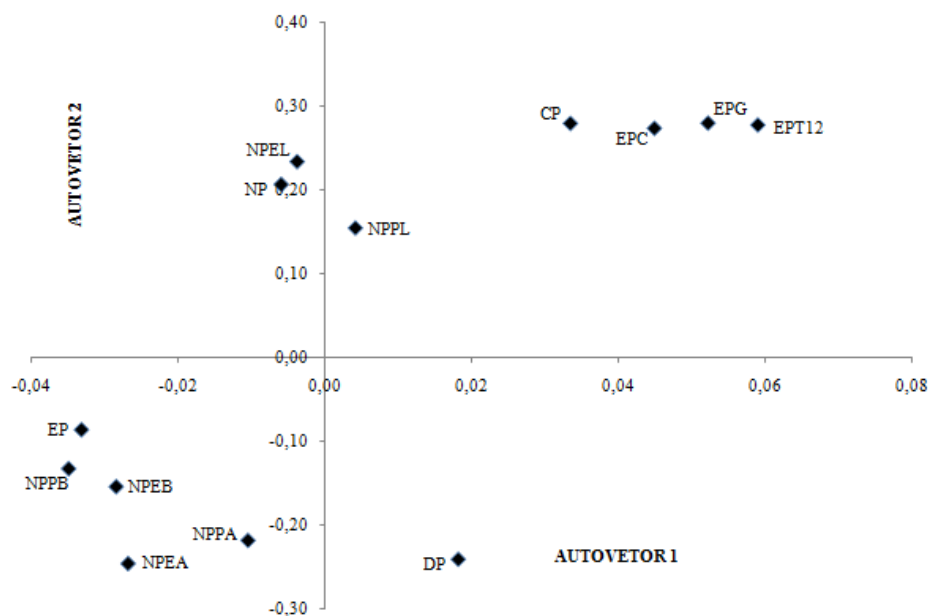
Segundo Souza et al. (2008), uma das formas de avaliar a capacidade fisiológica dos animais de tolerar melhor o calor está na eficiência em dissipá-lo, o que varia entre espécies, raças e indivíduos. A superfície cutânea é constituída pela epiderme e seus anexos (pelos, lã, glândulas sudoríparas e glândulas sebáceas e representa a mais extensa linha de contato entre o organismo e o ambiente. O segundo autovetor aponta ainda que todas as temperaturas corporais aferidas com o termógrafo aumentam em conjunto, o que sugere haver necessidade de dissipação do calor excedente por toda a superfície cutânea em um mesmo momento.



**Figura 3.2** Representação gráfica dos dois primeiros autovetores das características fisiológicas e temperaturas corporais, em ovinos reprodutores criados no Distrito Federal. **Tmax**: temperatura ambiental máxima, **FC**: frequência cardíaca; **FR**: frequência respiratória, **TR**: temperatura retal; **TPIV**: temperatura da pele no pescoço com termômetro infravermelho **TGIV**: temperatura da pele na garupa com termômetro infravermelho, **TSIV**: temperatura da pele na soldra com termômetro infravermelho; **TT12IV**: temperatura com termômetro de infravermelho na vértebra torácica 12; **TTLiCer**: temperatura média com termógrafo na linha do cérebro; **TTLifoc**: temperatura média com termógrafo na linha do focinho; **TTLipesc**: temperatura média com termógrafo na linha do pescoço; **TTax**: temperatura média com termógrafo na axilia; **TTGar**: temperatura média com termógrafo na garupa; **TTSoldra**: temperatura média com termógrafo na soldra; **TTARCorpo**: temperatura média com termógrafo na parte lateral do corpo.

A figura 3.3 possui a representação gráfica dos dois primeiros autovetores das características de pele e pelo. Pelo primeiro autovetor o aumento de comprimento do pelo é acompanhado de aumento das espessuras das capas de pelo na garupa, cernelha e T12.

Pelo segundo autovetor o aumento no numero de pelos leva a diminuição do diâmetro e aumento no comprimento. Segundo Bianchini et al. (2006), uma característica que está relacionada à capacidade de adaptação ao meio é o pelame do animal, em razão da função de fronteira entre o animal e o ambiente físico circundante, que interfere na resposta dos animais ao ambiente. De acordo com Holmes (1981), animais com pelames mais espessos e densos apresentam maior dificuldade para eliminar calor latente via evaporação cutânea. Este problema seria tanto mais acentuado quanto maior fosse a espessura da capa de pelo. Gebremedhin et al. (1997) sugeriram a importância do número de pelos por unidade de área para a proteção da epiderme contra a radiação ultravioleta.



**Figura 3.3** Representação gráfica dos dois primeiros autovetores das características de pele e pelo, em ovinos reprodutores criados no Distrito Federal. **NP**: Número de Pelos, **DP**: Diâmetro de pelos, **CP**: Comprimento do pelo, **EP**: Espessura da pele, **NPPL**: Nível de pigmentação do pelo escala L; **NPPA**: Nível de pigmentação do pelo escala A; **NPPB**: Nível de pigmentação do pelo escala B; **NPEL**: Nível de pigmentação da epiderme escala L; **NPEA**: Nível de pigmentação da epiderme escala A; **NPEB**: Nível de pigmentação da epiderme escala B, : **EPC**: Espessura da capa de pelos na cernelha, **EPT12**: Espessura da capa de pelos em T12, **EPG**: Espessura capa de pelos garupa.

Segundo Silva (2000), uma capa de pelame com pigmentação escura apresenta maior absorção para a radiação solar de ondas curtas, e, portanto, armazena maior quantidade de energia térmica do que uma capa de coloração clara, que apresenta maior refletividade. No entanto, essa diferença se dilui na temperatura da pele, pois, nos pelames brancos a radiação que não é refletida, penetra profundamente, atingindo a epiderme, principalmente quando o pelame é pouco denso e os pelo eretos.

Pelo segundo autovetor com o aumento do nível de luminosidade na pele e pelo ocorre diminuição em todos os níveis de tonalidade da pele e do pelo aferidas nesse estudo. Esse fato ocorre em virtude da luminosidade representar a escala cinza (preto ao branco) e as escalas A e B serem de tonalidade das cores primarias vermelho, verde, amarelo e azul. Dias et al. (2007a) observaram, na região centro-oeste, que os ovinos da raça Santa Inês brancos mostraram-se mais resistentes aos efeitos do clima em comparação aos ovinos castanhos e pretos. Em outro trabalho, os mesmos autores (Dias et al., 2007b) constataram que os ovinos da raça Santa Inês brancos apresentaram características de pelame mais bem adaptadas às condições de clima quente que os pretos e castanhos. McManus et al. (2009a) verificaram que ovelhas Santa Inês branca apresentaram menor frequência cardíaca, respiratória e temperatura retal que os outros grupos, apresentando assim melhor adaptação ao calor. Verissimo (2008) verificou que ovelhas Santa Inês de pelagem clara com pintas marrons revelaram que a pigmentação da pele acompanhava a do pelame, ou seja, em área com pelo branco, a pele era despigmentada, em área de pelo pigmentado a pele era pigmentada. Animais escuros apresentaram pele bem pigmentada. Ao contrário, os bovinos de raças tropicais tendem a apresentar epiderme altamente pigmentada, em combinação com pelame branco ou claro. Isso é uma consequência da seleção natural, que visa proteger os tecidos profundos da ação perigosa da radiação ultravioleta de ondas curtas (<300 nm), a qual atravessa facilmente a fina camada de pelame desses animais (Silva et al., 2003).

### **3.2 Diagrama de árvore**

O diagrama de árvore (Figura 3.4) mostrou clara distância entre as raças estudadas e a existência de dois grupos distintos, um formado pela raça Texel e outro pelas raças Dorper, Hampshire Down, Ile de France, Bergamácia e Santa Inês, quando consideradas todas as características desse estudo.

A separação da raça Texel em um grupo se dá em virtude da raça apresentar o menor comprimento de corpo, estando as frequências cardíaca e respiratória próximas do limite máximo, pele fina com baixa capacidade de bloquear os raios ultravioleta, pelos longos e em grande quantidade, maior espessura da capa de pelos nas três áreas avaliadas, as mais altas temperaturas aferidas por termômetro de infra-vermelho na garupa, soldra e pescoço, bem como a maior temperatura testicular, resultando em um somatório de características que dificultam a termorregulação (para visualização dos valores vide Cap. 02).

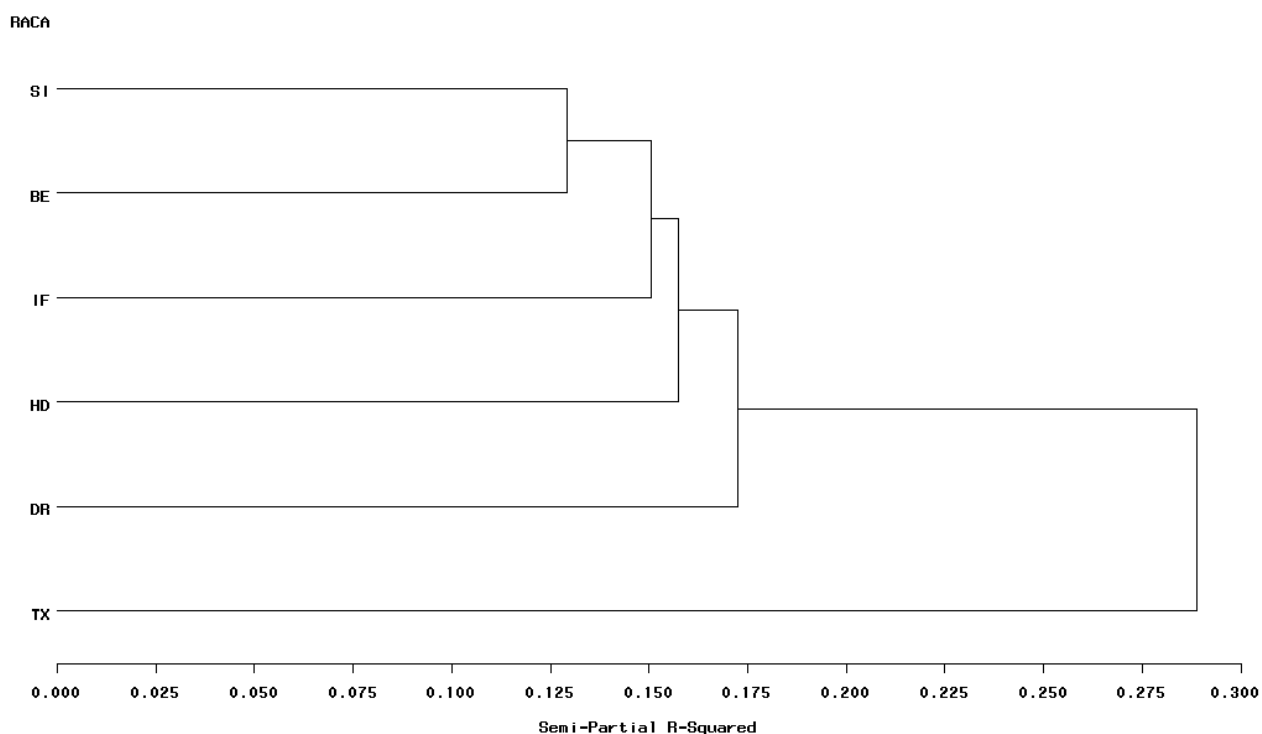


Figura 3.4. Diagrama de árvore com as distâncias Euclidianas entre as raças de reprodutores ovinos estudadas. SI: Santa Inês; BE: Bergamácia, IF: Ile de France; DR : Dorper; TX: Texel; HD: Hampshire Down.

A maior distância Euclidiana está entre a raça Texel e a Santa Inês, demonstrando ter a raça Santa Inês a maior capacidade de termorregulação. Não há diferença de distância entre as raças Santa Inês e Bergamácia. Resultado semelhante foi encontrado por Carneiro (2008) ao realizar dendrograma UPGMA, onde a raça Santa Inês do Centro-Oeste se aproximou mais da Raça Bergamácia. A origem dos ovinos da raça Santa Inês é ainda pouco clara, sendo a raça

oficialmente criada em 1977, englobando cruzamento com diferentes fenótipos. De acordo com Paiva et al. (2005), animais da raça Santa Inês são geneticamente próximos aos da raça Bergamácia, sendo esta relação genética mais próxima do que com qualquer outra raça.

### 3.3 Discriminantes

As características que apresentaram poder discriminatório em 100% dos animais foram o peso, altura na cernelha, perímetro torácico, comprimento do corpo, perímetro da canela anterior e posterior, espessura da capa de pelos na cernelha, T12 e garupa, número, diâmetro, comprimento e espessura do pelo, níveis de luminosidade e tonalidades da pele e do pelo, resultando na classificação correta de cada animal em seu grupo genético.

Foi possível classificar corretamente mais que 50% de animais de cada raça no grupo certo utilizando as características frequência respiratória, frequência cardíaca e temperatura retal, temperaturas infravermelhas na garupa, pescoço, soldra e temperaturas aferidas com termógrafo na linha do cérebro, focinho, pescoço, axila, garupa, soldra (Tabela 3.1). A raça melhor classificada foi a Santa Inês (88,89) e Hampshire Down (50,00) a pior, a qual apresentou animais classificados em todas as raças exceto em Santa Inês. Não foram observadas tendências nos erros de classificação.

Tabela 3.1. Porcentagem de animais classificados em cada raça utilizando as características frequência respiratória, frequência cardíaca e temperatura retal, temperaturas infravermelhas na garupa, pescoço, soldra e temperaturas aferidas com termógrafo na linha do cérebro, focinho, pescoço, axila, garupa, soldra.

| Raça   | BE    | DR    | HD    | IF    | SI    | TX    |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| BE     | 66,67 | 11,11 | 11,11 | 11,11 | 0,00  | 0,00  |
| DR     | 0,00  | 72,22 | 5,56  | 11,11 | 11,11 | 0,00  |
| HD     | 5,56  | 11,11 | 50,00 | 11,11 | 0,00  | 22,22 |
| IF     | 16,67 | 5,56  | 16,67 | 55,56 | 0,00  | 5,56  |
| SI     | 0,00  | 11,11 | 0,00  | 0,00  | 88,89 | 0,00  |
| TX     | 5,56  | 5,56  | 11,11 | 0,00  | 0,00  | 77,78 |
| Priors | 0,16  | 0,16  | 0,16  | 0,16  | 0,16  | 0,16  |

SI: Santa Inês; BE: Bergamácia, IF: Ile de France; DR: Dorper; TX: Texel; HD: Hampshire Down.

Foi possível classificar corretamente 100% dos animais nas raças Bergamácia e Texel utilizando as características de temperaturas testiculares aferidas com o termógrafo e infravermelho bem como as características morfométricas escrototesticulares, e temperatura aferida com infravermelho em T12 (Tabela 3.2). A segunda melhor raça classificada foi a Hampshire Down (94,44), seguida da Ile de France e Santa Inês. A pior raça classificada foi a Dorper (55,56) havendo 33,33% dos animais Dorper classificados como Texel. Não foram observadas tendências nos erros de classificação.

Tabela 3.2. Porcentagem de animais classificados em cada raça utilizando as características temperaturas testiculares aferidas com o termógrafo e infravermelho bem como as características morfométricas escrototesticulares, e temperatura aferida com infravermelho em T12.

| Raça   | BE     | DR    | HD    | IF    | SI    | TX     |
|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| BE     | 100,00 | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   |
| DR     | 0,00   | 55,56 | 0,00  | 11,11 | 0,00  | 33,33  |
| HD     | 0,00   | 0,00  | 94,44 | 5,56  | 0,00  | 0,00   |
| IF     | 0,00   | 11,11 | 0,00  | 88,89 | 0,00  | 0,00   |
| SI     | 0,00   | 0,00  | 0,00  | 11,11 | 88,89 | 0,00   |
| TX     | 0,00   | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 100,00 |
| Priors | 0,17   | 0,17  | 0,17  | 0,17  | 0,17  | 0,17   |

SI: Santa Inês; BE: Bergamácia, IF: Ile de France; DR: Dorper; TX: Texel; HD: Hampshire Down.

As características de pelo e pele apresentaram os maiores valores discriminatórios ( $R^2$ ) dentre as características estudadas, merecendo destaque para a tonalidade de pele e pelo na escala B (100%), luminosidade de pele (99%) luminosidade de pelo (0,90%), espessura da capa de pelo na garupa (0,88%), comprimento do pelo (0,78%) e diâmetro do pelo (0,75%). Os maiores valores ( $R^2$ ) encontrados entre as características biométricas corporais são do perímetro da canela anterior (84%) e altura na cernelha (77%). Dentro dos parâmetros fisiológicos o que mais se destaca é a frequência respiratória (46%) e na morfometria escrototesticular o perímetro escrotal (74%).

### 3.4 Média Canônica

A Figura 3.5 mostra a média canônica para as características morfológicas e fisiológicas usadas para separar as raças do presente estudo. A frequência cardíaca, temperatura da axila, polo oeste e sul testiculares e soldra aferidas com o termógrafo, e temperatura do



pescoço aferida com infravermelho não apresentam valor muito discriminatório no presente caso. As características mais úteis para explicar as alterações nas características fisiológicas relacionadas a tolerância ao calor foram, número, diâmetro e comprimento do pelo, altura na cernelha, comprimento do corpo, perímetros anterior e posterior da canela, perímetro do escroto e luminosidades da pele e do pelo. Entre as características fisiológicas a frequência respiratória é melhor que a frequência cardíaca e temperatura retal para explicar alterações fisiológicas causadas pelo estresse térmico. Das medidas testiculares o perímetro escrotal influencia mais a capacidade de termorregulação do que espessura, largura e comprimento testicular. A região da soldra apresenta-se como melhor área para aferição da temperatura corpórea irradiada. A luminosidade de pelo e da pele influenciam mais na termorregulação do que as características de tonalidade. Entre as características de tonalidade estudadas, os níveis de vermelho e verde da epiderme são os mais importantes.

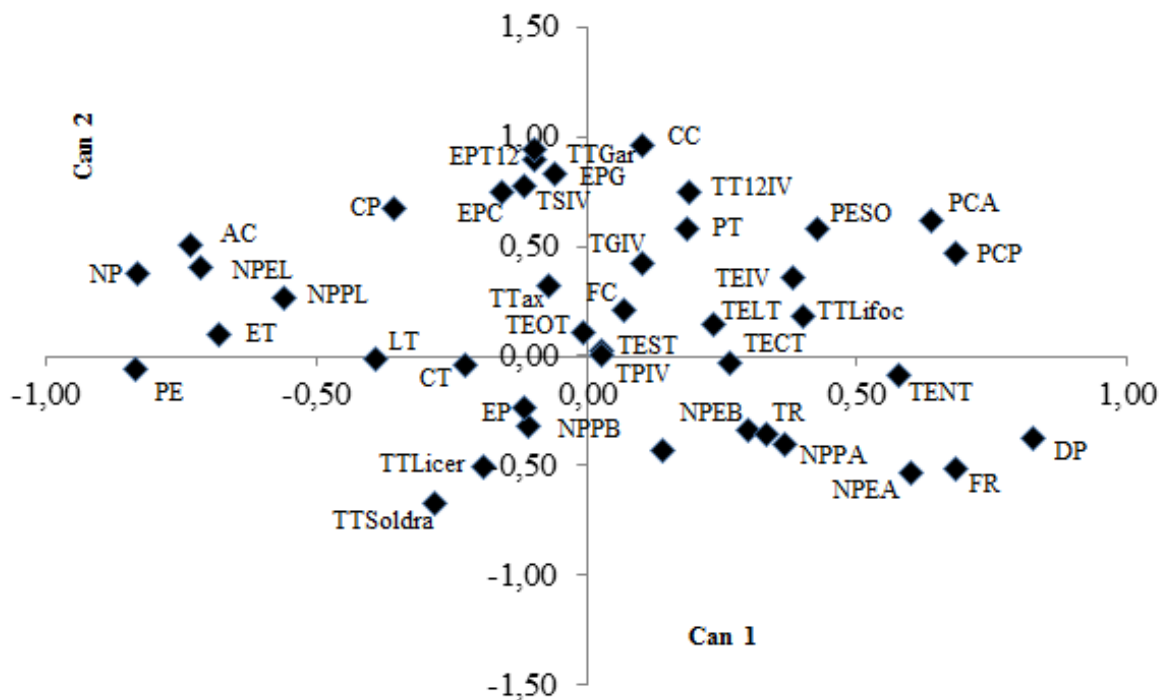


Figura 3.5 Representação gráfica para média canônica das características estudadas. Abreviações estão nas figuras 3.1, 3.2 e 3.3.

A média canônica para biometria corporal por raça estudada encontra-se na figura 3.6. A raça Dorper está separada dos demais animais provavelmente por apresentar os menores valores médios para altura na cernelha e perímetro torácico entre as raças estudadas. Gusmão Filho et al. (2009), estudando a raça Santa Inês, evidenciaram que animais mais desenvolvidos,

precisam de maiores alturas de cernelha, de costado, de garupa e perímetro torácico para que haja sustentação da massa corporal. Muller (1989), estudando diversas espécies de animais domésticos verificou que animais maiores, em geral dissipam melhor o calor. Dessa forma fica evidenciado que os animais com menor fator de altura apresentam menor capacidade termorregulatória.

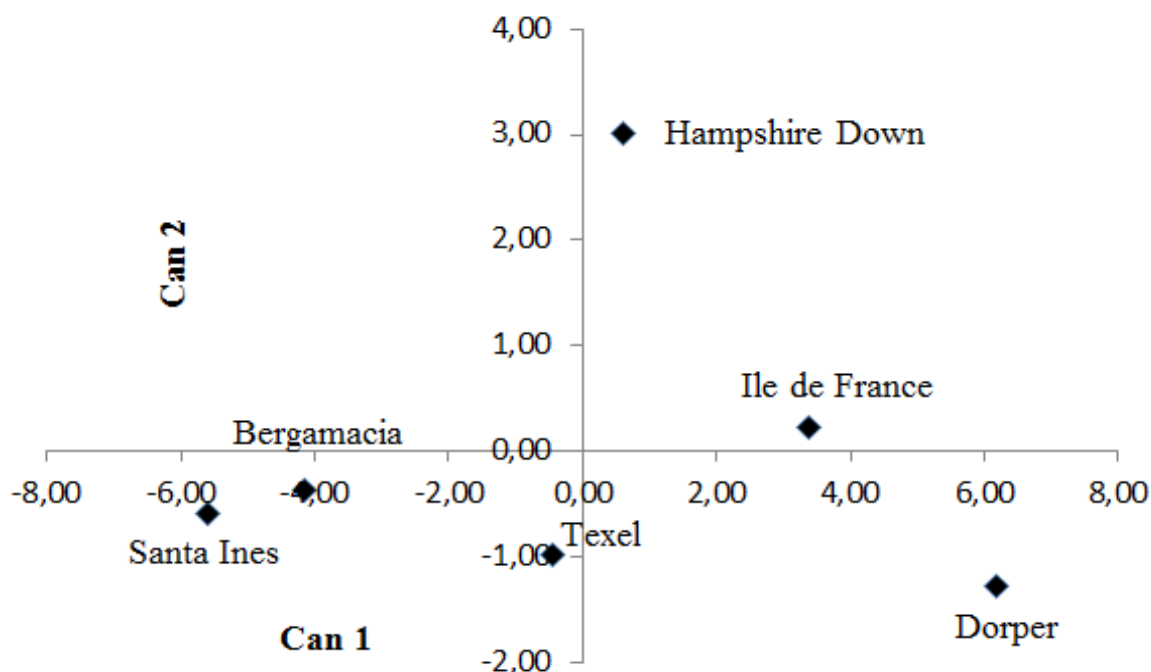


Figura 3.6. Representação gráfica da média canônica para biometria corporal por raça estudada.

A média canônica para características de pelo e pele por raça estudada encontra-se na figura 3.7.

A raça Santa Inês está separada das demais raças provavelmente por apresentar animais de epiderme altamente pigmentada, o que dificulta a penetração UV e pelos curtos, maior diâmetro e baixa quantidade por área de epiderme, o que favorece a eliminação de calor latente via evaporação cutânea. Maia et al. (2003), avaliando características de pelagem na raça Holandesa em ambiente tropical, observou que em animais com pelos mais curtos em menor quantidade e com maior diâmetro, a termólise convectiva e evaporação da pele foram facilitadas, assim, são características mais vantajosas em termos de adaptação às regiões tropicais.

As demais raças possuem pele clara, que permite a radiação penetrar profundamente, que se soma a grande quantidade de pelos, formando uma capa que dificulta a

eliminação de calor latente. Dentre as raças com pelos longos e em grande quantidade, a raça Texel foi a que apresentou maiores valores de luminosidade de pelo o que favorece maior absorção para a radiação solar de ondas curtas, e, portanto, armazena maior quantidade de energia térmica do que uma capa de coloração mais clara, que apresenta maior refletividade, sendo provavelmente essa a principal causa da raça Texel estar mais destacada das demais.

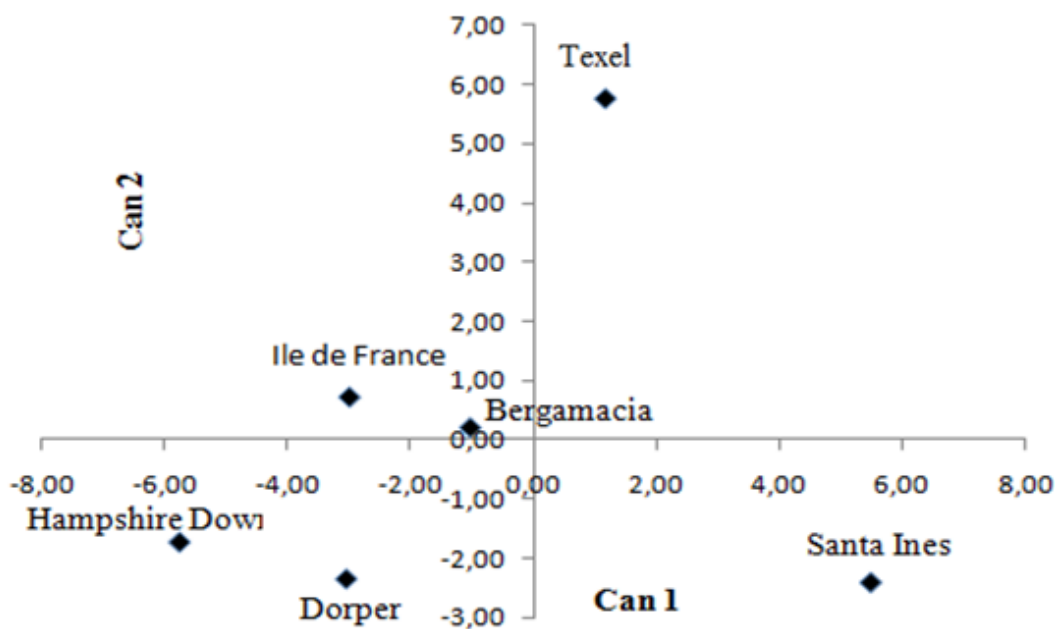


Figura 3.7. Representação gráfica da média canônica para características de pelo e pele por raça estudada.

A média canônica para características escrototesticulares por raça estudada encontra-se na figura 3.8.

A raça Hampshire Down apresentou os maiores valores de medidas testiculares e a Bergamácia os menores, provavelmente sendo essas responsáveis pelo destacamento destas raças entre as demais.

Almeida (2003) estudou caprinos que apresentaram uma divisão no escroto e verificou que 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.

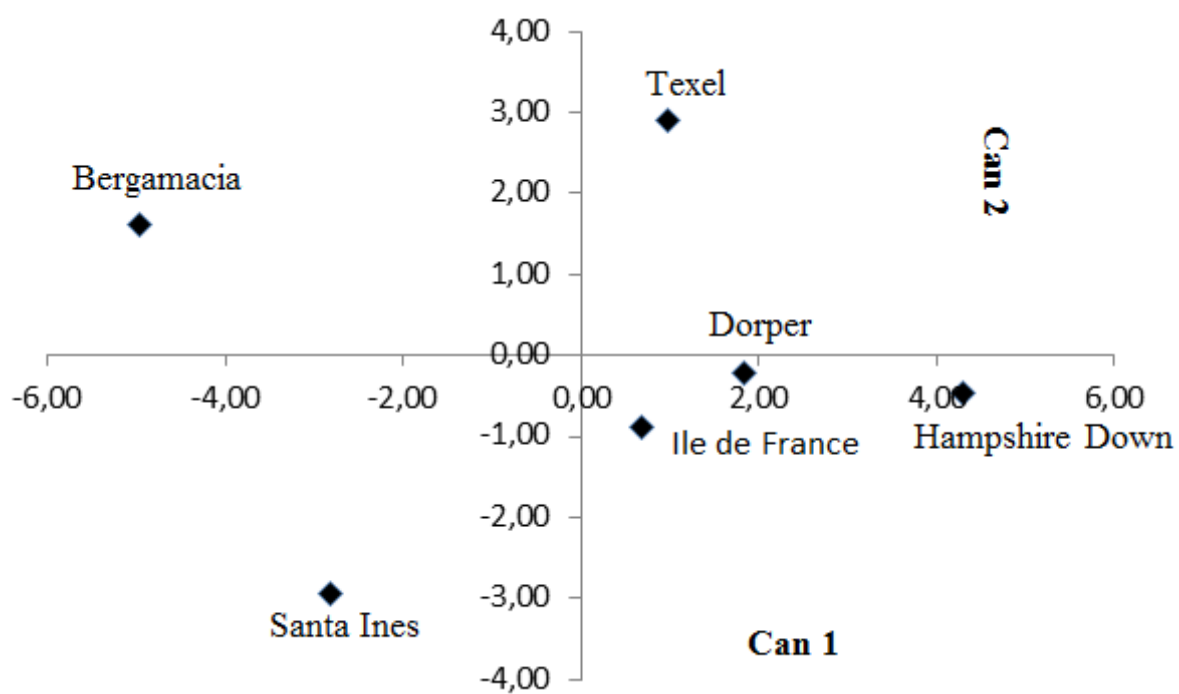


Figura 3.8. Representação gráfica da media canônica para características escrototesticulares por raça estudada.

#### 4. CONCLUSÕES

O diagrama de árvore mostrou clara distância entre as raças estudadas e a existência de dois grupos distintos, um formado pela raça Texel e outro pelas raças Dorper, Hampshire Down, Ile de France, Bergamácia e Santa Inês. A maior distância Euclidiana está entre a raça Texel e a Santa Inês e não há diferença de distância entre as raças Santa Inês e Bergamácia, confirmando a melhor capacidade de termorregulação da raça Santa Inês nas condições climáticas do Distrito Federal.

O peso, a altura na cernelha, o perímetro torácico, o comprimento do corpo, os perímetros da canela anterior e posterior, as espessuras da capa de pelos na cernelha, T12 e garupa, o número, diâmetro, comprimento e espessura do pelo, os níveis de luminosidade e tonalidades da pele e do pelo são características com poder discriminatório em 100% dos animais avaliados, permitindo classificar de forma correta os animais desse experimento em seu grupo genético.

Entre as características fisiológicas estudadas, a frequência respiratória é melhor que a frequência cardíaca e temperatura retal para explicar alterações fisiológicas causadas pelo estresse térmico.

Das medidas testiculares o perímetro escrotal foi a mais influenciada pelo meio ambiente.

A região da soldra apresenta-se como melhor área para aferição da temperatura corpórea irradiada.

A luminosidade de pelo e da pele influenciam mais na termorregulação do que as características de tonalidade.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A.K.; BITTENCOURT, R.F.; RIBEIRO FILHO, A.L. et al. Circunferência escrotal e medidas corporais em carneiros Santa Inês de várias idades. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.27, n.2, p.197-199, 2003.
- BIANCHINI, E.; MCMANUS, C.; LUCCI, C. M. et al. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros . **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.9, p.1443-1448, 2006.
- BROWN BRANDL, T.M. Overview of the Progress in Reducing Environmental Effects on Cattle. In: **Proceedings American Dairy Science Association 18th Discover Conference**, Nashville, IN. 2009.
- CARNEIRO, H. A. **Caracterização morfológica de ovinos no Brasil, Uruguai e Colômbia**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2008, 76p. Dissertação de mestrado.
- DIAS, L.T.; MCMANUS, C.; LOUVANDINI, H. et al. Identificação da Adaptação ao Calor de Ovinos de Diferentes Biotipos por meio de parâmetros Fisiológicos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira da Zootecnia, [2007]. (CD-ROM).
- DOSSA, L. H.; WOLLNY, C.; GAULY, M. Spatial variation in goat populations from Benin as revealed by multivariate analysis of morphological traits. **Small Ruminant Research, Amsterdam**, v. 73, p. 150-159, 2007.
- GEBREMEDHIN, K.G.; NI, H.; HILLMAN, P.E. Temperature profile and heat flux through irradiated fur layer. In: **INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM**. Bloomington., v.1, p.226-233, 1997.
- GUSMÃO FILHO, J.D S.M.; TEODORO, A.; CHAVES, M.A. et al. ANÁLISE FATORIAL DE MEDIDAS MORFOMÉTRICAS EM OVINOS TIPO SANTA INÊS **Arch. Zootec.**, v.58, n.222, p.289-292, 2009.
- HOLMES, C.W. A note on the protection provided by the hair coat or fleece of the animal against the thermal effects of simulated rain. **Animal Production**, v.32, p.225-226, 1981.
- 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, 2005.

- McMANUS, C.; PALUDO, G.R.; LOUVANDINI, H. et al. Heat Tolerance in Naturalized Brazilian Sheep: Physiological and Blood Parameters. **Tropical Animal Health and Production**, v. 41, p. 95-101, 2009.
- MCMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; PAIM, T.P. et al. The challenge of sheep farming in the tropics: aspects related to heat Tolerance. **R. Bras. Zootec.**, v.40, p.107-120. 2011.
- MARAI, I.F.M.; EL-DARAWANY, A.A.; FADIEL, A. et al. Physiological traits as affected by heat stress in sheep—A review. **Small Ruminant Research**, v.71. p.1–12, 2007.
- MULLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3a ed. Porto Alegre - RS: Editora Sulina, 1989.
- NEIVA, J.N.M; TEIXEIRA, M.; TURCO, S.H.N. et al. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.3, p.668-678, 2004.
- PACHECO, A.; MADELLA-OLIVEIRA, A. F.; QUIRINO, C. R. Biometria e formas dos testículos em cordeiros da raça Santa Inês explorados em regime de manejo intensivo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.5, n.1, p.123-128, 2010.
- PACHECO, A.; MADELLA-OLIVEIRA, A.F.; QUIRINO, C.R. Biometria e formas dos testículos em cordeiros da raça Santa Inês explorados em regime de manejo intensivo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.5, n.1, p.123-128, 2010.
- SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Ed. Nobel, 2000. 286p.
- SILVA, R.G.; STARLING, J.M. C. Evaporação cutânea e respiratória em ovinos sob altas temperaturas ambientes. **Rev. Bras. Zootec.**, v.32, n.6 (supl. 2), p. 1956-1961, 2003.
- SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy: The principles and practice of numerical classification**. San Francisco: W. H. Freeman, 1973. 573p.
- SOUZA, B. B.; SUSIN, I.; SILVA, I. J. et al. Respostas fisiológicas de ovinos Santa Inês e seus mestiços com as raças Dorper e Texel em Piracicaba-SP. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5., 2008, Aracaju, SE. **Anais...** Aracaju: SNPA, 2008, CD-ROM.
- TRAORE, I., PFEIFFER, H., PREVOT, F., et al.. **Proc. European Multicolloquium of Parasitology**. (2008).

VERÍSSIMO, C. J. **Tolerância ao calor em ovelhas de raças de corte lanadas e deslanadas no sudeste do Brasil.** 49p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.



## CAPÍTULO 4

### **EFEITOS DA INSULAÇÃO EM TESTÍCULOS DE REPRODUTORES OVINOS NO DISTRITO FEDERAL**

C. A. da Cruz Júnior<sup>a,\*</sup>, C. McManus<sup>b</sup>, A. F.da Silva<sup>a</sup>, A. M. de Menezes<sup>a</sup>, S. R. L. Morais<sup>a</sup>,  
M. S. Araújo<sup>a</sup>, L. M. Ribeiro<sup>a</sup>, C. M. Lucci<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil;

<sup>b</sup>Departamento de Ciências Animais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil;

<sup>c</sup>Departamento de Fisiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

#### **RESUMO**

Com a finalidade de avaliar o efeito do estresse térmico sobre as características espermáticas, biometria e irradiação de calor testicular de reprodutores ovinos, seis raças (Santa Inês, Bergamácia, Dorper, Texel, Ile de France e Hampshire Down) foram submetidas à três avaliações pré-insulação, insulação escrotal por sete dias consecutivos e onze semanas de avaliação pós-insulação. A insulação alterou as medidas escroto-testiculares, o calor irradiado das gônadas e causou efeitos deletérios tanto na espermatogênese como no processo de maturação dos espermatozoides, no epidídimo. Entretanto todas as características estudadas apresentaram reversibilidade em 11 semanas pós-insulação, evidenciando a resistência do epitélio seminífero a efeitos de fatores ambientais.

**Palavras- chave:** temperatura, espermatozoide, termografia, CASA.

#### **ABSTRACT**

In order to evaluate the effect of heat stress on sperm characteristics, as well as testicular biometrics and heat radiation, six breeds of rams (Santa Ines, Bergamasca, Dorper, Texel, Ile de France and Hampshire Down) were pre assessed and then underwent scrotal insulation for seven consecutive days. There followed eleven weeks of assessment post- insulation. Insulation changed the scrotum, testicular measurements, the heat radiated from the gonads and caused deleterious effects both in the process of spermatogenesis and sperm maturation in the epididymis. However all the characteristics studied showed reversibility at 11 weeks post-insulating, showing the ability of the seminiferous epithelium to react to the effects of environmental factors.

**Keywords:** temperature, spermatozoa, thermography, CASA.

## 1 INTRODUÇÃO

Na região Centro-oeste brasileira, a maioria dos sistemas de produção utiliza reprodutores lanados e deslanados em programas de monta natural a pasto, sob condições ambientais de calor intenso e baixa umidade relativa do ar. A hipertermia testicular ocasionada pelo aumento da temperatura escrotal subcutânea mediante radiação solar direta torna-se um fator preocupante na reprodução ovina ao provocar degeneração seminal (Marai et al., 2007) . Em bovinos, a degeneração testicular por efeito térmico é a principal causa de infertilidade e sub-fertilidade (McEntee, 1973).

O modelo experimental mais utilizado para determinar os efeitos do aumento na temperatura testicular sobre a produção espermática e qualidade do sêmen é a insulação escrotal. A técnica consiste em bloquear ou reduzir a capacidade termorregulatória dos testículos através do acoplamento de uma bolsa térmica no escroto (Souza, 2004).

A insulação escrotal tem sido usada frequentemente para se estudar a dinâmica de defeitos espermáticos nos espermogramas bovinos, baseado na severidade e na duração do insulto térmico e no intervalo entre a insulação e a colheita do sêmen. Estudos comparativos demonstraram ser os animais *Bos indicus* e touros mestiços mais resistentes a altas temperaturas ambiente (Johnston et al, 1963.; Skinner e Louw, 1966; Kumi-Diaka et al, 1981), sendo assim, mais adaptados aos ambientes de alta temperatura do que os bovinos *Bos taurus*. Pezzini et al (2006) demonstraram que touros Curraleiros são mais tolerantes aos efeitos da insulação escrotal nas características seminais do que os Holandeses.

Poucos estudos de insulação foram realizados com ovinos, sendo realizados protocolos de forma intermitente por 8 ou 16 horas por dia por períodos prolongados, 160 ou 144 dias, respectivamente (Mieusset et al, 1992), durante 16h por dia durante 21 dias e 12h por dia durante 28 dias (Arman et al, 2006 ), quatro dias consecutivos (Ibrahim, 2001) e por sete dias consecutivos (Moreira et al, 2001). As principais raças estudadas são a Santa Inês e a Merino, não sendo observados na literatura especializada estudos comparativos entre raças ovinas.

Devido à introdução de reprodutores lanados e deslanados exóticos nos sistemas de produção do Centro Oeste, o presente experimento foi conduzido com o objetivo de estudar os efeitos provocados pela insulação testicular consecutiva e longa (7 dias) em reprodutores ovinos. Foram utilizadas duas raças localmente adaptadas (Santa Inês – deslanada, Bergamácia –lanada)

e outras quatro exóticas (Dorper-deslanado, Ile de France, Hampshire Down, e Texel-lanados) Os valores obtidos são dos aspectos objetivos da atividade espermatogênica, qualidade estrutural e funcional do sêmen, biometria e termorregulação testicular, e a capacidade de recuperação ao estresse térmico após uma fase de azoospermia.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante 14 semanas no período de agosto a novembro de 2010 em um galpão coberto localizado no Hospital Escola de Grandes Animais da Granja do Torto, pertencente à Universidade de Brasília – UNB, situado em Brasília-DF. O clima segundo a classificação de Koeppen é do tipo AW.

Foram utilizados 16 carneiros (2 Bergamácia, 2 Dorper, 3 Ile de France, 3 Hampshire Down, 3 Santa Inês e 3 Texel), clinicamente saudáveis, sexualmente maduros, com idade média de seis anos, peso vivo médio de 77,43 Kg (11,91 CV), com histórico reprodutivo de boa fertilidade. Permaneceram em regime intensivo, sendo alimentados com feno de Tifton (*Cynodon spp.*), suplementação de concentrado para ovinos (22,00% de proteína bruta, 2,30% de extrato etéreo, 4,30% de fibra bruta, 1,20% de cálcio, 0,38% de fósforo, 71,50% de NDT), sal mineral e água *ad libitum*. Para a aclimação, permaneceram por 25 dias em área coletiva de 300 m<sup>2</sup>, sendo mantidos durante as fases experimentais em baias individuais com 20 m<sup>2</sup>, proporcionando convívio social aos animais mesmo estando alocados de forma individual.

O experimento compreendeu três fases. A fase de pré-insulação escrotal correspondeu à primeira semana do experimento (semana -1), em que se procedeu à avaliação andrológica, morfométrica e termográfica testicular. Foram feitas três coletas de sêmen em cada animal, antes da insulação escrotal, com intervalos de três dias entre coletas. A primeira coleta de sêmen foi realizada para remover os espermatozoides envelhecidos e degenerados da cauda do epidídimo dos animais. Nas duas coletas subsequentes, foram mensurados os parâmetros morfométricos testiculares, características seminais e termográficas. Imediatamente depois da última coleta, foi feita a insulação escrotal em todos os animais. A fase de insulação escrotal (semana 0) correspondeu ao período de sete dias em que os animais permaneceram com um envoltório térmico nos testículos, a fim de provocar estresse térmico severo na termorregulação testicular. A fase de pós-insulação correspondeu ao período após a retirada do envoltório, em que se procedeu novamente à avaliação andrológica dos animais bem como morfometria e

termografia por um período de 11 semanas (semana 1 à semana 11), com intervalos entre coletas de 7 a 15 dias. Os valores obtidos no período pós-insulação foram comparados à média dos valores pré-insulação. Todos os animais foram avaliados, sendo a ordem de coleta aleatória em todas as fazes. As amostras de sêmen foram obtidas por intermédio de eletroejaculação (Eletrovet<sup>®</sup> Premium).

## **2.1 Insulação**

O revestimento dos testículos foi realizado com duas bolsas térmicas (fralda descartável) sobrepostas, sendo cada uma constituída por dupla camada plástica intermediada por uma camada de algodão, similar à usada no estudo de Brito et al. (2003). Essa bolsa foi fixada com fita crepe, de forma que os carneiros não pudessem removê-la, entretanto, manteve-se o cuidado para que a bolsa não provocasse interferência na circulação escrotal. Durante todo o período de insulação escrotal (7 dias) até a conclusão das coletas de dados, os animais foram observados duas vezes ao dia para verificação de possíveis ocorrências de enfermidades ou situações de desconforto, devido ao uso da bolsa de insulação escrotal.

## **2.2 Morfometria Testicular**

As medidas testiculares, realizadas foram: perímetro escrotal, comprimento, largura e espessura testicular. As medidas foram coletadas no testículo direito em centímetros, excluindo a cauda do epidídimo. As coletas de dados foram realizadas na semana -1 e a cada quinze dias na fase pós-insulação até a observação de parâmetros morfométricos semelhantes à fase de pré-insulação.

## **2.3 Termografia**

A temperatura da pele na face posterior do escroto foi aferida semanalmente pelo equipamento de termografia infravermelha (ThermaCAM<sup>®</sup>) a uma distância de 1 metro do animal em 5 pontos: pólos norte, sul, oeste, leste e região central.

## **2.4 Concentração e patologia espermáticas**

Para avaliação da concentração espermática, o sêmen foi diluído em formalina tamponada na proporção de 1:400. Procedeu-se a leitura em câmara de Neubauer, sob microscópio óptico em aumento de 200x. Uma segunda alíquota, também fixada em formalina tamponada foi separada para estudo da morfologia espermática, em microscopia de contraste de fase, sob imersão, em preparação úmida. Os procedimentos foram realizados segundo o CBRA (1998).

## **2.5 Motilidade espermática**

A avaliação computadorizada da motilidade espermática CASA foi realizada no equipamento Ivos-Ultimate 12 - Hamilton Thorne Biosciences utilizando lâmina de contagem celular (Leja<sup>®</sup> - 8 câmaras) aquecida a 37°C. Foi tomado de cada ejaculado 1 µl do sêmen fresco diluído (30-50 x 10<sup>6</sup> sptz/ml) em citrato-glicose (Evens & Maxwell, 1992). Foram avaliados três campos de cada amostra, escolhidos aleatoriamente. Os parâmetros da motilidade analisados foram: motilidade total (MOT %), velocidade média da trajetória (VAP-µm/s), velocidade linear progressiva (VSL-µm/s), velocidade curvilínea (VCL-µm/s), amplitude de deslocamento lateral da cabeça (ALH-µm), frequência de batimento cruzado (BCF-Hz), retilinearidade (STR-%), linearidade (LIN-%).

## **2.6 Avaliação de integridade da membrana plasmática e acrossoma**

A integridade da membrana plasmática foi avaliada utilizando o diacetato de 6 carboxifluoresceína (C-FDA) e iodeto de propídeo (IP) (Molecular Probe<sup>®</sup>, Eugene, Oregon, EUA), conforme descrição de Harrison e Vickers (1990). Uma amostra de sêmen (10 µl) foi adicionada à solução de corante (40 µl) e incubada por 10 minutos em microtubo protegido da luz. Uma alíquota de 10 µl de solução de corante com sêmen foi colocada em uma lâmina coberta com uma lamínula e observada em microscópio de epifluorescência (Axiophot Zeiss: filtro de comprimento de onda de 395/420 nm excitação/emissão). Foram examinadas 200 células espermáticas por lâmina, sendo classificadas de acordo com a membrana espermática em:

membrana íntegra (presença de coloração verde na cabeça); membrana semi-lesada (presença de coloração verde e vermelha na cabeça); membrana lesada (presença de coloração vermelha na cabeça). Para fins de análise utilizou-se os percentuais de espermatozóides com membrana íntegra e membrana lesionada, sendo esta igual ao somatório de membrana semi-lesada e lesada.

A integridade do acrossoma foi avaliada utilizando uma conjugação de isoticianato de fluotresceína – FITC (sonda fluorescente) com lecitina de amendoim (*peanut 57 agglutinin* – PNA) e iodeto de propídeo, como descrito por Klinc e Rath (2007). Amostra de sêmen (10 µl) foi diluída em uma solução de corante (30 µl) e incubada por 10 minutos. Uma alíquota de 10 µl de solução de corante com sêmen foi colocada sobre uma lâmina e coberta com uma lamínula. Foram examinadas 200 células espermáticas em microscópio de contraste de fase e microscópio de epifluorescência (Axiophot Zeiss: Filtro de comprimento de onda 494/517 excitação/emissão). Os espermatozóides foram classificados em quatro categorias, sendo: morto com acrossoma íntegro (presença de coloração vermelha na cabeça e ausência de coloração no acrossoma); morto com acrossoma reagido (presença de coloração vermelha na cabeça e verde no acrossoma); esses dois foram somados e denominados de espermatozóides lesados; vivo com acrossoma íntegro (ausência de coloração na cabeça e acrossoma); e vivo com acrossoma reagido (ausência de coloração na cabeça e presença de coloração verde no acrossoma).

## **2.7 Análise Estatística**

Os dados coletados foram analisados com o SAS<sup>®</sup>, versão 9.2, por meio dos métodos da análise de variância, testes de médias (Duncan a 5% de probabilidade), teste de Dunnett para comparar as médias dos tratamentos apenas com a média do controle – semana -1 e correlações. Variáveis com altos coeficientes de variação (CV) foram transformadas usando logarítmico.

### 3 RESULTADOS

Não foram detectadas enfermidades nem ocorrências de alterações no comportamento dos animais devido à utilização da bolsa escrotal.

Todas as características seminais, morfométricas e de temperatura avaliadas nesse experimento foram influenciadas significativamente ( $P < 0,001$ ) pela semana experimental (tempo).

#### 3.1 MORFOMETRIA TESTICULAR

No período de pré-insulação verificou-se diferença entre as raças nas medidas de perímetro, comprimento e espessura, sendo o perímetro a característica que mais diferiu (tabela 4.1). A raça Bergamácia apresentou a menor média de perímetro escrotal e a maior na Hampshire Down. As medidas de largura testicular não diferiram entre as raças.

**Tabela 4.1** Média dos parâmetros da morfologia testicular (cm) relativos às raças estudadas no período de pré-insulação.

| RAÇA | ESCROTO   | TESTÍCULO   |         |           |
|------|-----------|-------------|---------|-----------|
|      | Perímetro | Comprimento | Largura | Espessura |
| HD   | 36,67 a   | 10,33a      | 6,83a   | 13,16a    |
| DR   | 35,50a    | 10,00ab     | 6,75a   | 12,75a    |
| IF   | 33,33ab   | 9,75ab      | 6,50a   | 11,83ab   |
| SI   | 30,25bc   | 9,33ab      | 6,25a   | 10,75b    |
| TX   | 29,75bc   | 8,75ab      | 6,00a   | 10,50b    |
| BE   | 27,50c    | 8,00b       | 5,75a   | 10,25b    |

Médias com letras diferentes, na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade. HD: Hampshire Down; DR: Dorper; IF: Ile de France; SI: Santa Inês; TX: Texel; BE: Bergamácia

Após a retirada das fraldas verificou-se que em todos os animais o escroto estava edemaciado, impedindo a individualização das gônadas (figura 4.1) durante duas semanas consecutivas (semanas 1 e 2 pós-insulação), havendo possibilidade de mensuração da morfometria testicular somente a partir da semana 3 pós-insulação.



Figura 4.1. Imagem fotográfica representativa dos escrotos edemaciados imediatamente após a retirada da fralda utilizada para insulação.

Na terceira semana após a insulação todas as raças atingiram os menores valores percentuais das características morfométricas testiculares estudadas, seguindo a partir dessa semana com aumentos consecutivos até atingirem valores semelhantes aos da pré-insulação (figura 4.2). Para melhor observação comparativa das raças, os gráficos apresentam os valores percentuais, sendo os valores reais em centímetros na semana -1 considerados como 100%.

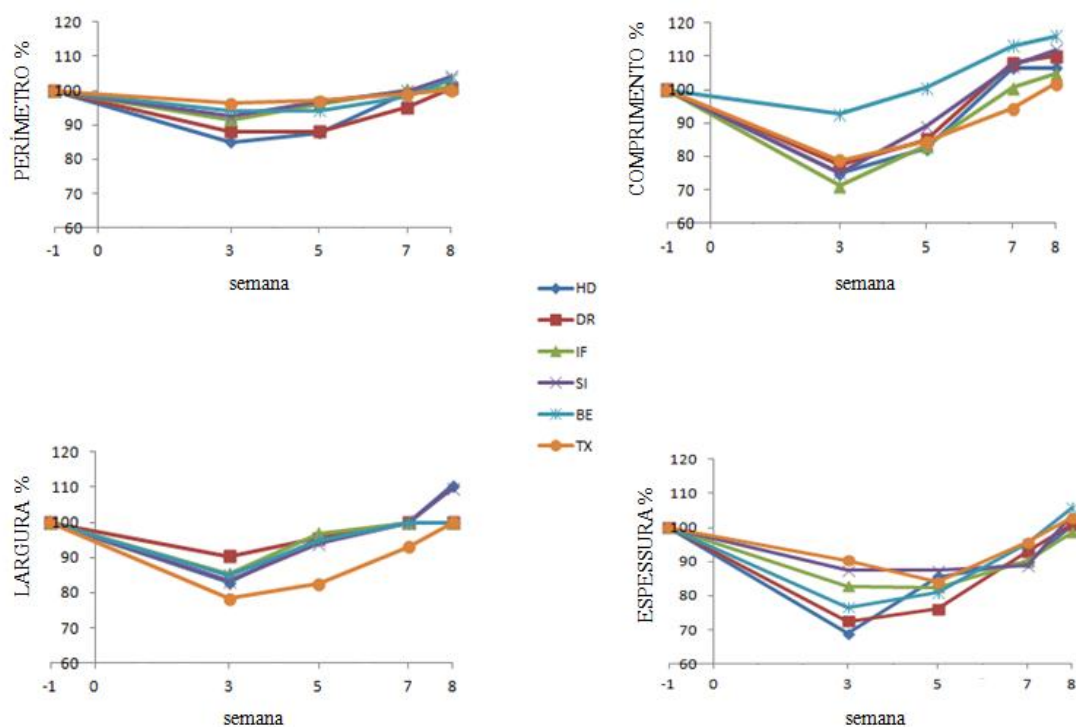


Figura 4.2. Média dos valores de morfometria escrototesticular (%) durante as semanas experimentais para cada raça estudada.



Na quinta semana pós-insulação todas as raças apresentaram recuperação do perímetro escrotal aos valores de pré-insulação, exceto as raças Dorper e Hampshire Down, que só recuperaram as medidas na semana sete pós-insulação, sendo também essas raças as que apresentaram a maior variação percentual da medida do perímetro escrotal.

O comprimento testicular e a largura testicular foram as medidas que menos foram influenciadas pela insulação escrotal. A raça Bergamácia apresentou a menor variação de comprimento testicular e a Texel a maior variação de largura. Todas as raças recuperaram o comprimento testicular aos valores de pré-insulação na quinta semana pós-insulação exceto a raça Ile de France que recuperou os valores na sétima semana pós-insulação. A raça Texel recuperou o valor de largura testicular na sétima semana pós-insulação e as demais raças na quinta semana.

As raças Bergamácia e Santa Inês obtiveram o retorno mais rápido da medida de espessura testicular aos valores de pré-insulação, fato este observado na terceira semana pós-insulação. As raças Dorper e Hampshire Down apresentaram a maior variação da medida com recuperação dos valores ao de pré-insulação na sétima semana pós-insulação.

Os quatro parâmetros morfométricos estudados apresentaram valores do coeficiente de variação inferiores a 15% refletindo baixa dispersão a cada semana.

Valores de correlações positivas média foram constatados entre o perímetro escrotal e o comprimento testicular (0,66), entre o perímetro escrotal e a largura testicular (0,62) e entre o comprimento do testículo e a largura do testículo (0,57). No presente estudo correlação negativa média (-0,57) foi observada entre largura e espessura testiculares.

### **3.2 TERMOGRAFIA**

As médias dos valores de temperaturas (°C) testiculares pré-insulação das raças estudadas demonstram existir um gradiente decrescente de temperatura do pólo norte ao pólo sul da face posterior do escroto (Tabela 4.2). A temperatura média mais alta, observada na fase de pré-insulação foi no pólo norte da raça Texel (36,05°C) e a mais baixa na raça Dorper (28,55°C), no pólo sul, demonstrando haver uma ampla faixa de temperatura testicular. Não existe diferença estatística significativa entre as raças estudadas para as temperaturas aferidas nos pólos norte, oeste e leste. O pólo testicular com as maiores diferenças estatísticas de temperaturas registradas entre as raças estudadas foi o central.

**Tabela 4.2** Média dos valores de temperatura (°C) obtidas no termograma testicular relativos às raças estudadas obtidas no período de pré-insulação.

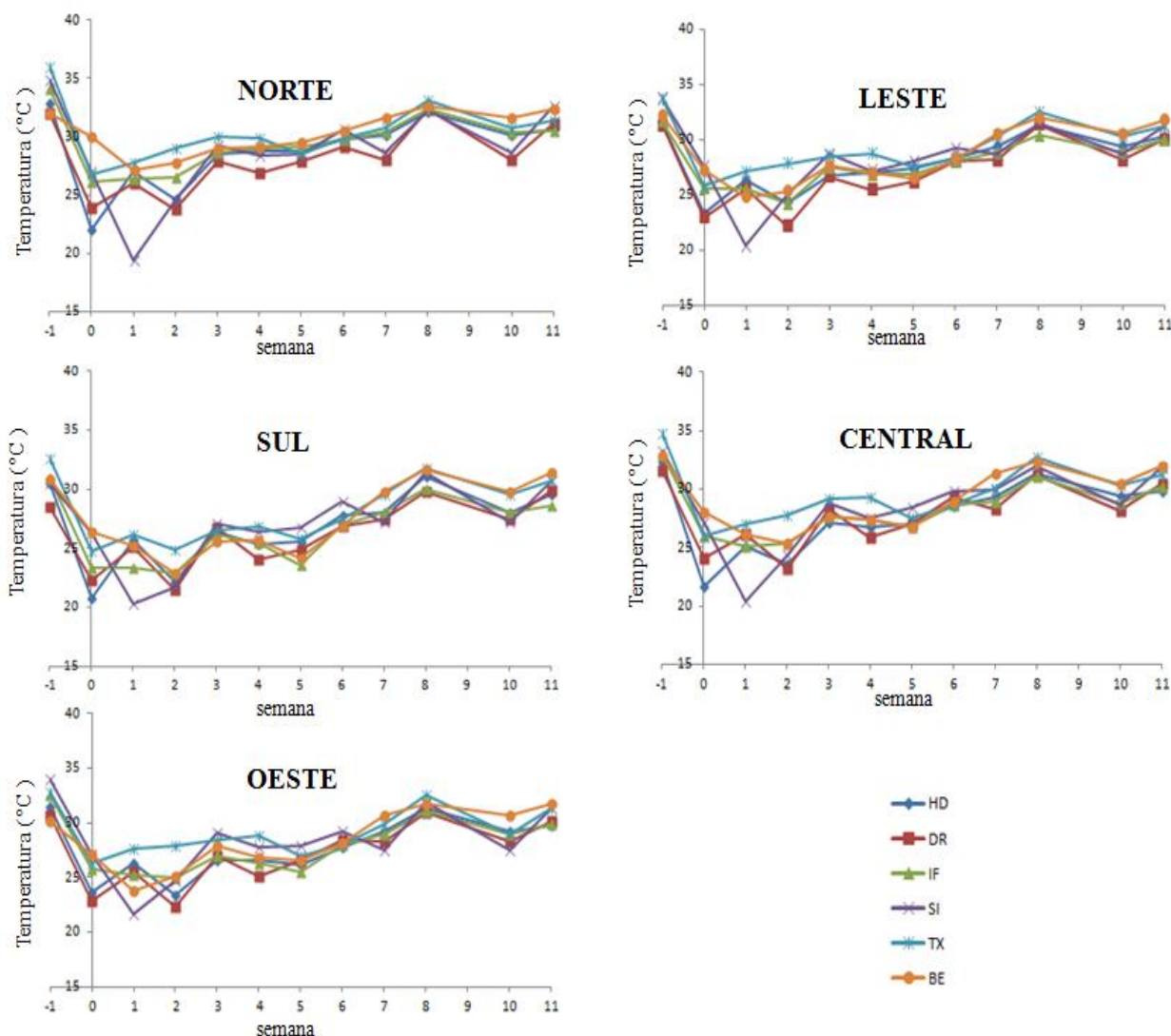
| RAÇA | PÓLO TESTICULAR |         |        |        |         |
|------|-----------------|---------|--------|--------|---------|
|      | Norte           | Sul     | Oeste  | Leste  | Central |
| HD   | 32,86a          | 30,53a  | 31,50a | 31,50a | 32,30a  |
| DR   | 31,95a          | 28,55ab | 30,70a | 31,30a | 31,65ab |
| IF   | 34,06a          | 30,90ab | 32,50a | 31,63a | 32,96bc |
| SI   | 34,85a          | 30,50b  | 34,00a | 33,75a | 33,30bc |
| TX   | 36,05a          | 32,55b  | 32,80a | 33,65a | 34,75bc |
| BE   | 32,05a          | 30,85b  | 30,10a | 32,15a | 32,85c  |

Médias com letras diferentes na coluna diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan. A sigla das raças está representada na tabela 4.1.

No período de pré-insulação, valores de correlações positivas altas ( $\geq 0,89$ ) foram constatados entre as temperaturas nos 5 pólos obtidas no termograma testicular relativos às raças estudadas.

Logo após a retirada da bolsas térmicas (semana 0) em todas as raças ocorreu diminuição do calor irradiado nos cinco pólos avaliados (Figura 4.3), com diferença estatística aos valores de pré-insulação, exceto na raça Bergamácia nos pólos norte, sul e oeste, que só obteve diferença estatística na semana 1 pós insulação.

A raça que apresentou mais rapidamente valores de irradiação do calor testicular pós-insulação semelhantes aos valores de referência da pré-insulação foi a Bergamácia nos pólos norte e oeste, fato observado na semana 2 pós-insulação. A raça Dorper recuperou a irradiação de calor do pólo norte testicular na terceira semana pós-insulação. A raça Texel foi a que apresentou maior dificuldade em obter valores de irradiação do calor testicular sem diferença estatística aos valores da pré-insulação, sendo os valores de pré-insulação obtidos na décima primeira semana pós-insulação para todos os pólos avaliados, exceto para o pólo norte, que a raça não conseguiu recuperar os valores durante o período experimental.



**Figura 4.3.** Média dos valores de temperatura (°C) nos pólos testiculares (norte, sul, oeste, leste, central) da fase posterior do testículo nas raças estudadas, obtidas no termograma testicular durante as semanas experimentais. A sigla da raça está representada na tabela 4.1.

Nos pólos avaliados os valores do coeficiente de variação foram inferiores a 6,05 refletindo baixa dispersão nos valores das temperaturas médias de cada pólo entre as raças estudadas.

### 3.3 CONCENTRAÇÃO E MOTILIDADE ESPERMÁTICA

As médias dos valores de concentração e motilidades espermáticas no período de pré-insulação demonstram não existir diferença estatística significativa entre as raças estudadas (Tabela 4.4). No período de pré-insulação, valor de correlação positiva alta (0,82) entre

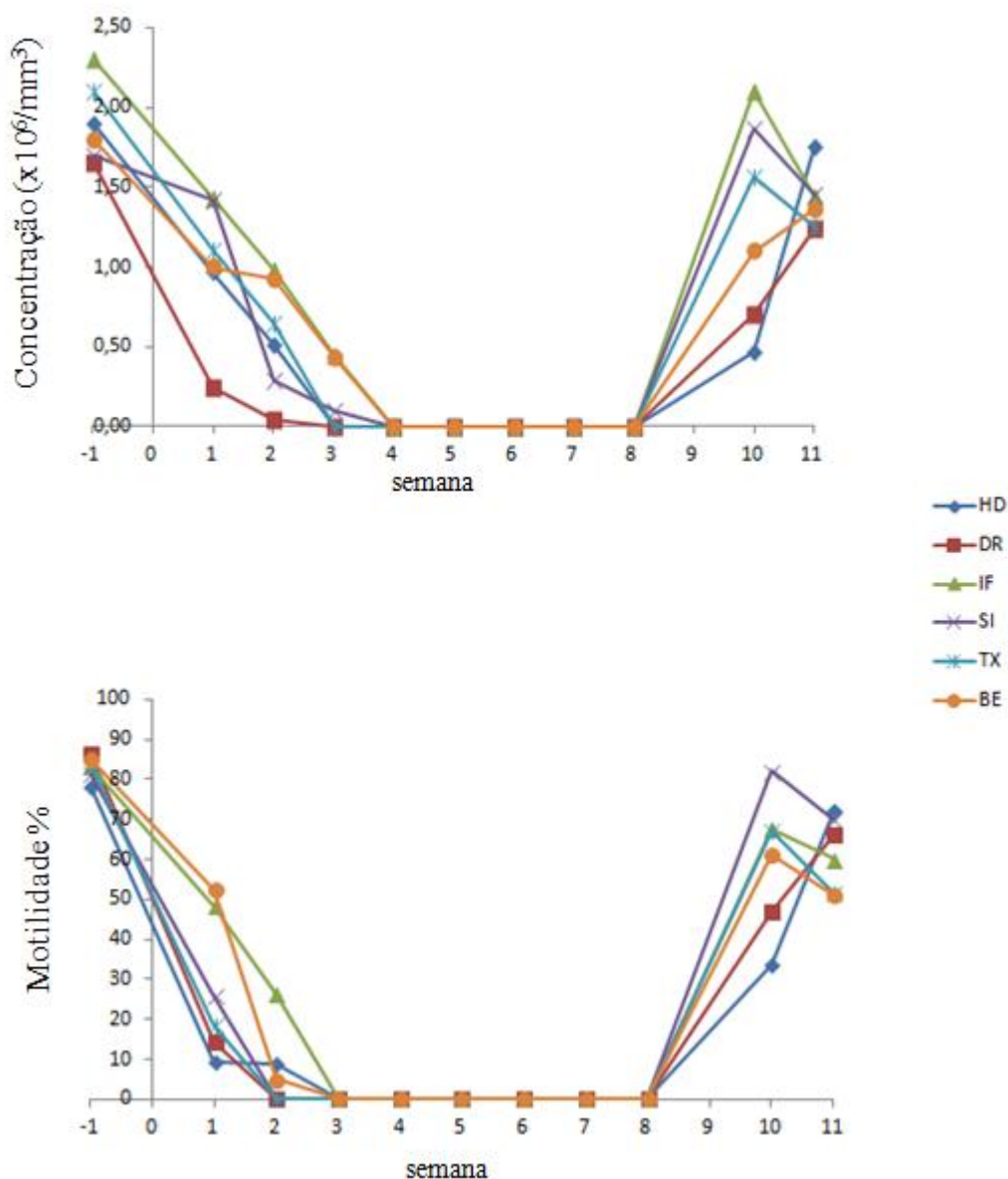
concentração e motilidade espermática foi constatado, sendo a figura gráfica das características semelhantes. Apesar da elevada correlação existente, observou-se elevados valores do coeficiente de variação para concentração e motilidade (70,77 e 51,81, respectivamente) durante a fase de pós-insulação, o que reflete elevada dispersão nos valores dessas variáveis entre as raças estudadas.

**Tabela 4.4** Média dos valores de concentração e motilidade espermáticas relativos às raças estudadas no período de pré-insulação.

| <b>RAÇA</b> | <b>Concentração Espermática<br/>(<math>\times 10^6/\text{mm}^3</math>)</b> | <b>Motilidade Total<br/>(%)</b> |
|-------------|--|---------------------------------|
| HD          | 1,90a  | 78,0a                           |
| DR          | 1,65a  | 86,5a                           |
| IF          | 2,30a  | 83,0a                           |
| SI          | 1,70a  | 81,5a                           |
| TX          | 2,10a  | 83,5a                           |
| BE          | 1,80a  | 85,0a                           |

Médias com letras diferentes na coluna diferem entre si a 5% de probabilidade. A sigla da raça está representada na tabela 4.1.

Já na primeira semana pós insulação foi observado diminuição na concentração e motilidade espermáticas de todas as raças estudadas com declínio dos valores até observar que na semana 3 pós-insulação as raças Hampshire Down, Dorper e Texel apresentaram azoospermia, e as raças Santa Inês, Ile de France, e Bergamácia apresentaram azoospermia na semana 4 pós-insulação, permanecendo todas as raças nesse quadro até a semana 8 pós-insulação (figura 4.4). Valores de concentração espermática semelhantes aos da pré-insulação foram observados nas raças Santa Inês, Ile de France, Texel e Bergamácia a partir da semana 10 pós-insulação e nas raças Hampshire Down e Dorper na semana 11 pós-insulação.



**Figura 4.4** Média dos valores percentuais de concentração e motilidade espermática durante as semanas experimentais. A sigla das raças está representada na tabela 1.

Na semana 3 pós-insulação todas as raças apresentaram astenozoospermia, ou seja, uma semana antes de apresentarem azoospermia. As raças Dorper, Santa Inês e Texel apresentaram ausência de espermatozóides móveis a partir da semana 2 pós-insulação. Todas as raças apresentaram valores percentuais de motilidade espermática sem diferença estatística dos valores de pré-insulação na semana 10 pós-insulação, exceto a raça Dorper que apresentou recuperação dos valores apenas na semana 11 pós-insulação (figura 4.4).

As médias dos valores de parâmetros de motilidade espermática avaliados por CASA relativos às raças estudadas no período de pré-insulação demonstram não existir diferença estatística significativa entre as raças estudadas, exceto para velocidade curvilinear (Tabela 4.5). No período de pré-insulação, valores de correlações positivas altas ( $\geq 0,88$ ) foram constatados entre velocidade média da trajetória, velocidade linear progressiva, velocidade curvilinear e motilidade espermática total .

**Tabela 4.5.** Médias dos valores de parâmetros de motilidade espermática avaliados por CASA relativos às raças estudadas no período de pré-insulação.

| RAÇA | VAP<br>( $\mu\text{m/s}$ ) | VSL<br>( $\mu\text{m/s}$ ) | VCL<br>( $\mu\text{m/s}$ ) | ALH<br>( $\mu\text{m}$ ) | BCF<br>(Hz) | STR<br>(%) | LIN<br>(%) |
|------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------|------------|------------|
| HD   | 101,07a                    | 79,00a                     | 141,27ab                   | 9,86a                    | 15,53a      | 74,33a     | 55,67a     |
| DR   | 86,90a                     | 71,55a                     | 113,45b                    | 7,50a                    | 14,70a      | 81,50a     | 66,00a     |
| IF   | 96,00a                     | 77,33a                     | 116,90ab                   | 7,17a                    | 13,43a      | 78,66a     | 68,00a     |
| SI   | 119,00a                    | 93,90a                     | 151,25ab                   | 9,70a                    | 14,80a      | 76,00a     | 62,00a     |
| TX   | 121,60a                    | 102,25a                    | 139,90ab                   | 7,45a                    | 14,40a      | 82,50a     | 72,50a     |
| BE   | 132,85a                    | 102,90a                    | 163,95a                    | 9,20a                    | 14,35a      | 75,00a     | 63,00a     |

Médias com letras diferentes, na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade. A sigla da raça está representada na tabela 4.1. VAP: velocidade média da trajetória; VSL: velocidade linear progressiva; VCL: velocidade curvilinear; ALH: amplitude de deslocamento lateral da cabeça; BCF: frequência de batimento cruzado; STR: retilinearidade; LIN: linearidade.

Os valores de velocidade média da trajetória, velocidade linear progressiva, velocidade curvilinear, amplitude de deslocamento lateral da cabeça, frequência de batimento cruzado, retilinearidade e linearidade reduziram até atingir o valor 0 na semana 3 em todas as raças sendo a raça Dorper a que apresentou mais rapidamente a diminuição dos valores atingindo o valor 0 na semana 2 pós-insulação, uma semana antes das demais raças. Nesse período de declínio os valores do coeficiente de variação para os parâmetros de motilidade variaram entre 59,93(VCL- velocidade curvilinear) e 96,51(ALH - amplitude de deslocamento lateral da cabeça), refletindo elevada dispersão entre as raças. Todos os parâmetros de motilidade espermática não apresentam diferença estatística com os valores de pré-insulação a partir da semana 10 pós-insulação em todas as raças estudadas. A correlação de motilidade com os parâmetros de motilidade avaliados possui valores entre 65 (ALH- amplitude de deslocamento lateral da cabeça) e 77 (STR- retilinearidade). Os gráficos das características de motilidade (não foram mostrados) são semelhantes em forma com o de motilidade espermática total.

### 3.4 Patologia Espermática

No período de pré-insulação não existiu diferença estatística significativa entre as raças estudadas para valores percentuais de espermatozóides normais e com patologias (Tabela 4.6). As principais patologias espermáticas observadas na pré-insulação foram cauda fortemente dobrada, cauda enrolada e gota citoplasmática distal. A correlação de espermatozóides normais e patológicos foi baixa e negativa (-0,31).

**Tabela 4.6** Média dos valores percentuais de morfologia espermática relativos às raças estudadas.

| RAÇA/SEMANA | Morfologia - Normal |        |        |         |
|-------------|---------------------|--------|--------|---------|
|             | -1                  | 1      | 10     | 11      |
| HD          | 94,67a              | 32,00a | 52,00a | 79,00ab |
| DR          | 95,50a              | 56,00a | 69,00a | 44,00b  |
| IF          | 96,00a              | 57,33a | 65,50a | 57,00ab |
| SI          | 92,00a              | 50,00a | 27,00a | 89,50a  |
| TX          | 98,50a              | 10,00a | 85,00a | 87,00a  |
| BE          | 93,50a              | 47,00a | 55,00a | 67,00ab |

Médias com letras diferentes, na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade. A sigla das raças está representada na tabela 4.1.

O comportamento para porcentagem de espermatozóides normais é inverso ao de espermatozóides patológicos sendo eles complementares. As raças Santa Inês, Texel e Bergamácia diferiram ( $P < 0,05$ ) já na primeira semana pós insulação apresentaram redução significativa dos valores de espermatozóides com morfologia normal primeira semana após a insulação dos níveis da pré-insulação. Na semana 2 pós-insulação as concentrações espermáticas do ejaculado já não mais permitiram avaliar patologia espermática. Todas as raças recuperaram os valores percentuais de espermatozóides normais na semana 10 pós insulação, exceto as raças Hampshire Down e Santa Inês que recuperaram na semana 11, entretanto, os valores percentuais de espermatozóides normais obtidos pelas raças Dorper e Ile de France na semana 11 sofreram redução. O coeficiente de variação para espermatozóides normais e com patologias foram respectivamente 33,04 e 72,51, refletindo maior dispersão nos valores de patologias espermáticas.

Do total de patologias observadas na semana -1, as principais foram: cauda dobrada (54%), cauda enrolada (16%) e gota citoplasmática distal (13%). Na semana 1 pós insulação ocorreu aumento no percentual de patologias em todas as raças, bem como maior diversificação até o momento de azoospermia, sendo as principais patologias observadas as seguintes: cauda dobrada (35%), cauda enrolada (16,25%), gota citoplasmática distal 14%, cabeça isolada normal (20%). Nas semanas 10 e 11 pós insulação as principais patologias observadas foram cauda dobrada (65%) e enrolada (19%).

### 3.5 Integridade Espermiática

As médias dos valores percentuais para acrossoma íntegro e reagido de espermatozóides vivos relativos às raças estudadas no período de pré-insulação demonstram não existir diferença estatística entre as raças.

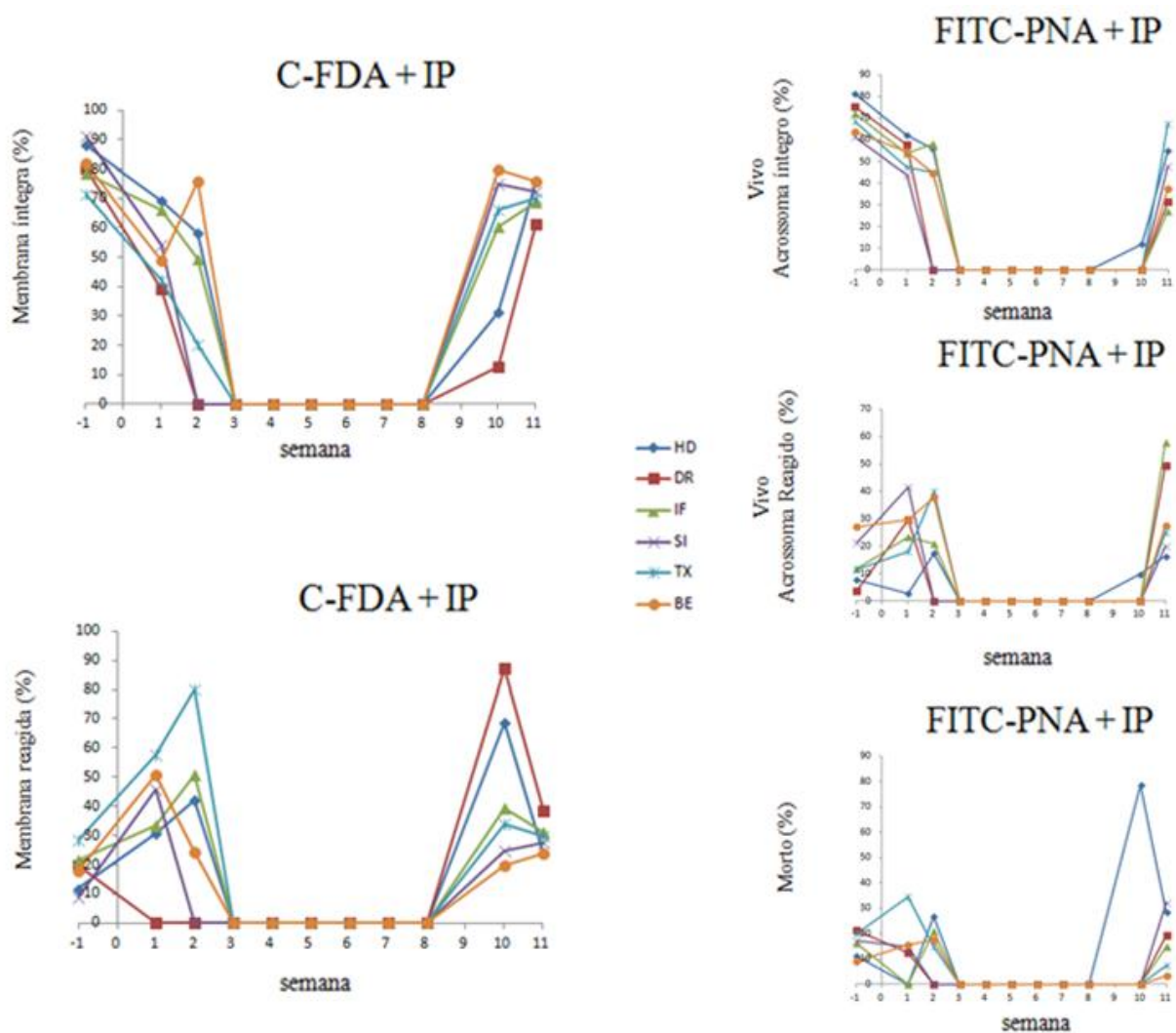
**Tabela 4.7** Média dos valores percentuais de integridade do acrossoma e membrana plasmática relativos às raças estudadas no período de pré-insulação.

| RAÇA | MEMBRANA |           | VIVO      |         | MORTO  |
|------|----------|-----------|-----------|---------|--------|
|      | ÍNTEGRA  | LESIONADA | ACROSSOMA |         |        |
|      |          |           | ÍNTEGRO   | REAGIDO |        |
| HD   | 88,16a   | 11,83b    | 81,17a    | 7,67a   | 11,16b |
| DR   | 80,25a   | 19,75b    | 75,25a    | 3,50a   | 21,25b |
| IF   | 78,50a   | 21,50b    | 72,17a    | 11,67a  | 16,17b |
| SI   | 91,25a   | 8,75b     | 61,50a    | 21,25a  | 17,25b |
| TX   | 71,50a   | 28,50b    | 68,50a    | 11,50a  | 20,00b |
| BE   | 82,00a   | 18,00b    | 63,75a    | 27,25a  | 9,00b  |

Médias com letras diferentes, na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade. A sigla da raça está representada na tabela 1.

As raças Dorper e Hampshire Down apresentaram maior dificuldade em recuperar a integridade da membrana plasmática sendo obtidos valores de pré-insulação a partir da semana 11 pós-insulação (Figura 4.5). As demais raças apresentaram recuperação da integridade de membrana plasmática a partir da semana 10 pós-insulação. As raças Dorper e Ile de France apresentaram as piores recuperações da integridade acrossomal pós-insulação, com valores de acrossoma íntegro inferiores a 32 % na semana 11 pós-insulação.





**Figura 4.5** Média dos valores percentuais de integridade de membrana plasmática e acrossomal durante as semanas experimentais nas raças estudadas. A sigla da raça está representada na tabela 4.1.

#### 4. DISCUSSÃO

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 (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). 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), e a íntima relação entre artérias e veias testiculares, 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 (Almeida, 2003). 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. O aumento na temperatura testicular, seja por exposição de todo o animal ou apenas os testículos, provoca alterações na espermatogênese, o que leva a diminuição da concentração espermática, motilidade e porcentagem de espermatozóides com morfologia normal (Setchell, 1998), bem como diminuição da capacidade fecundante (Zhu et al, 2004).

Ibrahim et al (2001) em carneiros cruzados Montadale x Texel e Dorset x Texel submetidos a insulação por 4 dias, verificaram edema escrotal localizado com regressão do processo em 24 horas pós-insulação. No presente estudo constatou-se edemaciação entretanto com a necessidade de 2 semanas para regredir a lesão. A diferença entre as recuperações pode ser explicada pelo longo período de insulação que os animais foram submetidos no presente estudo. O edema pode ser provocado pela incapacidade de irradiação do calor escrototesticular durante o período de insulação. Com a dificuldade de irradiar calor ocorre aumento na taxa metabólica e demanda de oxigênio testicular (Holm et al, 1999). A artéria longa e extremamente enrolada dos testículos limita o aporte sanguíneo, ocorrendo a ruptura dos mecanismos que controlam a distribuição do volume de líquido no espaço intersticial, levando ao edema. Em virtude da diminuição do aporte sanguíneo para o testículo ocorreu diminuição do calor irradiado na retirada da bolsa térmica de insulação pós-insulação com aumentos consecutivos de

temperatura irradiada e morfometria durante a fase de pós-insulação até atingirem valores semelhantes aos da pré-insulação, demonstrando a capacidade de recuperação e plasticidade das estruturas que protegem o testículo do calor. Na fase de pós-insulação o efeito deletério do calor permaneceu até que ocorresse a retomada da temperatura irradiada aos valores de pré-insulação na semana 7.

As raças Hampshire Down e a Dorper apresentaram no período de pré-insulação os maiores valores de perímetro escrotal e espessura testicular, entretanto foram as raças que apresentaram as maiores variações percentuais desses parâmetros durante a fase pós-insulação. Um aumento dos parâmetros biométricos testiculares proporciona maior superfície de exposição de cada testículo ao ambiente, o que melhora a dissipação de calor, qualidade espermática e eficiência reprodutiva (Almeida, 2003). Com uma melhor troca de calor ocorre a diminuição da temperatura testicular, entretanto ficou evidente nesse experimento que ao dificultar a irradiação do calor as estruturas maiores são as mais afetadas. 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, resultados semelhantes ao do presente estudo.

Diferenças entre raças têm sido encontradas na maioria dos parâmetros seminais de ovinos (volume, concentração, espermatozóides viáveis e anormais) bem como na produção espermática diária (Silva e Nunes, 1984; Chemineau et al., 1991; Costa et al., 2009). Alguns autores atribuem estas diferenças mais à variação no perímetro testicular do que à raça (Silva e Nunes, 1984). Apesar das variações no perímetro escrotal entre as raças estudadas, na pré-insulação não existiu diferença estatística para as características de concentração e motilidade espermática, provavelmente por serem reprodutores submetidos às mesmas condições de manejo e alimentação.

A redução na concentração espermática em função da insulação foi mais intensa nas raças Dorper, Hampshire Down e Texel, as quais apresentaram azoospermia na semana 3 pós-insulação. Animais da raça Santa Inês avaliados por Moreira et al. (2001) em experimento de insulação por sete dias apresentaram um quadro de azoospermia entre 33 e 50 dias (semana 5) após o término da fase de insulação, resultados semelhantes ao do presente estudo (semana 4). O retorno da concentração aos valores de pré-insulação nos animais Dorper e Hampshire Down ocorreu na semana 11 pós-insulação, uma semana após as demais raças, sugerindo que essas duas

raças são menos tolerantes à insulação. O tempo necessário para formação dos espermatozóides a partir de espermatogônias é de 42 a 53 dias na espécie ovina (Courot et al, 1970) e o período de permanência destes espermatozóides no epidídimo é de 13 a 15 dias (Swiestra, 1968). No presente estudo, o longo período necessário para o reaparecimento de padrões considerados normais de concentração espermática (semanas 10 e 11 pós-insulação/ 70-77dias) indica que o estresse térmico interferiu com os primeiros estágios da espermatogênese, provavelmente as fases de multiplicação das espermatogônias e início da meiose.

A motilidade espermática é uma avaliação importante, pois é essencial para a migração do espermatozóide no trato reprodutivo da fêmea, bem como para a interação dos gametas na fecundação (Rodríguez-Martinez, 2006; Suarez & Pacey, 2006). Alguns autores identificaram correlação entre motilidade espermática e fertilidade, tanto pela avaliação subjetiva quanto pela avaliação computadorizada (Januskauskas et al., 2000; Gillan et al., 2008). Os resultados obtidos no presente estudo para as características de motilidade espermática (VAP: velocidade média da trajetória; VSL: velocidade linear progressiva; VCL: velocidade curvilínea; ALH: amplitude de deslocamento lateral da cabeça; BCF: frequência de batimento cruzado; STR: retilinearidade; LIN: linearidade ) avaliadas por CASA são semelhantes aos encontrados por Arman (2006) ao utilizar insulação intermitente, demonstrando que independente do método de insulação, ao ocorrer redução da concentração espermática, haverá redução na motilidade, e por consequência, redução nas características de motilidade. Em virtude das características de motilidade espermática serem obtidas a partir da motilidade espermática total de uma mesma amostra os gráficos apresentam similaridade de forma.

Alguns estudos têm demonstrado que a fertilidade de uma amostra de sêmen cai progressivamente à medida que se aumentam as anormalidades morfológicas de espermatozóides presentes na amostra (Saacke et al., 2000). As raças Dorper e Ile de France não conseguiram recuperar os valores de espermatozóide normais no período de pós-insulação estudado, sugerindo ter havido lesões vasculares que demandaram maior tempo para recuperação comprometendo a população de espermatogônias. Essas raças demonstraram menor adaptação à elevação de temperatura.

Segundo Moreira et al. (2001), após insulação escrotal (estresse térmico) em carneiros Santa Inês, os principais defeitos observados foram cabeça isolada (normal e anormal), cauda dobrada e enrolada e gota distal. No presente estudo as patologias mais observadas forma

cauda dobrada e enrolada (semanas 1, 10 e 11 pós-insulação), além de gota citoplasmática e cabeça isolada normal apenas na semana 1 pós-insulação. Segundo Mies Filho (1982), as patologias de cauda estão relacionadas ao estresse térmico. As patologias espermáticas encontradas na semana 1 pós insulação apareceram em virtude da lesão provocada em células que estavam no epidídimo, enquanto as patologias observadas na fase pós-azoospermia são decorrentes da injúria direta aos testículos nos dias da insulação. Segundo Barth e Bowman (1994), as alterações na morfologia espermática são observadas nos ejaculados após um intervalo que varia de acordo com o estágio de desenvolvimento das células germinativas no momento da interferência e do tempo necessário para que as células danificadas sejam espermiadas desde o epitélio seminífero e transportadas através do epidídimo.

O prognóstico esperado na recuperação do quadro da morfologia espermática dar-se-á a partir das espermatogônias que resistiram à agressão, reiniciando a produção de células normais (Salisbury et al., 1978; Roberts, 1986; Barth e Oko, 1989). Nas semanas 10 e 11 ocorreu a recuperação do valor percentual de espermatozóides normais, apesar de ainda serem observadas patologias como cauda fortemente dobrada e enrolada, gotas citoplasmáticas proximal e distal e cabeça isolada normal e haver ainda oscilação do valores entre essas semanas.

A fecundação é um processo complexo que depende da interação de um ovócito maduro e competente com um espermatozóide móvel, capacitado e capaz de sofrer a reação acrossômica (Molnarova et al., 2006). Avaliar a funcionalidade das membranas torna-se um importante parâmetro para estudar a capacidade fecundante dos espermatozóides uma vez que uma análise individual da morfologia espermática, não permite prever a fertilidade de uma amostra de sêmen (Chacón et al., 2001). A manutenção da integridade e funcionalidade da membrana plasmática é de fundamental importância, visto que uma membrana intacta e funcionalmente ativa é requerida para fecundação (Brito et al., 2003). Se a reação do acrossoma é iniciada antes da ligação do espermatozóide à zona pelúcida, as enzimas são perdidas e o espermatozóide não é capaz de ultrapassar a ZP e fecundar o ovócito (Gadella et al., 2001). Fernandes et al. (2008), avaliando as características seminais de touros Nelore submetidos à insulação escrotal e respectivo desempenho na fecundação *in vitro*, verificaram que a variável acrossomo intacto, explicou as variações nas taxas de clivagem ( $R^2 = 0,30$ ) e de blastocisto ( $R^2 = 0,44$ ).

No presente trabalho a porcentagem de células com acrossoma íntegro sofreu queda já na semana 1 pós-insulação. As raças Hampshire Down e Dorper foram mais tardias uma semana para recuperarem os valores percentuais de espermatozoides com membrana íntegra, enquanto as demais raças recuperaram na semana 10 pós-insulação (Figura 4.5). As raças Dorper e Ile de France apresentaram as piores recuperações da integridade acrossomal pós-insulação, com valores de acrossoma íntegro inferiores a 32 % na semana 11 pós-insulação. Segundo Mies Filho (1982) lesões de acrossoma podem ser causadas por envelhecimento, choque térmico, manipulação indevida do sêmen ou abstinência sexual prolongada.

## 5. CONCLUSÕES

A insulação alterou todas as características avaliadas.

Os efeitos da insulação são deletérios para a espermatogênese e processo de maturação dos espermatozóides no epidídimo, entretanto reversíveis, o que evidencia a resistência relativa do epitélio seminífero a efeitos do estresse térmico.

O tempo necessário para a recuperação da produção espermática é semelhante a cronologia da espermatogênese e maturação epididimária podendo ser maior nas raças mais sensíveis ao calor.

As raças Hampshire Down, Texel e Dorper necessitaram de maior tempo para recuperarem as características avaliadas, demonstrando assim menor tolerância ao estresse térmico provocado pela insulação.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A.K.; BITTENCOURT, R.F.; RIBEIRO FILHO, A.L. et al. Circunferência escrotal e medidas corporais em carneiros Santa Inês de várias idades. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.27, n.2, p.197-199, 2003.
- ARMAN, C.; QUINTANA CASARES, P.I.; SANCHEZ-PARTIDA, L.G. et al. Ram sperm motility after intermittent scrotal insulation evaluated by manual and computer-assisted methods. **Asian Journal of Andrology**, v.8, p.411-418, 2006.
- BANKS, W.J. Sistema reprodutor masculino. In: \_\_\_\_\_. **Histologia veterinária aplicada**. 2ed. São Paulo: Manole, 1991. p.546-64.
- BARTH, A.D.; OKO, R.J. **Abnormal morphology of bovine spermatozoa**. Ames: Iowa State University Press, 1989. 348p.
- 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 et al. (2003).
- COMISSÃO DE ANDROLOGIA DO COLÉGIO BRASILEIRO ANIMAL. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 2.ed., Belo Horizonte: CBRA, 1998. p.29.
- CHACÓN, J. Assessment of sperm morphology in zebu bulls, under field conditions in the tropics. **Reproduction in Domestic Animals**, v.36, p.91-99, 2001.
- CHEMINEAU, P.; COGNIÉ, Y.; GUÉRIN, Y. et al. 1991. **Training manual on artificial insemination in sheep and goats**. Rome: FAO, 222p.
- COSTA, A.N.L.; FEITOS, J.V.; ARAÚJO, A.A. et al. Avaliação andrológica de reprodutores ovinos no cariri cearense. In: Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 18, 2009, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: CBRA, 2009. CD-ROM.
- COUROT, M.; HOCHEREAU de-REVIERS, M.T.; ORTAVANT, R. Spermatogenesis. In: JOHSON, A.D., GOMES, W.R., VANDEMARK, N.L. (Eds.) **The testis**. New York: Academic Press. p.339, 1970.
- EVANS, G.; MAXWELL, W.M.C. **Inseminación artificial de ovejas y cabras**. Editora Acribia, S.A. Zaragoza, 1990, 192p.



- GADELLA, B.M.; HARRISON, R.A. The capacitating agent bicarbonate induces protein kinase A-dependent changes in phospholipids transbilayer behavior in the plasma membrane. **Development**, v.127, p.2407-2420, 2000.
- GILLAN, L.; KROETSCH, T.; CHIS MAXWELL, W.M. et al. Assessment of in vitro sperm characteristics in relation to fertility in dairy bulls. **Animal Reproduction Science**, v.103, p.201-214, 2008.
- HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. **Reprodução animal**. 7. ed., São Paulo: Manole, 2003. 530 p.
- HARRISON, R.A.P.; VICKERS, S.E. Use of fluorescent probes to assess membrane integrity in mammalian spermatozoa. **J Reprod Fertil**, v.88, p.343-352, 1990.
- HOLM, P.; BOOTH, P.J.; SCHMIDT, M.H. et al. High bovine blastocyst development in a static in vitro production system using SOFaa medium supplemented with sodium citrate and myo-inositol with or without serum-proteins. **Theriogenology**, v.52, p.683-700, 1999.
- IBRAHIM, N.M.; ROMANO, J.E.; TROEDSSON, M.H. et al. Effect of scrotal insulation on clusterin-positive cells in ram semen and their relationship to semen quality. **J Androl**, v.22, p.863-77, 2001.
- JANUSKAUSKAS, A.; JOHANNISSON, A.; SÖDERQUIST, L.; RODRIGUEZ-MARTINEZ, H. Assessment of sperm characteristics post-thaw and respond to calcium ionophore in relation to fertility in Swedish dairy AI bulls. **Theriogenology**, v. 53, p. 859-975, 2000.
- JOHNSTON, J.E.; NAELAPAA, H.; FRYE, J.B. Physiological responses of Holstein, Brown Swiss and Red Sindhi crossbreed bulls exposed to high temperatures and humidity. **J. Anim. Sci.**, v.22, p.432-436, 1963.
- KLINC, P.; RATH, D. Reduction of Oxidative Stress in Bovine Spermatozoa During Flow Cytometric Sorting. **Reproduction in Domestic Animals.**, v.42, n.1, p.63-67, 2007.
- KUMI-DIAKA, J.; NAGARATNAM, V.; RWUAAN, J.S. Seasonal and age-related in semen quality and testicular morphology of bulls in a tropical environment. **Vet. Rec.**, v.108, p.13-15, 1981.
- MARAI, I.F.M.; EL-DARAWANY, A.A.; FADIEL, A. et al. Physiological traits as affected by heat stress in sheep—A review. **Small Ruminant Research**, v.71. p.1-12, 2007.

- McENTEE, K. **Reproductive pathology**. New York: State Veterinary College, 1973. 159p.
- MIEUSSET, R.; SOWERBUTTS, S.F.; ZUPP, J.L.; SETCHELL, B.P. Increased flow of testicular blood plasma during local heating of the testis of rams. **Journal of Reproduction Fertility**, v.94, p.345-352, 1992.
- MIES FILHO A. **Reprodução dos animais e inseminação artificial**. 5.ed. Porto Alegre: Sulina, 1982. v.2.
- MOLNAROVA, Z.; MACHATKOVA, M.; MACHAL, A. et al. A potential relationship between the acrosome response characteristics of bovine spermatozoa and their in vitro fertilizing ability. **Zygote**, v.14, p.63-69, 2006.
- 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.1704-1711, 2001.
- NUNES A.S. **Morfologia do funículo espermático e dos escrotos em caprinos nativos do Estado do Piauí, com diferentes configurações escrotais**. Dissertação de Mestrado em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI. 2005. 57p.
- PEZZINI, T. G.; SARTORI, R.; SILVA, T.A.S.N. et al. Características seminais de touros Curraleiros e Holandeses submetidos à insulação escrotal. **Pesq. agropec. bras.**, v.41, n.5, p.863-868, 2006.
- ROBERTSHAW, D. Physical and physiological principles of adaptation of animals to the tropics. In: **Proceedings of the Simpósio Internacional de bioclimatologia animal nos trópicos: pequenos e grandes ruminantes**, EMBRAPA-DIE, p.87– 94. 1986.
- ROGRIGUEZ-MARTINEZ, H. Can we increase the estimated value of semen assessment? **Reproduction in Domestic Animals**, v.4, p.1415-1420, 2006.
- SAACKE, R.G.; DALTON, J.C.; NADIR, S. et al. Relationship of seminal traits and insemination time to fertilization rate and embryo quality. **Anim Reprod Sci**, v.60/61, p.663-677, 2000.
- SALISBURY, G.W., VANDEMARK, N.L.; LODGE, J.R. **Fisiologia de la reproducción e inseminación artificial de los bovidos**. 2.ed. Zaragoza: Acribia, 1978. 831p.
- SETCHELL, B.P. The parkes lecture. Heat and the testis. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.114, p.179-194, 1998.

- SILVA, A.E.D.F.; NUNES, J.F. Estacionalidade na atividade sexual e qualidade do sêmen nos ovinos deslanados das raças Santa Inês e Somalis. **Rev Bras Reprod Anim**, v.8, p.207-214, 1984.
- SKINNER, J.D.; LOUW, G.N. Heat stress and spermatogenesis in *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **J. Appl. Phys.**, v.21, p.1784 – 1790, 1966.
- SOUZA, P.P.S.; SIQUEIRA, E.R.; MAESTÁ, S.A. Ganho de peso, características de carcaça e dos demais componentes corporais de cordeiros confinados, alimentados com distintos teores de uréia. **Ciência Rural**, v.34, n.4, p.1185-1190, 2004.
- SUAREZ, S.S.; PACEY, A.A. Sperm transport in the female reproductive tract. **Hum. Reprod.**, v. 1, p.:23-37, 2006.
- SWIERSTRA, E.E. Cytology and duration of the cycle of the seminiferous epithelium of the boar. Duration of spermatozoan transit through the epididymis. **Anat. Rec.**, v.161, p.171-185, 1968.
- ZHU, B.; WALKER, S.K.; OAKLEY, H.; et al. Effect of paternal heat stress on the development *in vitro* of preimplantation embryos in the mouse. **Andrologia**, v.36, p.384–94, 2004.

## **CAPÍTULO 5**

### **1 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

1. Para incrementar a produtividade ovina nos criatórios das regiões de clima tropical especializados em produção de carne, a seleção de reprodutores para os programas de cruzamento deve ser realizada levando em consideração as raças mais adequadas aos desafios climáticos regionais.
2. Nos períodos que o índice de temperatura e humidade for severo, os animais lanados poderão ser tosquiados para melhorar a termorregulação corpórea, uma vez que pelos longos, finos e em grande quantidade podem servir de barreira para dissipação do calor excedente. Nesses períodos, os produtores devem estar atentos ao sintoma de aumento da frequência respiratória dos reprodutores, pois, um animal taquipnéico pode estar evidenciando estresse térmico.
3. As rotinas produtivas devem estar voltadas para o conforto térmico dos reprodutores com incremento de infra-estrutura apropriada, o que demanda adoção de políticas pública de apoio ao desenvolvimento da cadeia produtiva.
4. Para melhor compreensão do estresse térmico em reprodutores criados em clima tropical, as pesquisas devem ser realizadas no sentido de elucidar a zona de conforto térmico de cada raça, nas duas estações do ano sobre condição de pastejo sem sombreamento e com sombreamento.