



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**ADAPTABILIDADE DE OVINOS SOINGA E SANTA INÊS EM FUNÇÃO DA
DIETA E DO AMBIENTE TÉRMICO**

FÁBIO SANTOS DO NASCIMENTO

**PATOS-PB
FEVEREIRO, 2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**ADAPTABILIDADE DE OVINOS SOINGA E SANTA INÊS EM FUNÇÃO DA
DIETA E DO AMBIENTE TÉRMICO**

**FÁBIO SANTOS DO NASCIMENTO
BACHAREL EM ZOOTECNIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, área de concentração: Bioclimatologia Animal

Orientador: Prof. Dr. Bonifácio Benício de Souza

**PATOS-PARAÍBA-BRASIL
FEVEREIRO, 2019**

N244a Nascimento, Fábio Santos do.
Adaptabilidade de ovinos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico / Fábio Santos do Nascimento. – Patos, 2019.
63 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2019.
"Orientação: Prof. Dr. Bonifácio Benício de Souza".
Referências.

1. Nutrição Animal. 2. Bioclimatologia Animal. 3. Estresse Térmico.
4. Ovinos. 5. Hematológicos. I. Souza, Bonifácio Benício de. II. Título.

CDU 591.13(043)

FICHA CATALOGRAFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECARIA SEVERINA SUELI DA SILVA OLIVEIRA CRB-15/225



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

PROVA DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: “Adaptabilidade de ovinos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico”

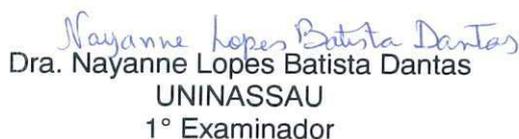
AUTOR: Fábio Santos do Nascimento

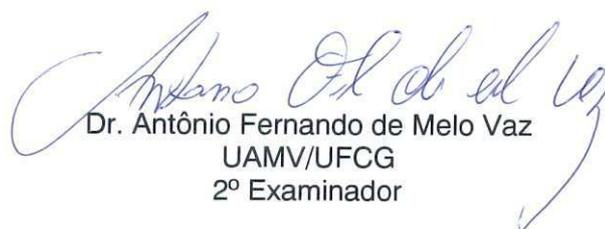
ORIENTADOR: Dr. Bonifácio Benicio de Souza

JULGAMENTO

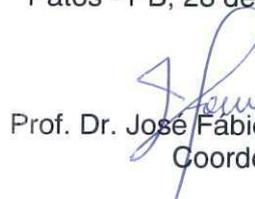
CONCEITO: APROVADO


Dr. Bonifácio Benicio de Souza
UAMV/UFCEG
Presidente


Dra. Nayanne Lopes Batista Dantas
UNINASSAU
1º Examinador


Dr. Antônio Fernando de Melo Vaz
UAMV/UFCEG
2º Examinador

Patos - PB, 28 de fevereiro de 2019


Prof. Dr. José Fábio Paulino de Moura
Coordenador PPGCA/CSTR/UFCEG
Mat. SIAPE1506999
Coordenador

Epígrafe

Não existe vitória sem luta!

(O Autor)

Dedico

Ao meu filho **João Pedro** por ser minha fonte de inspiração, determinação e perseverança nos momentos mais difíceis.

Agradecimentos

Ao Pai Celestial, por ter me dado saúde, coragem e determinação para superar todas as dificuldades impostas nos caminhos da vida, fazendo-me concluir mais uma caminhada das tantas que ainda espero percorrer.

Aos meus pais Reginaldo Francisco e Maria de Fátima por toda atenção, compreensão, amor, amizade e todo apoio que precisei durante essa jornada.

Ao meu filho João Pedro Carvalho Silva Nascimento por me dar forças e coragem para encarar e superar as dificuldades impostas no caminho da vida.

A minha esposa Katúcia Tâmara Carvalho Silva pela compreensão, companheirismo, amor e paciência.

A UFCG/CSTR por todo ensinamento e experiência adquirida ao longo desses dois anos, os quais me proporcionam estar perante a novas oportunidades.

Ao PPGCA em nome do coordenador José Fábio Paulino de Moura e ao secretário José de Arimateia Cruz Guedes por todo o apoio, suporte prestado e amizade.

Ao NUPEÁRIDO pela concessão das instalações para a realização do experimento, assim como, seus funcionários que contribuíram durante o período experimental.

Ao NUBS pelo aprendizado construído, companheirismo e troca de experiências vivenciadas.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa durante a realização do mestrado.

Sou muito grato a meu orientador Prof. Dr. Bonifácio Benício de Souza por todos os ensinamentos, atenção e suas valiosas considerações para realização do mestrado acadêmico e pela amizade construída durante esses dois anos.

A todos os professores que contribuíram de forma significativa para aprimorar meus conhecimentos e amizade construída.

A todos os amigos e colegas, que se dispuseram ajudar no manejo dos animais, nos dias de coleta, processamento das amostras em laboratório, troca de experiências e companheirismo durante todo trajeto do mestrado.

Eternamente grato ao primo e velho amigo Lourenço de Brito, o qual já não se encontra entre nós, mas que me incentivou seguir nessa estrada e como dizia ele *“meu filho, siga o caminho do gado”*.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização dessa caminhada, minha gratidão.

Muito obrigado!

Sumário

Lista de tabelas	ix
Lista de figuras	x
Lista de Abreviatura, Siglas e Símbolos	xi
Resumo	5
Abstract	6
Introdução geral	7
Referências	9
Capítulo 1	10
Avaliação da tolerância ao calor de ovinos do grupo genético Soinga em comparação à raça Santa Inês	10
Resumo	11
Abstract	12
1. Introdução	13
2. Material e métodos.....	14
2.1. Local do estudo.....	14
2.2. Animais e manejo experimental	15
2.3. Variáveis ambientais	17
2.4. Parâmetros fisiológicos	18
2.5. Testes de tolerância ao calor	19
2.6. Delineamento experimental e análise estatística	20
3. Resultados e discussão	21
4. Conclusões	32
Referências	32
Capítulo 2	36
Respostas fisiológicas e hematológicas de ovinos Soinga e Santa Inês sob estresse térmico	36
Resumo	37
Abstract	38
1. Introdução.....	39
2. Material e métodos.....	40
2.1. Localização e clima.....	40
2.2. Parecer do comitê de ética	40

2.3. Animais e procedimento experimental	41
2.4. Variáveis ambientais	43
2.5. Parâmetros fisiológicos e temperatura superficial.....	44
2.6. Avaliação dos níveis de glicose sanguínea	45
2.7. Parâmetros hematológicos	45
2.8. Delineamento e análise estatística	47
3. Resultados e discussão	47
4. Conclusões.....	59
Referencias.....	59
Conclusão Geral.....	63
Apêndice.....	xii

Lista de tabelas

Capítulo 1

Tabela 1	Composição dos ingredientes e nutrientes das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) utilizadas durante o período experimental.....	17
Tabela 2	Médias da frequência respiratória (FR) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e dos horários das 13, 15 e 16 h correspondentes aos ambientes antes do estresse, imediatamente após o estresse e uma hora após o estresse, respectivamente, durante o período experimental.....	26
Tabela 3	Médias da temperatura superficial (TS) e da temperatura retal (TR) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função dos horários das 13, 15 e 16 h correspondentes aos ambientes antes do estresse, imediatamente após o estresse e uma hora após o estresse, respectivamente, durante o período experimental.....	28
Tabela 4	Médias do coeficiente de tolerância ao calor (CTC) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e dos horários das 13, 15 e 16 h correspondentes aos ambientes (antes do estresse, imediatamente após o estresse e uma hora após o estresse) respectivamente, durante o período experimental.....	31

Capítulo 2

Tabela 1	Composição dos ingredientes e nutrientes das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) utilizadas durante o período experimental.....	43
Tabela 2	Médias da temperatura retal (TR) e da temperatura superficial (TS) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função dos horários das 13 e 15 h correspondentes aos ambientes antes do estresse e imediatamente após o estresse, respectivamente, durante o período experimental.....	51
Tabela 3	Médias da frequência respiratória (FR) e níveis de glicose sanguínea dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e dos horários das 13 e 15 h correspondentes aos ambientes antes do estresse e imediatamente após o estresse, respectivamente, durante o período experimental.....	53
Tabela 4	Médias de Proteínas plasmáticas totais (PPT) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30), durante o período experimental.....	55
Tabela 5	Médias dos constituintes eritrocitários dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e das épocas de coleta (primeira semana, quarta semana e sexta semana), durante o período experimental.....	57
Tabela 6	Médias dos constituintes da contagem de leucócitos dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e das épocas de coleta (primeira semana, quarta semana e sexta semana), durante o período experimental.....	58

Lista de figuras

Capítulo 1

- Figura 1** **Fig. 1.** Médias das variáveis ambientais: temperatura ambiente - TA, umidade relativa -UR, temperatura de globo negro na sombra - TGNsom e no sol – TGNsol (A), índice de temperatura do globo negro e umidade na sombra - ITGUsom e no sol - ITGUsol (B) e carga térmica de radiação na sombra – CTRsom e no sol – CTRsol (C), nos horários das (13, 15e 16 h) durante o período experimental..... **22**

Capítulo 2

- Figura 1** **Fig. 1.** Médias das variáveis ambientais: temperatura ambiente - TA, umidade relativa -UR, temperatura de globo negro na sombra - TGNsom e no sol – TGNsol (A) e índice de temperatura do globo negro e umidade na sombra - ITGUsom e no sol - ITGUsol (B) nos horários das (13 e 15 h) durante o período experimental..... **48**

Lista de Abreviatura, Siglas e Símbolos

% - Percentual
°C – Graus Celsius
BSh – Clima semiárido quente
Ca – Cálcio
CHCM – Concentração de hemoglobina corpuscular média
Co – Cobalto
CSTR – Centro de Saúde e Tecnologia Rural
CTC – Coeficiente de Tolerância ao Calor
CTR – Carga térmica de radiação
CTRsol – Carga térmica de radiação no sol
CTRsom – Carga térmica de radiação na sombra
CV – Coeficiente de variação
DIC – Delineamento Inteiramente casualizado
EDTA – Etilenodiamino tetra-acético
EE – Extrato etéreo
F – Flúor
FDA – Fibra em detergente ácido
FDN – Fibra em detergente neutro
Fe – Ferro
fL - Fentolitro
FR – Frequência respiratória
g/dL – Grama por decilitro
h – Horas
HCM – Hemoglobina corpuscular média
I – Iodo
ITC – Índice de tolerância ao calor
ITGU – Índice de temperatura de globo negro e umidade
ITGUsol - Índice de temperatura de globo negro e umidade no sol
ITGUsom - Índice de temperatura de globo negro e umidade na sombra
K - Kelvin
K – Potássio
Kg – Quilogramas
 $m\ s^{-1}c$ – Metros por segundo
 m^2 – Metros quadrados
Mg – Magnésio
mL – Mililitros
 mm^3 – Milímetros cúbicos
Mn – Manganês
 $mov\ min^{-1}$ – Movimentos por minutos
Na - Sódio
NaCl – Cloreto de sódio
NDT – Nutrientes digestíveis totais
NUPEARIDO – Núcleo de Pesquisa para Desenvolvimento do Semiárido
P – Fósforo

PB – Proteína bruta
PPT – Proteínas plasmática totais
S – Enxofre
TA – Temperatura Ambiente
TGN – Temperatura de globo negro
TGNsol – Temperatura de globo negro no sol
TGNsom – Temperatura de globo negro na sombra
Tpo – Temperatura de ponto de orvalho
TR – Temperatura retal
TRM – temperatura radiante média
TS – Temperatura superficial
UFCG – Universidade Federal de Campina Grande
UR – Umidade relativa do ar
V – velocidade do vento
VCM – volume corpuscular médio
Wm² – Watt por metro quadrado
Zn – Zinco
σ - sigma
μL – Microlitro

Adaptabilidade de ovinos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico

Resumo: objetivou-se avaliar e comparar a adaptabilidade dos genótipos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico por meio dos parâmetros fisiológicos, hematológicos e testes de tolerância ao calor. Foram utilizados 24 ovinos machos não castrados, com aproximadamente 150 dias de idade e peso vivo inicial médio de $20,00 \pm 3,00$ kg. As dietas utilizadas foram silagem de sorgo e concentrado com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30). Foi avaliada a temperatura ambiente, umidade relativa e temperatura de globo negro, índice de temperatura do globo negro e umidade, carga térmica de radiação na sombra e no sol. Os parâmetros fisiológicos avaliados foram frequência respiratória (FR, mov m^{-1}), temperatura superficial (TS, °C) e temperatura retal (TR, °C), níveis de glicose sanguínea, parâmetros hematológicos, contagem diferencial de leucócitos e calculou-se o índice de tolerância ao calor e coeficiente de tolerância ao calor. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. As médias das variáveis ambientais, do índice de temperatura de globo negro e umidade e da carga térmica de radiação foram acima do preconizado para a espécie ovina. Houve interação ($P < 0,05$) dos genótipos com o ambiente em relação a TS e a TR. O genótipo Soinga apresentou temperaturas mais baixas que o Santa Inês. Imediatamente após o estresse, a FR foi ($P < 0,05$) maior que nos ambientes antes e após o estresse. Os níveis de glicose foram estatisticamente diferentes ($P < 0,05$) em todos os fatores avaliados, apesar das médias observadas não ultrapassarem os valores de referência. Houve diferença ($P < 0,05$) nos constituintes eritrocitários, hematócrito, HCM e CHCM em função das épocas de coleta, sendo que estes, mantiveram-se dentro dos valores de referência para ovinos. Imediatamente após o estresse, o CTC foi ($P < 0,05$) maior que nos ambientes antes do estresse. As dietas não influenciaram nas respostas fisiológicas e na tolerância ao calor dos genótipos Soinga e Santa Inês. No entanto, o ambiente térmico exerceu efeito sobre os parâmetros fisiológicos dos genótipos, e o Soinga mostrou-se igualmente tolerante as condições de estresse por calor quando comparado com o Santa Inês. Os parâmetros fisiológicos e hematológicos dos dois genótipos mantiveram-se dentro dos valores de referência para ovinos, com exceção da frequência respiratória que foi elevada em todos os fatores avaliados.

Palavras chave: adaptabilidade, ambiente, estresse térmico, hematológicos, semiárido

Adaptability of Soinga and Santa Inês sheep as a function of diet and thermal environment

Abstract: the objective of this study was to evaluate and compare the adaptability of the Soinga and Santa Inês genotypes as a function of diet and thermal environment through physiological, hematological parameters and heat tolerance tests. Twenty - four male, uncastrated sheep with approximately 150 days of age and mean initial live weight of $20.00 \pm 3,00$ kg were used. The diets used were sorghum silage and concentrate with voluminous: concentrate ratio (50:50 and 70:30). It was evaluated the ambient temperature, relative humidity and black globe temperature, black globe temperature index and humidity, thermal radiation charge in the shade and in the sun. The physiological parameters evaluated were respiratory rate (FR, mov m⁻¹), surface temperature (TS, ° C) and rectal temperature (TR, ° C), blood glucose levels, hematological parameters, differential leukocyte count, of heat tolerance and coefficient of heat tolerance. The averages were compared by the Tukey test at the 5% level of significance. The averages of the environmental variables, the black globe temperature index and moisture and the thermal radiation load were above that recommended for the ovine species. There was interaction ($P < 0.05$) of the genotypes with the environment in relation to TS and TR. The Soinga genotype showed lower temperatures than Santa Inês. Immediately after stress, RF was ($P < 0.05$) higher than in pre and post stress environments. The glucose levels were statistically different ($P < 0.05$) in all evaluated factors, although the averages observed did not exceed the reference values. There was a difference ($P < 0.05$) in erythrocyte constituents, hematocrit, HCM and CHCM as a function of the collection times, and these remained within the reference values for sheep. Immediately after stress, CTC was ($P < 0.05$) higher than in pre-stress environments. The diets did not influence the physiological responses and the heat tolerance of Soinga and Santa Inês genotypes. However, the thermal environment had an effect on the physiological parameters of the genotypes, and Soinga was also tolerant to heat stress conditions when compared to Santa Inês. The physiological and hematological parameters of the two genotypes remained within the reference values for sheep, with the exception of respiratory rate that was elevated in all evaluated factors.

Key words: adaptability, environment, thermal stress, hematological, semi-arid

Introdução geral

O semiárido nordestino corresponde a 74,30% da superfície dessa região, apresenta um clima tropical seco, com uma estação úmida ou chuvosa anual de 4 a 6 meses, seguida por uma estação seca de 6 a 8 meses. A precipitação média anual é em torno de 700 mm e médias térmicas anuais entre 23 a 28 °C (Borges et al., 2016).

A zona de clima semiárido, caracteriza-se por alta incidência de radiação solar e altas temperaturas durante praticamente todos os meses do ano. Assim, surge a importância do conhecimento dos parâmetros de aclimação dos ovinos a este clima, visando, a seleção de animais que apresentem melhores características adaptativas para a produção e reprodução nesta região.

Mesmo os ovinos sendo adaptados aos mais variados ambientes, segundo Sousa et al. (2015), a produção animal nos trópicos é limitada por diversos fatores como temperaturas elevadas, irregularidade das chuvas, secas frequentes e escassez de forragens.

Para tolerar e produzir nas condições do Semiárido, foi desenvolvido o grupo genético Soinga, oriundo do cruzamento das raças Bergamacia, Morada Nova Branca e Somalis Brasileira. O Soinga apresenta características como: prolificidade, habilidade materna, precocidade e rusticidade. Dessa forma, reunindo em um único grupo genético especialidades para suportar as condições adversas dessa região e produzir carne precocemente (Silva, 2014).

A raça Santa Inês foi desenvolvida no nordeste brasileiro, resultante dos cruzamentos das raças Bergamacia, Morada Nova, Somalis e ovinos sem raça definida (SRD). As principais características são: pouca estacionalidade reprodutiva, acentuada habilidade materna, menor exigência nutricional, elevada rusticidade e bem adaptada aos ambientes de temperaturas elevadas como o Semiárido.

O estresse térmico é um fator impactante na produção animal, de forma que para se obter o melhor desempenho produtivo, é necessário que os animais estejam dentro da zona de conforto térmico. Os estudos bioclimatológicos, das características genéticas e adaptativas dos animais são decisivos na identificação e seleção de genótipos mais adaptados às condições climáticas do Semiárido (Roberto et al., 2014).

De acordo com Nobrega et al. (2011), as variáveis climáticas ou ambientais utilizadas para estudar a adaptabilidade animal são: temperatura máxima e mínima, temperatura do bulbo seco e bulbo úmido, temperatura do globo negro e umidade relativa do ar. Em regiões de temperaturas elevadas, o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e a carga térmica de radiação (CTR) possibilitam melhor conhecimento das condições ambientais que os animais são expostos.

As avaliações da capacidade adaptativa dos animais aos ambientes quentes podem ser realizadas por meio de testes de adaptabilidade fisiológica ou de tolerância ao calor (Bacari Júnior, 1990). A temperatura retal e a frequência respiratória são as variáveis fisiológicas mais utilizadas para estimar a tolerância dos animais ao estresse térmico (Bianca e Kunz, 1978).

Para auxiliar na compreensão da termorregulação em ruminantes, os parâmetros hematológicos são utilizados como indicadores homeostáticos, cujas modificações drásticas em seus valores podem causar desequilíbrios orgânicos, que representam a baixa eficiência de adaptação fisiológica (Broucek et al., 2009).

Avaliar as respostas fisiológicas dos animais no ambiente de produção associadas aos aspectos climáticos contribuem para adequação do manejo, seleção de raças adaptadas e viabilidade da exploração pecuária. Considerando a expressividade social e econômica dos rebanhos ovinos para a região semiárida do Nordeste, faz-se necessário o estudo da susceptibilidade destes às condições de estresse por calor a que são submetidos.

Referências

BACCARI JÚNIOR, F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais às condições tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL NOS TRÓPICOS: PEQUENOS E GRANDES RUMINANTES, 1., 1990, Sobral. **Anais...** Sobral: EMBRAPA-CNPC, p. 9-17, 1990.

BIANCA, W.; KUNZ, P. Physiological reactions of three breeds of goats to cold, heat and high altitude. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 5, n. 1, p. 57-69, 1978.

BORGES, L. S. et al. O ambiente semiárido brasileiro influencia as respostas fisiológicas de caprinos. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, Mossoró, v. 4, n. 1, p. 17-22, 2016.

BROUCEK, J.; KISAC, P.; UHRINCAT, M. Effect of hot temperatures on the hematological parameters, health and performance of calves. **International Journal of Biometeorology**, Nitra, v. 53, n. 2, p. 201-208, 2009.

NÓBREGA, G. H. et al. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 1, p. 67-73, 2011.

ROBERTO, J. V. B. et al. Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando a termografia infravermelha. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, Mossoró, v. 2, n. 1, p. 11-19, 2014.

SILVA, M. G. T. **Uso da palma forrageira e fenos de leguminosas na alimentação de ovinos em confinamento**. 2014. 51f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

SOUSA, B. B.; BENICIO, A. W. A.; BENICIO, T. M. A. Caprinos e ovinos adaptados aos trópicos. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, Mossoró, v. 3, n. 2, p. 42-50, 2015.

Capitulo 1

**Avaliação da tolerância ao calor de ovinos do grupo genético Soinga em
comparação à raça Santa Inês**

Avaliação da tolerância ao calor de ovinos do grupo genético Soinga em comparação à raça Santa Inês

Resumo: objetivou-se avaliar e comparar a adaptabilidade dos genótipos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico. Foram utilizados 24 ovinos machos, com aproximadamente 150 dias de idade, com peso vivo inicial médio de $20,00 \pm 3,00$ kg, divididos em grupos de 12 animais. As dietas utilizadas foram silagem de sorgo e concentrado com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30). As variáveis ambientais avaliadas foram temperatura ambiente (TA, °C), umidade relativa (UR, %) e temperatura de globo negro (TGN, °C). Foi calculado o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica de radiação (CTR) na sombra e no sol. Os parâmetros fisiológicos avaliados foram frequência respiratória (FR, mov m^{-1}), temperatura superficial (TS, °C) e temperatura retal (TR, °C). Para avaliação da adaptabilidade calculou-se o índice de tolerância ao calor (ITC) e coeficiente de tolerância ao calor (CTC). Para análise das respostas fisiológicas e do CTC foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 6 repetições num esquema fatorial $2 \times 2 \times 3$, dois genótipos (Soinga e Santa Inês), duas dietas e três ambientes antes do estresse (13 h), imediatamente após o estresse (15 h) uma hora após o estresse (16 h), repetido no tempo. Para análise do ITC foi utilizado DIC com 6 repetições em esquema fatorial 2×2 , dois genótipos e duas dietas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As médias de TA situaram-se acima da zona de conforto térmico (ZCT) para ovinos 20 a 30 °C e ultrapassaram a temperatura crítica de tolerância ao calor (35 °C). A TGNsol foi mais elevada em todos os horários atingindo o maior valor às 13 h e menor às 16 h. As Médias de UR ficaram abaixo do recomendado, a CTRsom foi mais elevada às 13 h e menor as 16 h. O CTRsol foi mais elevada que a CTRsom com diferenças maior nos horários das 13 e 15 h. No ambiente imediatamente após o estresse a FR foi ($P < 0,05$) maior que nos ambientes antes e após do estresse. Houve interação dos genótipos com os ambientes em relação a TS e a TR. A TS dos dois genótipos diferiram ($P < 0,05$) nos três ambientes, no ambiente imediatamente após o estresse a TS foi mais alta ($P < 0,05$) e no ambiente antes do estresse foi mais elevada ($P < 0,05$) que no ambiente após o estresse. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) imediatamente após o estresse, o genótipo Soinga apresentou menor TS ($P < 0,05$) em relação ao Santa Inês imediatamente após o estresse. No genótipo Santa Inês houve diferença ($P < 0,05$) para TR imediatamente após o estresse. Após o estresse o genótipo Soinga apresentou TR ($P < 0,05$) menor que o genótipo Santa Inês que foi ($P < 0,05$) mais elevada imediatamente após o estresse diferindo dos demais ambientes e do genótipo Soinga. Imediatamente após o estresse o CTC foi ($P < 0,05$) maior que nos ambientes antes do estresse. As dietas não influenciaram nas respostas fisiológicas e na tolerância ao calor dos genótipos. O ambiente térmico exerceu forte efeito sobre os parâmetros fisiológicos dos genótipos, o Soinga mostrou-se mais adaptado as condições de estresse por calor que o Santa Inês.

Palavras Chaves: adaptabilidade, genótipos, ruminantes, estresse térmico

Evaluation of the heat tolerance of sheep of the genetic group Soinga in comparison to the Santa Inês breed

Abstract: the objective of this study was to evaluate and compare the adaptability of the Soinga and Santa Inês genotypes as a function of diet and thermal environment. Twenty - four male sheep, approximately 150 days old, with an initial mean live weight of $20.00 \pm 3,00$ kg, were divided into groups of 12 animals. The diets used were sorghum silage and concentrate with voluminous: concentrate ratio (50:50 and 70:30). The environmental variables evaluated were ambient temperature (TA, °C), relative humidity (UR, %) and black globe temperature (TGN, °C). Black Globe Temperature and Humidity Index (ITGU) and thermal radiation charge (CTR) in the shade and in the sun were calculated. The physiological parameters evaluated were respiratory rate (FR, mov m⁻¹), surface temperature (TS, ° C) and rectal temperature (TR, ° C). Heat tolerance index (ITC) and heat tolerance coefficient (CTC) were calculated for adaptability assessment. A completely randomized design (DIC) with 6 replications in a 2 x 2 x 3 factorial scheme, two genotypes (Soinga and Santa Inês), two diets and three environments before stress (13 h) were used to analyze the physiological and CTC responses, immediately after stress (15 h) one hour after stress (16 h), repeated in time. For the ITC analysis, IHD was used with 6 replicates in a 2 x 2 factorial scheme, two genotypes and two diets, the means were compared by the Tukey test at the 5% probability level. The averages of AT were above the thermal comfort zone (ZCT) for sheep at 20-30 ° C and exceeded the critical temperature tolerance temperature (35 ° C). TGNsol was highest at all times reaching the highest value at 1 pm and lower at 4 pm. The RH means were lower than recommended, CTRsom was higher at 1 pm and shorter at 4 pm. The CTRsol was higher than the CTRsom with greater differences in the times of 13 and 15 h. In the environment immediately after stress the RF was (P <0.05) higher than in the environments before and after stress. There was interaction of the genotypes with the environments in relation to TS and TR. The TS of the two genotypes differed (P <0.05) in the three environments, in the environment immediately after the stress the TS was higher (P <0.05) and in the environment before the stress was higher (P <0.05) than in the environment after stress. There was a significant effect (P <0.05) immediately after stress, the Soinga genotype presented lower TS (P <0.05) in relation to Santa Inês immediately after stress. In the Santa Inês genotype there was a difference (P <0.05) for TR immediately after stress. After stress, the Soinga genotype presented lower TR (P <0.05) than the Santa Inês genotype, which was higher (P <0.05) immediately after the stress, differing from the other environments and the Soinga genotype. Immediately after stress CTC was (P <0.05) higher than in pre-stress environments. The diets did not influence the physiological responses and the heat tolerance of the genotypes. The thermal environment exerted a strong effect on the physiological parameters of the genotypes, the Soinga was more adapted to the conditions of heat stress than the Santa Inês.

Key words: adaptability, genotypes, ruminants, thermal stress

1. Introdução

A região nordeste concentra grande parte do rebanho ovino brasileiro e se destaca pelo potencial produtivo desta espécie, a qual possui características adaptativas que conferem capacidade de produzir nos mais variados ecossistemas da região (Nobre et al., 2016).

O Semiárido se caracteriza por apresentar alta incidência de radiação solar e elevadas temperaturas, ocasionando condições estressantes aos animais durante grande parte do ano (Sousa Junior et al., 2008), tornando-se imprescindível avaliar a interação dos animais com o ambiente para conhecer a capacidade de adaptação dos genótipos explorados (Nobrega et al., 2011).

Baccari Junior (2001) relata que a ingestão de alimentos também influencia a produção de calor nos ruminantes, a quantidade e a qualidade do alimento interferem na produção do calor endógeno, com consequente aumento das variáveis fisiológicas.

Em condições de temperaturas elevadas e reduzido gradiente térmico as formas sensíveis de perda de calor tornam-se menos eficazes, entrando em ação a termólise evaporativa por meio da frequência respiratória e sudorese para manutenção da homeotermia (Nobrega et al., 2011; Souza et al., 2015).

O ambiente influencia significativamente na capacidade adaptativa e produtiva dos animais homeotérmicos. Com isso, o número de pesquisas relacionadas a identificação de genótipos mais adaptados tem se intensificado objetivando minimizar as perdas econômicas decorrentes dos efeitos do clima sobre a produção animal nos trópicos (Borges et al., 2016).

O estudo das variáveis ambientais e dos parâmetros fisiológicos tem o papel de diagnosticar as condições climáticas e identificar genótipos mais adaptados à determinada região (Roberto et al., 2014). Além dos parâmetros fisiológicos, são realizados testes de tolerância ao calor com o intuito de auxiliar a mensuração da adaptabilidade, através da capacidade animal em manter a homeotermia (Rocha et al., 2009). Podendo dessa forma, preservar os recursos genéticos com elevado grau de tolerância ao calor para assegurar a produção, frente ao aquecimento global e as mudanças climáticas (Souza et al., 2015).

Devido à inexistência de trabalhos que comprovem cientificamente os atributos de rusticidade do grupo genético Soinga, se faz necessário avaliar como reagem ao estresse térmico e qual o grau de adaptação dos mesmos às condições de semiárido. Com isso, objetivou-se avaliar e comparar a adaptabilidade dos genótipos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico, através das respostas fisiológicas e dos testes de tolerância ao calor.

2. Material e métodos

2.1. Local do estudo

O trabalho foi desenvolvido no setor de ovinocultura do Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (NUPEÁRIDO), pertencente ao Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizada no município de Patos, PB, Brasil. A região se localiza a uma latitude 07° 05' 28" S, longitude 37° 16' 48" W, altitude de 250

m e apresenta um clima BSh (classificação Köppen), com temperatura anual média máxima de 32,9°C e mínima de 20,8°C e umidade relativa de 61% (BRASIL, 1992).

2.2. Animais e manejo experimental

Os procedimentos utilizados para o manejo e cuidados com os animais, obteve parecer consubstanciado orientado pelo regulamento interno do Comitê de Ética em Pesquisa/Comissão de Ética no Uso de Animais (C E P/CEUA) da UFCG/CSTR e foi aprovado sob o protocolo nº 55-2017, estando à luz das normas e regulamentos vigentes no país atendidas as especificações para a pesquisa científica.

Foram utilizados 24 ovinos machos não castrados, com aproximadamente 150 dias de idade, com peso vivo inicial médio de $20,00 \pm 3,00$ kg, divididos em grupos de 12 animais dos genótipos (Soinga e Santa Inês), ambos de origem no nordeste brasileiro. O Soinga é resultado do cruzamento entre as raças Bergamacia, Morada Nova Branca e Somalis Brasileira, caracterizando-se por apresentar porte médio, podem pesar de 40 a 70 kg, ausência de lã e chifre, pelagem branca com a cabeça preta apresentando infiltração do branco da inserção da nuca até a linha dos olhos (Ferreira, 2017). O Santa Inês é proveniente das raças Bergamacia, Morada Nova, Somalis e ovinos sem raça definida (SRD), são animais de grande porte, os machos podem pesar de 80 a 120 Kg e as fêmeas de 60 a 90 Kg, animal deslanado, com pelos curtos e sedosos, pelagem preta, vermelha, branca e suas combinações (ARCO, 2019).

Para essa pesquisa, foram utilizados animais Santa Inês de pelagem preta e vermelha.

Antes do início do experimento todos os animais foram tratados com anti-helmíntico (Ripercol® L Solução, Zoetis Industria de Produtos Veterinários Ltda, São Paulo, BR) na dose de 1 ml para cada 10 kg de peso corporal e vacinados contra clostridioses (Excell 10, Laboratórios Vencofarma do Brasil Ltda, Paraná, BR) na dose de 2 ml por animal. O período experimental foi de 60 dias, sendo 15 de adaptação e 45 de coleta de dados, entre os meses de setembro a dezembro de 2017.

Os animais foram confinados em galpão de alvenaria, coberto com telhas de fibrocimento a uma altura de 2,25 m do chão e distribuídos individualmente em baias de madeira com piso ripado medindo 1,0 m², contendo comedouro e bebedouro. Os animais receberam alimentação duas vezes ao dia (08 e 16 h) de modo a permitir 10% de sobras e o fornecimento de água *ad libitum*. As dietas utilizadas foram compostas por silagem de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) e concentrado a base de farelo de soja, milho moído, núcleo mineral, calcário calcítico e cloreto de sódio nas relações volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) Tabela 1. Ambas formuladas de acordo com as recomendações do National Research Council – NRC (2007) para promover um ganho de 200g/dia.

As amostras dos alimentos utilizados para compor as dietas experimentais foram secas em estufa de circulação forçada de ar, a 55 °C, durante 72 h. Posteriormente, todos os alimentos foram processados em moinho de facas tipo Wiley (Tecnal®, Piracicaba, BR), utilizando-se peneira com crivos de 1 mm e analisadas quanto aos teores de matéria seca (Método 967.03 -

AOAC, 1990), proteína bruta (Método 981.10 - AOAC, 1990), extrato etéreo (Método 920.29 - AOAC, 1990). Os componentes da parede celular, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados pelo método de Van Soest et al. (1991). Para a estimativa de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) dos alimentos foram utilizadas as equações do NRC (2007).

Tabela 1

Composição dos ingredientes e nutrientes das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) utilizadas durante o período experimental.

Ingredientes	% de matéria seca	
	V:C (50:50)	V:C (70:30)
Silagem de sorgo	50,00	70,00
Milho triturado	25,10	5,03
Farelo de soja	23,10	24,67
Núcleo mineral ^a	1,00	0,20
Calcário calcítico	0,30	0,10
NaCl ^b	0,50	0,00
Composição calculada		
Proteína bruta (PB)	16,44	16,44
Extrato etéreo (EE)	5,08	5,17
Fibra em detergente neutro(FDN)	36,29	45,76
Fibra em detergente ácido (FDA)	23,39	30,59
Nutrientes digestíveis totais (NDT)	67,28	62,28

^aNúcleo mineral: concentração por quilograma – 149,2 g de Ca, 80,0 g de P, 10,0 g de Mg, 139,0 de Na, 85,0 mg de Co, 12,0 mg de S, 1.300,0 mg de Fe, 100,0 mg de I, 1.000,0 mg de Mn, 140,0 mg K, 2500,0 mg de Zn e 800,0 mg de F.

^bNaCl: Cloreto de sódio

2.3. Variáveis ambientais

As variáveis ambientais temperatura ambiente (TA, °C), umidade relativa (UR, %), temperatura de globo negro (TGN, °C) foram registradas a cada hora, durante os dias de experimento por meio de um data logger (HOBO®U12-013, Onset Computer Corporation, Bourne, MA, EUA) acoplado a dois globos negro, um instalado dentro do galpão e o outro no ambiente exposto a radiação solar direta. A leitura dos dados ambientais registradas no data logger e a

determinação do ponto de orvalho (PO, °C) foram realizadas pelo software (HOBOWare® versão 3.7.13, Onset Computer Corporation, Bourne, MA, EUA). Os valores da velocidade do vento (V, m s⁻¹) foram obtidos através do anemômetro digital (AM 4201, Lutron Electronic Enterprise CO., LTD, Taipei, TW).

Com os dados ambientais obtidos foi calculado o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) na sombra e no sol, conforme proposto por Buffington et al. (1981), através da fórmula: $ITGU = T_{gn} + 0,36 * T_{po} + 41,5$ onde: T_{gn} é a temperatura do globo negro (°C) e T_{po} é a temperatura do ponto de orvalho (°C). A carga térmica de radiação (CTR) calculada dentro e fora do galpão foi estimada pela expressão citada por Esmay (1969): $CTR = \sigma (TRM)^4$, em que, CTR é dada em Wm⁻²; σ é a constante de Stefan-Boltzman ($5,67 * 10^{-8}$ Wm⁻² K⁻⁴) e TRM a temperatura radiante média(K). A TRM é a temperatura de uma circunvizinhança, considerada uniformemente negra, para eliminar o efeito da reflexão com a qual o corpo (globo negro) troca tanta quantidade de energia quanto a do ambiente considerado (Bond et al., 1954), obtida pela equação: $TRM = 100 * [2,51 * v^{1/2} * (T_{gn} - T_a) + (T_{gn}/100)^4]^{1/4}$, em que a TRM é dada em (K); v é a velocidade do vento em (m s⁻¹), T_a é a temperatura ambiente (K) e T_{gn} é a temperatura de globo negro (K).

2.4. Parâmetros fisiológicos

Os parâmetros fisiológicos frequência respiratória (FR, mov m⁻¹), temperatura superficial (TS, °C) e temperatura retal (TR, °C), foram mensurados quinzenalmente às 13 h com todos os animais na sombra (antes do estresse),

às 15h após uma hora de exposição à radiação solar direta (imediatamente após o estresse) e às 16 h quando estes já tinham retornado à sombra e permaneceram, na mesma, por mais uma hora (uma hora após o estresse).

A aferição da FR foi realizada por meio da auscultação indireta dos sons respiratórios, com o auxílio de um estetoscópio (Premium, Ningbo Yinzhou Wuhai Medical Instruments Factory, CN) colocado ao nível da região torácica, contando-se o número de movimentos respiratórios em 15 segundos e posteriormente multiplicando-se este valor por quatro, obtendo-se assim, o número de movimentos respiratórios por minuto.

Foram realizadas imagens do lado direito de cada animal dos diferentes genótipos através da câmera termográfica de infravermelho (Fluke[®] Ti 25, Fluke Corporation, Washington, EUA) considerando-se emissividade de 0,98. Posteriormente os termogramas foram analisados pelo software (SmartView[®] versão 3.1, Fluke Corporation, Washington, EUA) e determinou-se a TS média do corpo do animal.

Para obtenção da TR utilizou-se um termômetro clínico digital com escala de 32 a 42,9 °C, (TH 150, G-TECH, Hangzhou Sejoy Eletronics & Instruments Co. Ltd., Honagzhou, CN) introduzido no reto do animal, permanecendo em contato com a mucosa até sinalização sonora indicando a estabilização da temperatura.

2.5. Testes de tolerância ao calor

Para avaliação da adaptabilidade dos genótipos, calculou-se o índice de tolerância ao calor (ITC) adaptado de Baccari Junior et al. (1986) através da

fórmula $ITC = 10 - (TR_2 - TR_1)$ em que, TR_2 é a temperatura retal obtida às 16 h após os animais permanecerem 1 h expostos a radiação solar direta e retornarem ao ambiente de sombra por mais 1 h, e TR_1 é a temperatura retal mensurada após 2 h de permanência dos animais na sombra sendo aferida às 13 h. O ITC mensura a capacidade de dissipação de calor, e consta de uma escala de (0 a 10), sendo que, quanto mais próximo de 10, maior o grau de tolerância ao calor.

Com as médias de TR e FR foi calculado o coeficiente de tolerância ao calor (CTC) nos ambientes de sombra e de sol, através do teste de Benezra modificado de acordo com a fórmula $CTC = (TR/39,5 + FR/25)$ em que, TR é a temperatura retal e FR é a frequência respiratória. Quanto mais próximo de dois for o resultado do CTC mais adaptado ao calor está o animal.

2.6. Delineamento experimental e análise estatística

Para análise das respostas fisiológicas e do CTC foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 6 repetições num esquema fatorial $2 \times 2 \times 3$, dois genótipos (Soinga e Santa Inês), duas dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e três horários de mensuração (13, 15 e 16 h), repetido no tempo. Para análise do ITC foi utilizado um DIC com 6 repetições num esquema fatorial 2×2 , dois genótipos (Soinga e Santa Inês) e duas dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30). A análise de variância foi realizada utilizando-se o programa Sistema para Análises Estatísticas (SAEG - Versão 9.1, Fundação Arthur Bernardes, UFV, 2007,

Viçosa, MG, BR) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3. Resultados e discussão

As médias das variáveis ambientais TA e UR, bem como TGN, ITGU e CTR na sombra e no sol, observadas nos horários de registro dos parâmetros fisiológicos (13, 15 e 16 h) e a variação dessas variáveis obtidas durante todo o período experimental encontram-se na Figura 1.

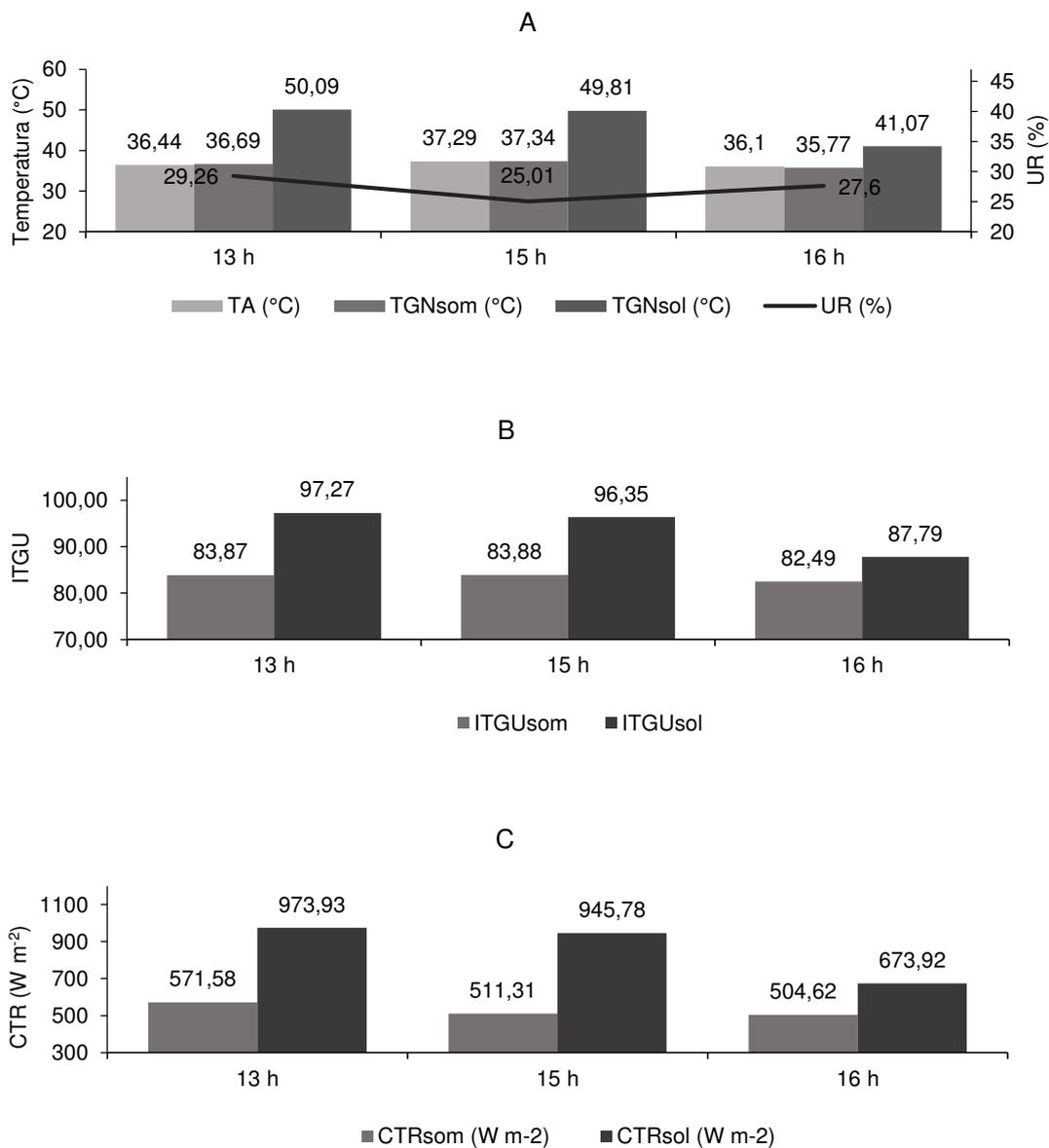


Fig. 1. Médias das variáveis ambientais: temperatura ambiente - TA, umidade relativa -UR, temperatura de globo negro na sombra - TGNsom e no sol – TGNsol (A), índice de temperatura do globo negro e umidade na sombra - ITGU_{som} e no sol - ITGU_{sol} (B) e carga térmica de radiação na sombra – CTR_{som} e no sol – CTR_{sol} (C), nos horários das (13, 15e 16 h) durante o período experimental.

As médias da TA encontram-se elevadas nos três horários, sendo que às 15 h foi registrada a maior média para esta variável, com uma amplitude térmica de 1,19 °C em relação ao valor obtido às 16 h, o mais baixo dos horários de avaliação. No entanto, todas as médias situaram-se acima da zona de conforto

térmico (ZCT) para ovinos 20 a 30 °C e ultrapassaram a temperatura crítica de tolerância ao calor (35 °C) recomendado por Baêta e Souza (1997).

Nos trópicos, a TA média situa-se em geral acima dos 20 °C e a temperatura máxima, nas horas mais quentes do dia, apresenta-se acima de 30 °C por grande parte do ano, muitas vezes atingindo a faixa entre 35 e 38 °C (Neves et al., 2009; Silva et al., 2015). No presente estudo, as médias de TA ficaram dentro dos limites mencionados pelos autores supracitados e de acordo com os resultados encontrados por Nobre et al. (2016) na mesma região (35,62; 36,44 e 36,02 °C) nos horários das (13, 15 e 16 h) respectivamente.

Os valores de TGN_{son} foram próximo aos da TA, situando-se 0,25 e 0,05 °C acima da TA nos horários das 13 e 15 h respectivamente e 0,33 °C abaixo, às 16 h. No entanto, a TGN_{sol} foi mais elevada em todos os horários em função da incidência de radiação solar direta, atingindo o maior valor às 13 h e menor às 16 h possivelmente devido a inclinação do sol. De acordo com Leite et al. (2012) a TGN é um indicativo do efeito combinado da temperatura, velocidade do ar e da radiação, podendo dessa forma, ser utilizada para avaliar o possível estresse que sofreria um animal nas mesmas condições ambientais.

Em ambos os horários de avaliação a UR manteve-se baixa, caindo 4,25 % das 13 às 15 h e retornou a subir 2,59 % das 15 às 16 h quando a TA decresceu 1,19 °C em relação à média obtida às 15 h. Todas as Médias de UR ficaram abaixo do recomendado para criação de animais domésticos, que acordo com Baêta e Souza (1997) situa-se de 50 a 70 %.

Em ambientes com temperatura elevada e umidade baixa a evaporação é rápida, podendo causar irritação cutânea e desidratação (Starling et al., 2002).

Dessa forma, o desgaste decorrente da perda de água e eletrólitos como veículo de dissipação de calor, pode impor sérios prejuízos na manutenção da homeostase no organismo. No entanto, esses efeitos podem ser contornados através do suprimento de água para recompor as perdas de líquidos decorrentes do processo evaporativo de perda de calor.

Os valores médios de ITGUsom, mantiveram-se próximo às 13 e 15 h com uma pequena redução (1,39) das 15 para às 16 h. No entanto, o ITGUsol foi elevado nos três momentos de avaliação, contudo houve redução de 0,92 das 13 para às 15 h e 8,56 das 15 para às 16 h.

Os valores de ITGU registrados nos ambiente de sombra e de sol revelam condição de estresse para os animais submetidos a essas condições. Para Cezar et al. (2004) nas condições climáticas do semiárido, ITGU de 82,4 define situação de perigo térmico para ovinos Santa Inês, Dorper e seus mestiços. Segundo Souza (2010) ainda não existe uma tabela com os valores do ITGU para ovinos, no entanto, relata que um valor de ITGU igual a 83 pode indicar uma condição de estresse médio-alto para essa espécie. De acordo com Oliveira et al. (2011), numa situação em que o ITGU encontra-se acima de 85, associando-se a parâmetros de conforto de calor como a FR, constataram que os ovinos encontravam-se em situação de estresse térmico.

A CTRsom foi mais elevada às 13 h decrescendo 60,27 W m⁻² em relação às 15 h, e deste horário, para as 16 h a redução foi menor, na ordem de 6,69 W m⁻². Quanto a CTRsol, esta, foi mais elevada em relação a CTR Som com diferenças mais acentuadas nos horários das 13 e 15 h. A CTR Sol também foi mais alta às 13 h com apenas 28,15 W m⁻² de redução em relação às 15 h, e

deste horário para as 16 h decresceu 271,86 W m⁻². Ribeiro et al. (2008) determinaram a CTR dentro de apriscos com piso de terra batida e cobertura de telhas cerâmicas registraram valores de 519,8; 529,9 e 543,5 W m⁻², às 11; 13 e 15 h respectivamente, e relataram que esses valores situam-se fora da ZCT para ovinos. Morais et al., (2008) avaliaram o estresse térmico de animais criados em ambiente Semiárido e observaram que nos meses mais quentes a CTR alcançava valores em média de 801,47 W m⁻².

No Semiárido, elevada TA, alta CTR e baixa UR, são comumente observadas durante a maior parte do ano (Leite, 2016). Nesses casos, verifica-se o estresse térmico, cujos indicadores são mudanças na taxa metabólica, na temperatura corporal e na frequência respiratória. Quando os mecanismos de termólise não são suficientes, os animais passam a estocar calor, o que eleva sua temperatura corporal (Façanha et al., 2013).

As médias da frequência respiratória (FR), encontram-se na Tabela 2. A FR não diferiu estatisticamente ($P>0,05$) para genótipos e dieta. No entanto, imediatamente após o estresse às 15 h a FR foi significativamente ($P<0,05$) maior que nos ambientes antes do estresse às 13 h e 1 h após o estresse às 16 h.

Silanikove (2000) relata que frequência respiratória de 40-60; 60-80 e 80-120 mov min⁻¹, caracteriza, estresse baixo, médio-alto e alto, respectivamente, e acima de 200 mov min⁻¹, seria caracterizado estresse severo em ovinos. Dessa forma, pode-se afirmar que os animais sofreram estresse alto e no horário das 15h após a exposição à radiação solar direta, sob TA mais alta e ITGU elevado o estresse foi mais consistente, demonstrado pelo aumento da FR que

ultrapassou 120 mov min⁻¹. Os resultados do presente trabalho, corroboram com os encontrados por Nobre et al. (2016) que observarem que ovinos Santa Inês sofreram estresse médio-alto e alto devido aos elevados valores de ITGU no período da tarde nas condições climáticas do Semiárido.

Tabela 2

Médias da frequência respiratória (FR) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e dos horários das 13, 15 e 16 h correspondentes aos ambientes antes do estresse, imediatamente após o estresse e uma hora após o estresse, respectivamente, durante o período experimental.

Fatores	FR (mov min ⁻¹)
Genótipos	
Soinga	116,7 ^a
Santa Inês	121,1 ^a
Dietas	
50:50	121,4 ^a
70:30	116,4 ^a
Horários	
13 h	107,5 ^b
15 h	159,4 ^a
16 h	89,7 ^b
CV ¹ (%)	22,8

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, para cada fator, nas colunas (P <0,05).

¹CV = Coeficiente de variação.

McManus et al. (2009) descreveram que o aumento da FR é necessário para manter a homeotermia e evitar um aumento da temperatura corporal durante a exposição térmica. Eustáquio Filho et al. (2011) relataram que quando os mecanismos de perda de calor sensível não são eficazes o organismo animal utiliza mecanismos de dissipação de calor insensível, como a sudorese e frequência respiratória, para manter a temperatura corpórea constante. No entanto, quando o estresse é prolongado os animais podem estocar calor refletindo no aumento da temperatura do corpo.

As médias de TS 40,7 e 40,7 °C em função das dietas 50:50 e 70:30 respectivamente, foram iguais, o mesmo foi observado nas médias de TR 39,4 e 39,4 °C em função das mesmas dietas. Dessa forma, os parâmetros TS e TR não diferiram estatisticamente ($P>0,05$) em função das dietas com diferentes relações volumoso:concentrado. No entanto, houve interação dos genótipos com os ambientes em relação a TS e a TR Tabela 3. A TS dos dois genótipos diferiram significativamente ($P<0,05$) nos três ambientes, no ambiente imediatamente após o estresse às 15h, a TS foi mais alta ($P<0,05$) comparada a dos demais ambientes e no ambiente antes do estresse às 13 h foi mais elevada ($P<0,05$) que no ambiente 1 h após o estresse às 16 h. Ao comparar os genótipos em cada ambiente houve efeito significativo ($P<0,05$) imediatamente após o estresse às 15 h, o genótipo Soinga apresentou menor TS em relação ao Santa Inês.

A TR no genótipo Soinga foi semelhante nos três horários de aferição, mostrando-se capaz de manter a temperatura corpórea sem alterações mesmo em condições ambientais mais estressantes. No genótipo Santa Inês houve diferença significativa ($P<0,05$) em função dos horários, observando-se uma maior TR imediatamente após o estresse às 15 h. Quando comparado os dois genótipos não houve diferença significativa ($P<0,05$) no ambiente antes do estresse às 13 h e no ambiente 1 h após o estresse às 16 h. No entanto, imediatamente após o estresse às 15 h o genótipo Soinga apresentou TR significativamente ($P<0,05$) menor que o genótipo Santa Inês demonstrando ser mais adaptado as condições de estresse térmico.

Tabela 3

Médias da temperatura superficial (TS) e da temperatura retal (TR) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função dos horários das 13, 15 e 16 h correspondentes aos ambientes antes do estresse, imediatamente após o estresse e uma hora após o estresse, respectivamente, durante o período experimental.

Genótipos	Horários			CV (%)
	13 h	15 h	16 h	
Temperatura superficial (°C)				
Soinga	39,5 ^{Ba}	42,8 ^{Ab}	38,1 ^{Ca}	2,2
Santa Inês	39,6 ^{Ba}	46,1 ^{Aa}	36,2 ^{Ca}	
Temperatura retal (°C)				
Soinga	39,2 ^{ABa}	39,5 ^{Ab}	39,2 ^{ABa}	0,7
Santa Inês	39,3 ^{Ba}	39,9 ^{Aa}	39,3 ^{Ba}	

Letras maiúsculas diferentes (A, B) indicam diferença significativa na linha (P <0,05).

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, entre genótipos, nas colunas (P <0,05).

¹CV = Coeficiente de variação.

Nos três ambientes, a TS foi estatisticamente diferente, variando de acordo com as alterações da TA e a exposição dos animais à radiação solar direta sobre alta CTR. Eustáquio Filho et al. (2011) relataram que a temperatura do pelame sofre forte influência da temperatura ambiental causando aumento do fluxo sanguíneo do núcleo central para superfície do animal e, conseqüentemente, elevação da taxa de fluxo de calor, resultando em altas temperaturas superficiais. De acordo com as perdas evaporativas, grande quantidade de calor é removida da pele por vaporização, e o sangue que circula pelas superfícies corpóreas torna-se mais refrigerado (Baêta e Souza, 1997).

Avaliando os dois genótipos nas mesmas condições ambientais o Soinga apresentou TS significativamente (P<0,05) menor que o Santa Inês imediatamente após o estresse térmico às 15 h. Tal fato, pode estar atrelada a diferença da cor de pelagem dos dois grupos genéticos uma vez que o Soinga apresenta pelagem clara ocorreu maior refletividade dos raios solares e o Santa Inês devido a pelagem escura absorveu mais energia térmica. Silva et al. (2003)

citam que animais com pelos mais claros refletem mais energia térmica e absorvem entre 40 e 50% menos radiação do que aqueles com pelagem escura.

Silva et al. (2015) preconizam que em ambientes de alta radiação térmica, a combinação mais adequada seria pelo branco sobre epiderme negra. McManus et al. (2011) ao observarem a relação entre a cor da pele e do pelo de ovinos sobre a tolerância ao calor relataram que entre os animais da raça Santa Inês, os de pelo branco apresentaram melhores parâmetros de adaptação comparado aos de pelo marrom.

A TR dos dois genótipos nos ambientes antes do estresse e 1 h após o estresse às 13 e 16 h, respectivamente, permaneceu próximo da normalidade, que para a espécie é em média de 39,1 °C (Reece, 2017). No entanto, a TR do genótipo Santa Inês foi significativamente ($P < 0,05$) mais elevada imediatamente após o estresse às 15 h diferindo dos demais ambientes e do genótipo Soinga, e atingiu o limite máximo para a espécie, que é de 39,9 °C (Liu et al., 2012). O aumento da TR dos ovinos Santa Inês pode ter ocorrido devido ao acúmulo de calor decorrente da maior absorção de energia térmica quando exposto a elevada CTR, alta TA e ITGU acima de 96.

Os resultados de TR do presente trabalho foram inferiores ao encontrado por Cezar et al. (2004), avaliando genótipos Santa Inês, Dorper e seus mestiços em sistema semi-intensivo, verificaram TR de 40 °C no período da tarde sobre ITGU de 82,4. Batista et al. (2014) não observaram diferença significativa com relação à TR de ovinos mestiços Santa Inês com Dorper de pelagem preta (40,2 °C) e branca (40,3 °C) após exposição à radiação solar direta nas condições de 89,1 de ITGU.

As médias do ITC dos genótipos Soinga e Santa Inês 9,9 e 10,0 respectivamente, não diferiram estatisticamente ($P>0,05$). Na dieta com relação volumoso:concentrado 50:50 a média do ITC foi 10,0 e na dieta 70:30 a média 9,9 não apresentaram diferença estatística ($P>0,05$). Os dois genótipos foram eficientes em dissipar o calor absorvido e as dietas não influenciaram na capacidade dos animais retornarem à condição antes do estresse, visto que, quanto mais próximo de 10 for o resultado, mais adaptado é o animal (Baccari Junior et al., 1986). De acordo com Costa et al. (2014), as raças Santa Inês e Dorper ao apresentar ITC de (9,8 e 9,6), respectivamente, demonstraram ser bem adaptadas as condições climáticas do Semiárido.

Para Souza et al. (2010) o uso isolado do ITC pode ser ineficaz para conclusões consistentes. Mesmo o animal tendo a capacidade de dissipar o calor adquirido pela radiação direta, quando é reconduzido à sombra, não é revelado o grau de estresse sofrido, nem os meios utilizados para retornar a homeostase. Dessa forma, faz-se necessário a utilização do CTC, visto que este pode quantificar o estresse sofrido imediatamente após a exposição à radiação direta e após o período na sombra.

As médias do CTC encontram-se, na Tabela 4. O CTC não diferiu estatisticamente ($P>0,05$) para genótipos e dieta. No entanto, imediatamente após o estresse às 15 h o CTC foi significativamente ($P<0,05$) maior que nos ambientes antes do estresse às 13 h e 1 h após o estresse às 16 h.

Tabela 4

Médias do coeficiente de tolerância ao calor (CTC) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e dos horários das 13, 15 e 16 h correspondentes aos ambientes (antes do estresse, imediatamente após o estresse e uma hora após o estresse) respectivamente, durante o período experimental.

Fatores	CTC
Genótipos	
Soinga	5,7 ^a
Santa Inês	5,9 ^a
Dietas	
50:50	5,9 ^a
70:30	5,7 ^a
Horários	
13 h	5,3 ^b
15 h	7,4 ^a
16 h	4,7 ^b
CV ¹ (%)	19,1

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, para cada fator, nas colunas (P <0,05).

¹CV = Coeficiente de variação.

Considerando que o CTC ideal seria 2, pode-se observar que em todos os fatores avaliados o CTC se distanciou do valor de referência, demonstrando que os animais sofreram estresse térmico, necessário a alteração das suas respostas fisiológicas para dissipar o calor corpóreo. Imediatamente após o estresse às 15h, o CTC mais elevado, associou-se aos valores mais altos de TR e FR nas mesmas condições ambientais. Souza et al. (2010) relataram que a FR é um parâmetro relevante na resposta ao estresse térmico, e tem alta correlação com o CTC, contribuindo para a eficácia do teste.

Avaliando a tolerância ao calor de ovinos mestiços Santa Inês com Dorper, Pires et al. (2015) descreveram que os genótipos obtiveram CTC elevado, na ordem de 7,22, antes do estresse; 10,17, imediatamente após o estresse e 7,83, 1 h após o estresse devido ao aumento da FR registrada nas mesmas condições e aos elevados valores de ITGU na sombra e no sol.

4. Conclusões

As dietas não influenciaram nas respostas fisiológicas e na tolerância ao calor dos genótipos Soinga e Santa Inês. No entanto, o ambiente térmico exerceu efeito sobre os parâmetros fisiológicos dos genótipos, e o Soinga mostrou-se igualmente tolerante as condições de estresse por calor quando comparado com o Santa Inês.

Referências

- AOAC, (1990). Association of official, chemists, official methods of analysis, decima quinta ed. Washington, Estados Unidos.
- ARCO, (2019). Associação Brasileira de Criadores de Ovinos. <http://www.arcoovinos.com.br/index.php/mn-srgo/mn-padroesraciais/40-santa-ines/> (acessado em 25 de fevereiro de 2019).
- Baccari Júnior, F. (1986). Manejo ambiental para produção de leite nos trópicos. Ciclo internacional de palestras sobre bioclimatologia animal. 1, 45-53.
- Baccari Júnior, F. (2001). Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. UEL, Londrina. 142.
- Baêta, F.C., Souza, C.F., (1997). Ambiência em edificações rurais: conforto animal. Primeira ed. UFV, Viçosa, Minas Gerais.
- Batista, N.L, Souza, B.B, Roberto, J.V.B., Araújo, R.P., Ribeiro, T., Silva, R.A., Oliveira, G.J.C., (2014). Tolerância ao calor em ovinos de pelames claro e escuro submetidos ao estresse térmico. J. Anim. Behav. Biometeorol. 2, 102-108.
- Bond, T. E., Kelly, C. F., & Ittner, N. R. (1954). Radiation studies of painted shade materials. Agric. Engin. 35, 389-392.
- Borges, L.S., Amauri Felipe Evangelista, A.F., Barros Junior, C.P., Silva, A.L., Andrade, T.V., (2016). O ambiente semiárido brasileiro influencia as respostas fisiológicas de caprinos. J. Anim. Behav. Biometeorol. 4, 17-21.
- Brasil., (1992). Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Normais climatológicas: 1961-1990. Departamento Nacional de Meteorologia, Brasília.
- Buffington, D.E., Collazo-Arocho, A., Canton, G.H., Pitt, D., Thatcher, W.W., Collier, R.J., (1981). Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Transact. of the ASAE. 24, 711-0714.

- Cezar, M.F., Souza, B.D., Souza, W.D., Pimenta Filho, E.C., Tavares, G.D.P., Medeiros, G.X., (2004). Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. *Ciênc. Agrotec.* 28, 614-620.
- Costa, J.H.S., Palmeira, F.Q.Q.G., Silva, R.T.S., Furtado, D.A., Dantas, R.T., Santos, L.D., (2014). Caracterização do ambiente térmico e adaptabilidade de reprodutores ovinos nativos e exóticos no cariri paraibano. *Rev. Verde.* 9, 350-355.
- Eustáquio Filho, A., Teodoro, S M., Chaves, M.A., Santos, P.E.F.D., Silva, M.W. R.D., Murta, R.M., Carvalho, G.G.P., Souza, L.E.B.D. (2011). Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. *R. Bras. Zootec.* 40, 1807-1814.
- Esmay, M. L. (1969). *Principles of animal environment*, segunda ed. Westport, Connecticut.
- Façanha, D.A.E., Chaves, D.F., Morais, J.H.G., de Vasconcelos, Â.M., Costa, W.P., Guilhermino, M.M., (2013). Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* 14, 91-103.
- Ferreira, J.C.S., (2017). Características de carcaça de ovinos soinga e mestiços alimentados com palma forrageira miúda e orelha de elefante mexicana. 58 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.
- Leite, J.H.G.M., (2016). Aspectos morfofisiológicos associados ao equilíbrio térmico de ovelhas da raça Morada Nova. 100 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, Brasil.
- Leite, J.R.D.S., Furtado, D.A., Leal, A.F., Souza, B.B., Silva, A.S.D., (2012). Influência de fatores bioclimáticos nos índices produtivos e fisiológicos de caprinos nativos confinados. *Rev. Bras. de Eng. Agr. e Amb.* 16, 443-448.
- Liu, H.W., Cao, Y., Zhou, D.W., (2012). Effects of shade on welfare and meat quality of grazing sheep under high ambient temperature. *J. of anim. Science.* 90, 4764-4770.
- McManus, C., Paludo, G.R., Louvandini, H., Gugel, R., Sasaki, L.C.B., Paiva, S.R. (2009). Heat tolerance in Brazilian sheep: physiological and blood parameters. *Trop. Anim. Health Prod.* 41, 95-101.
- McManus, C., Louvandini, H., Gugel, R., Sasaki, L.C.B., Bianchini, E., Bernal, F.E.M., Paiva, S.R., Paim, T.P., (2011). Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. *Trop. Anim. Health. Prod.* 43, 121-126.
- Morais, D.A.E.F., Maia, A.S.C., Silva, R.G.D., Vasconcelos, A.M.D., Lima, P.D.O., Guilhermino, M.M., (2008). Variação anual de hormônios tireoideanos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. *R. Bras. Zootec.* 37, 538-545.
- Neves, M.L.M.W., Azevedo, M., Costa, L.A.B, Guim, A., Leite A.M., Chagas, J.C., (2009). Níveis críticos do índice de conforto térmico para ovinos da

- raça Santa Inês criados a pasto no agreste do estado de Pernambuco. *Acta Scince. Animal Science*. 31, 169-175.
- Nobre, I.D.S., Souza, B.B.D., Marques, B.A.D.A., Azevedo, A.M.D., Araújo, R.D.P., Gomes, T.L.D.S., Batista, L.F., Silva, G.D.A., (2016). Avaliação dos níveis de concentrado e gordura protegida sobre o desempenho produtivo e termorregulação de ovinos. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* 17, 116-126.
- Nóbrega, G.H., Silva, E.M.N., Souza, B.B., Mangueira, J.M., (2011). A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. *Rev. Verde*. 6, 67-73.
- NRC, (2007). *Nutrients Requirements of Small Ruminants*, primeira ed. Washington, Estados Unidos.
- Oliveira, P.T.L., Turco, S.H.N., Voltolini, T.V., Araújo, G.G.L., Pereira, L.G R., Mistura, C., Menezes, D.R., (2011). Respostas fisiológicas e desempenho produtivo de ovinos em pasto suplementados com diferentes fontes proteicas. *Rev. Ceres*. 58, 185-192.
- Pires, J.P.S., Souza, B.B., Silva, G.A., Batista, L.F., Araújo, L.S., Rodrigues, J. L.S., (2015). Avaliação da Tolerância ao Calor de Ovinos Mestiços ½ Dorper+ ½ Santa Inês Suplementados com Diferentes Níveis de Ionóforo no Semiárido da Paraíba. *Rev. Cient. Prod. Anim.*, 17, 30-36.
- Reece, O.W., 2017. *DUKES - Fisiologia dos Animais Domésticos*, decima terceira ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Ribeiro, N.L., Furtado, D.A., Medeiros, A.N., Ribeiro, M.N., Silva, R.C., Souza, C.M., (2008). Avaliação dos índices de conforto térmico, parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. *Eng. Agríc.* 28, 614-623.
- Roberto, J.V.B., Souza, B.B., Furtado, D.A., Delfino, L.J.B., Marques, B.A.A., (2014). Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando a termografia infravermelha. *J. Anim. Behav. Biometeorol.* 2, 11-19.
- Rocha, R.R.C., Costa, A.P.R., Azevedo, D.M.M.R., Nascimento, H.D., Cardoso, F.S., Muratori, M.C.S., Lopes, J.B., (2009). Adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil Climatic adaptability of Saanen and Azul goats in Brazilian Middle-North. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.*, 61, 1165-1172.
- Silanikove, N. (2000). Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Liv. Produc. Scien.* 67, 1-18.
- Silva, G.A., Souza, B.B., Silva, E.M.N., (2015). Adaptabilidade de ovinos e estratégias para minimizar os efeitos do clima em regiões tropicais. *J. Anim. Behav. Biometeorol.* 3, 20-27.
- Silva, R.G., La Scala Jr, N., Tonhati, H., (2003). Radiative properties of the skin and haircoat of cattle and other animals. *Transactions of the ASAE*, 46, 913-918.
- Souza, B.B., (2010). Índice de conforto térmico para ovinos e caprinos: índice de temperatura do globo negro e umidade registrado em pesquisas no Brasil. http://www.cstr.ufcg.edu.br/bioclimatologia/artigos_tecnicos/indice

- [_conforto_termico_ovinos_caprinos.pdf](#). (Acessado em 08 de Fevereiro de 2019).
- Souza, B.B., Silva, I.J.O., Mellace, E.M., Santos, R.F.S., Zotti, C.A., Garcia, P.R., (2010). Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. *Agro. Cient. no Semiárido*, 6, 59-65.
- Souza, B.B., Benício, A.W.A., Benício, T.M.A., (2015). Caprinos e ovinos adaptados aos trópicos. *J. Anim. Behav. Biometeorol.* 3, 42-50.
- Sousa Júnior, S.C., Morais, D.A.E.F., Vasconcelos, Â.M., Nery, K.M., Morais, J. H.G., Guilhermino, M.M., (2008). Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em diferentes épocas do ano em região semi-árida. *Rev. Cient. Prod. Anim.* 10, 127-137.
- Starling, J.M.C, Silva, R.G, Cerón-Muñoz, M., Barbosa, G.S.S.C., Costa, M.J.R.P., (2002). Análise de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. *R. Bras. Zootec.* 31, 2070-2077.
- Van Soest, P.V., Robertson, J.B., Lewis, B.A., (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.

Capitulo 2

Respostas fisiológicas e hematológicas de ovinos Soinga e Santa Inês sob estresse térmico

Respostas fisiológicas e hematológicas de ovinos Soinga e Santa Inês sob estresse térmico

Resumo: objetivou-se avaliar a capacidade adaptativa dos genótipos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico, por meio dos parâmetros fisiológicas e hematológicas. O experimento foi conduzido em cordeiros dos genótipos Soinga e Santa Inês. As dietas foram compostas por silagem de sorgo e concentrado nas relações (50:50 e 70:30). A temperatura ambiente, umidade relativa, temperatura de globo negro e calculado foram mensurados e foi calculado o índice de temperatura do globo negro e umidade na sombra e no sol. Avaliou-se a temperatura superficial (TS), frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR) foram mensuradas às 13 h (antes do estresse) e às 15 h (imediatamente após o estresse), a cada 15 dias. Foi avaliado os níveis de glicose sanguínea, parâmetros hematológicos e contagem diferencial de leucócitos. Para análise da FR, TR, TS e dos níveis de glicose sanguínea, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 6 repetições em esquema fatorial 2 x 2 x 2, dois genótipos, duas dietas e dois horários, repetido no tempo, para análise dos parâmetros hematológicos foi utilizado um DIC com 6 repetições em esquema fatorial 2 x 2 x 3 dois genótipos, duas dietas e três épocas de coleta. As médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os valores de TA e UR ficaram fora dos níveis estabelecidos para a espécie. Houve interação dos genótipos com os ambientes para TR e a TS, no Santa Inês houve maiores médias ($P < 0,05$) para TR no ambiente das 15 h, no mesmo ambiente o TR do Soinga foi ($P < 0,05$) menor que o Santa Inês. Houve diferença na TS ($P < 0,05$) nos ambientes, sendo mais alta ($P < 0,05$) no ambiente das 15 h. Houve efeito do ambiente ($P < 0,05$) das 15 h elevando a TS dos dois genótipos, na qual genótipo Soinga apresentou menor ($P < 0,05$) TS em relação ao Santa Inês, a FR foi ($P < 0,05$) maior no ambiente 15 h. Os níveis de glicose foram estatisticamente diferentes ($P < 0,05$) em todos os fatores. O genótipo Soinga apresentou ($P < 0,05$) menor níveis de glicose em relação à Santa Inês, a dieta (50:50) apresentou maior média glicolítica ($P < 0,05$). Antes do estresse foi observado ($P < 0,05$) menor média de glicose sanguínea. As proteínas plasmáticas totais (PPT) apresentaram efeito ($P < 0,05$) em relação às épocas, o genótipo Santa Inês apresentou maior média ($P < 0,05$) em função da dieta (50:50). Houve diferença estatística ($P < 0,05$), para as médias de PPT na dieta 50:50 entre os grupos genéticos. A média de PPT da raça Santa Inês foi maior ($P < 0,05$) que do Soinga, houve diferença ($P < 0,05$) entre as épocas em relação aos constituintes eritrocitários, hematócrito, HCM e CHCM. A raça Santa Inês apresentou valores de leucócitos superiores ($P < 0,05$) ao genótipo Soinga. Na primeira semana os valores foram inferior ($P < 0,05$) as demais semanas. Houve diferenças estatísticas ($P < 0,05$) para eosinófilos em relação aos genótipos e para linfócitos em relação as épocas. O genótipo Soinga mostrou-se adaptado as condições climáticas do semiárido quando comparado com o a raça Santa Inês. Os parâmetros fisiológicos e hematológicos dos dois genótipos mantiveram-se dentro dos valores de referência para ovinos, com exceção da frequência respiratória que foi elevada em todos fatores avaliados.

Palavras chave: ambiente, sangue, Semiárido, tolerância ao calor

Physiological and hematological responses of Soinga and Santa Inês sheep under thermal stress

Abstract: the objective of this study was to evaluate the adaptive capacity of Soinga and Santa Inês genotypes as a function of diet and thermal environment, using physiological and hematological parameters. The experiment was conducted in lambs of the Soinga and Santa Inês genotypes. The diets were composed of sorghum silage and concentrated in the ratios (50:50 and 70:30). The ambient temperature, relative humidity, black and calculated globe temperature were measured and the black globe temperature index and humidity in the shade and in the sun were calculated. It was evaluated the superficial temperature (TS), respiratory rate (RR) and rectal temperature (RT) were measured at 13 h (before stress) and at 15 h (immediately after stress), every 15 days. Blood glucose levels, hematological parameters and differential leukocyte count were evaluated. For analysis FR, TR, TS and blood glucose levels, was used in a completely randomized design (CRD) with 6 replications in a factorial 2 x 2 x 2 two genotypes, two diets and two hours, repeated over time, for the analysis of hematological parameters a DIC was used with 6 replications in a factorial scheme 2 x 2 x 3 two genotypes, two diets and three collection seasons. The means were compared by the Tukey test at the 5% probability level. The values of TA and UR were outside the established levels for the species. There was interaction of the genotype with the environment for TR and TS, St. Agnes was the highest average ($P < 0.05$) in the environment of RT 15 h in the same atmosphere was Soinga TR ($P < 0.05$) lower than the Santa Inês. There was a difference in TS ($P < 0.05$) in the environments, being higher ($P < 0.05$) in the environment of 15 h. There environmental effect ($P < 0.05$) 15 h of raising the TS of both genotypes, in which Soinga genotype showed lower ($P < 0.05$) compared to TS St. Agnes, RR was ($P < 0.05$) higher in the environment 15 h. The glucose levels were statistically different ($P < 0.05$) in all factors. The Soinga genotype presented lower ($P < 0.05$) glucose levels than Santa Inês, the diet (50:50) had a higher mean clickolithic ($P < 0.05$). Before the stress was observed ($P < 0.05$) lower mean blood glucose. The total plasma protein (PPT) had an effect ($P < 0.05$) in relation to the seasons; the Santa Inês genotype had a higher mean ($P < 0.05$) as a function of diet (50:50). There was a statistical difference ($P < 0.05$) for the mean PPT in the 50:50 diet among the genetic groups. The average PPT Santa Inês was higher ($P < 0.05$) than the Soinga, significant differences ($P < 0.05$) among the times in relation to erythrocyte constituents, hematocrit, MCH and MCHC. The Santa Inês breed presented higher leukocyte values ($P < 0.05$) to the Soinga genotype. In the first week the values were lower ($P < 0.05$) in the other weeks. There were statistical differences ($P < 0.05$) for eosinophils in relation to genotypes and for lymphocytes in relation to the epochs. The Soinga genotype was adapted to the climatic conditions of the semiarid when compared to the Santa Inês breed. The physiological and hematological parameters of the two genotypes remained within the reference values for sheep, with the exception of respiratory rate that was elevated in all evaluated factors.

Key words: environment, blood, semi-arid, heat tolerance

1. Introdução

Nos últimos anos, a condição ambiental mundial tem ganhado destaque, frente às diversas mudanças climáticas ocorridas. Dessa forma, pesquisas relacionadas ao bem estar e a adaptabilidade dos animais aos climas tropicais são devidamente importantes para sustentabilidade da produção animal nos trópicos (Roberto et al., 2014).

A produção animal é uma das atividades mais importantes do Semiárido brasileiro, com destaque para os ovinos. A produção de carne desses animais é de fundamental importância para o desenvolvimento socioeconômico da região, devido a capacidade adaptativa dessa espécie às condições climáticas do Semiárido (Borges et al., 2016).

O animal porta-se como um sistema termodinâmico que, continuamente, troca energia com o ambiente, assim os elementos do clima agem sobre o organismo animal, mediante o fluxo de energia térmica que ele absorve ou emite. Variações na temperatura ambiente resultam na ativação do sistema termorregulatório afetando o metabolismo energético e consumo de alimentos interferindo no desempenho produtivo (Batista et al., 2015).

Para avaliar a tolerância e adaptação dos animais a frequência respiratória e temperatura corporal são os principais parâmetros mensurados (Abi Saab e Sleiman, 1995). Para manutenção da homeotermia tem sido observadas, alteração do fluxo sanguíneo, para favorecer a dissipação de calor interno e alteração nos parâmetros hematológicos e bioquímicos (Pereira et al., 2008).

Avaliar o grau de adaptabilidade dos animais no ambiente em que estão inseridos, possibilita identificar animais com maior capacidade adaptativa e na preservação desses recursos genéticos para produção sustentável nas regiões semiáridas. Portanto, objetivou-se avaliar e comparar a capacidade adaptativa dos genótipos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico, por meio dos parâmetros fisiológicos e hematológicos.

2. Material e métodos

2.1. Localização e clima

O trabalho foi desenvolvido no setor de ovinocultura do Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (NUPEÁRIDO), pertencente ao Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizada no município de Patos, PB, Brasil. A região se localiza a uma latitude 07° 05' 28" S, longitude 37° 16' 48" W, altitude de 250 m e apresenta um clima BSh (classificação Köppen), com temperatura anual média máxima de 32,9°C e mínima de 20,8°C e umidade relativa de 61% (Brasil, 1992).

2.2. Parecer do comitê de ética

Os procedimentos utilizados obtiveram parecer consubstanciado orientado pelo regulamento interno do Comitê de Ética em Pesquisa/Comissão de Ética no Uso de Animais (C E P/CEUA) da UFCG/CSTR e foi aprovado sob

o protocolo nº 55-2017, estando à luz das normas e regulamentos vigentes no país atendidas as especificações para a pesquisa científica com animais.

2.3. Animais e procedimento experimental

O experimento foi conduzido em cordeiros dos genótipos Soinga e Santa Inês. O Soinga é resultado do cruzamento entre as raças Bergamacia, Morada Nova Branca e Somalis Brasileira, caracterizando-se por apresentar porte médio, podem pesar de 40 a 70 kg, ausência de lã e chifre, pelagem branca com a cabeça preta apresentando infiltração do branco da inserção da nuca até a linha dos olhos (Ferreira, 2017). O Santa Inês é proveniente das raças Bergamacia, Morada Nova, Somalis e ovinos sem raça definida (SRD), são animais de grande porte, os machos podem pesar de 80 a 120 Kg e as fêmeas de 60 a 90 Kg, animal deslanado, com pelos curtos e sedosos, pelagem preta, vermelha, branca e suas combinações (ARCO, 2019). Para essa pesquisa, foram utilizados animais Santa Inês de pelagem preta e vermelha.

Os animais foram divididos em dois grupos com 12 cordeiros de cada genótipo com aproximadamente 150 dias de idade e peso vivo inicial médio de $20,00 \pm 3,00$ kg. Antes do início do experimento todos os animais foram tratados com anti-helmíntico (Ripercol® L Solução, Zoetis Industria de Produtos Veterinários Ltda, São Paulo, BR) na dose de 1 ml para cada 10 kg de peso corporal e vacinados contra clostridioses (Excell 10, Laboratórios Vencofarma do Brasil Ltda, Paraná, BR) na dose de 2 ml por animal. O período experimental foi de 60 dias, sendo 15 de adaptação e 45 de coleta de dados, entre os meses de Setembro a Dezembro de 2017.

O experimento foi conduzido em sistema de confinamento mantendo os animais alojados individualmente em baias de madeira com piso ripado medindo 1,0 m², contendo comedouro e bebedouro. As baias eram dispostas em galpão de alvenaria localizado na posição Leste – Oeste, coberto com telhas de fibrocimento a uma altura de 2,25 m do piso das baias.

As dietas experimentais foram compostas por silagem de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) e concentrado a base de farelo de soja, milho moído, núcleo mineral, calcário calcítico e cloreto de sódio nas relações volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) Tabela 1. Ambas formuladas de acordo com as recomendações do National Research Council – NRC (2007) para promover um ganho de 200g/dia. O arrazoamento foi duas vezes ao dia, às 08 e 16 h de modo a permitir 10% de sobras e o fornecimento de água *ad libitum*.

As amostras dos alimentos utilizados para compor as dietas experimentais foram secas em estufa de circulação forçada de ar, a 55 °C, durante 72 h. Posteriormente, todos os alimentos foram processados em moinho de facas tipo Wiley (Tecnal[®], Piracicaba, BR), utilizando-se peneira com crivos de 1 mm e analisadas quanto aos teores de matéria seca (Método 967.03 - AOAC, 1990), proteína bruta (Método 981.10 - AOAC, 1990), extrato etéreo (Método 920.29 - AOAC, 1990). Os componentes da parede celular, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados pelo método de Van Soest et al. (1991). Para a estimativa de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) dos alimentos foram utilizadas as equações do NRC (2007).

Tabela 1

Composição dos ingredientes e nutrientes das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) utilizadas durante o período experimental.

Ingredientes	% de matéria seca	
	V:C (50:50)	V:C (70:30)
Silagem de sorgo	50,00	70,00
Milho triturado	25,10	5,03
Farelo de soja	23,10	24,67
Núcleo mineral ^a	1,00	0,20
Calcário calcítico	0,30	0,10
NaCl ^b	0,50	0,00
Composição calculada		
Proteína bruta (PB)	16,44	16,44
Extrato etéreo (EE)	5,08	5,17
Fibra em detergente neutro (FDN)	36,29	45,76
Fibra em detergente ácido (FDA)	23,39	30,59
Nutrientes digestíveis totais (NDT)	67,28	62,28

^aNúcleo mineral: concentração por quilograma – 149,2 g de Ca, 80,0 g de P, 10,0 g de Mg, 139,0 mg de Na, 85,0 mg de Co, 12,0 mg de S, 1.300,0 mg de Fe, 100,0 mg de I, 1.000,0 mg de Mn, 140,0 mg de K, 2500,0 mg de Zn e 800,0 mg de F.

^bNaCl: Cloreto de sódio

2.4. Variáveis ambientais

Durante o período experimental, a temperatura ambiente (TA, °C), umidade relativa (UR, %) e temperatura de globo negro (TGN, °C) foram registradas a cada hora por meio de um data logger (HOBO® U12-013, Onset Computer Corporation, Bourne, MA, EUA) acoplado a dois globos negro, um instalado dentro do galpão e o outro no ambiente exposto a radiação solar direta. A leitura das variáveis ambientais registradas no data logger e a determinação da temperatura do ponto de orvalho (°C) foram realizadas pelo software (HOBOWare® versão 3.7.13, Onset Computer Corporation, Bourne, MA, EUA). Com dados das variáveis ambientais, calculou-se o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) na sombra e no sol, conforme proposto por Buffington et al. (1981), através da fórmula: $ITGU = Tgn + 0,36 * Tpo + 41,5$ onde:

T_{gn} é a temperatura do globo negro (°C) e T_{po} é a temperatura do ponto de orvalho (°C).

2.5. Parâmetros fisiológicos e temperatura superficial

A frequência respiratória (FR, mov m⁻¹), temperatura retal (TR, °C) e temperatura superficial (TS, °C), foram mensuradas às 13 h com todos os animais na sombra (antes do estresse) e às 15 h após uma hora de exposição à radiação solar direta (imediatamente após o estresse). Esse procedimento foi realizado três vezes durante o período experimental com intervalo de 15 dias e os resultados das mensurações foram apresentados como médias.

A FR foi obtida por meio da auscultação indireta dos sons respiratórios, com o auxílio de um estetoscópio (Premium, Ningbo Yinzhou Wuhai Medical Instruments Factory, CN) posicionado ao nível da região torácica, contando-se o número de movimentos respiratórios em 15 segundos, posteriormente o valor obtido foi multiplicado por quatro e registrado o número de movimentos respiratórios por minuto.

A mensuração da TR foi realizada por meio do termômetro clínico digital com escala de 32 a 42,9 °C, (TH 150, G-TECH, Hangzhou Sejoy Eletronics & Instruments Co. Ltd., Honagzhou, CN) introduzido no reto do animal, permanecendo em contato com a mucosa até sinalização sonora indicando a estabilização da temperatura.

Para determinar a TS média, foram realizadas imagens do lado direito de cada animal através da câmera termográfica de infravermelho (Fluke® Ti 25, Fluke Corporation, Washington, EUA) considerando-se emissividade de 0,98 e

as imagens analisadas mediante contorno da superfície corporal dos animais pelo software (SmartView[®] versão 3.1, Fluke Corporation, Washington, EUA).

2.6. Avaliação dos níveis de glicose sanguínea

As coletas de sangue foram realizadas às 13 h com todos os animais na sombra (antes do estresse) e às 15 h após uma hora de exposição à radiação solar direta (imediatamente após o estresse). Esse procedimento foi realizado três vezes durante o período experimental com intervalo de 15 dias.

As amostras de sangue de todos os animais foram coletadas por punção da veia jugular, mediante a utilização de seringa descartável, o sangue foi colocado em tubos de vidro contendo fluoreto de sódio. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas a 3000 rotações por minuto e o plasma transferido para tubos “Ependorf” e armazenado em freezer a – 20°C. A análise de glicose, foi realizada com kit comercial (Glicose LiquiformVet - Labtest), que utiliza método enzimático colorimétrico cinético, com leitura realizada em analisador automático de bioquímica sanguínea (Bioplus 2000), no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário, Campus de Patos-PB. Os valores determinados foram expressos em mg/dL.

2.7. Parâmetros hematológicos

As coletas de sangue foram realizadas em três épocas do período experimental (primeira semana, quarta semana e sexta semana). As amostras de sangue foram coletadas por punção na veia jugular por meio de tubos a vácuo com etilenodiaminotetracetato de potássio (EDTA) a 10%. Os mesmos foram

mantidos em isopor com gelo e foram encaminhados ao Laboratório de Análises Clínicas Veterinárias, na cidade de Patos - PB. O hemograma foi realizado pelo método automatizado (SDH-3-vet LabTest) através da avaliação do volume corpuscular média, a hemoglobina corpuscular média, a concentração hemoglobina corpuscular média, hematócrito, o número total de hemácias e leucócitos.

Com o sangue “in natura” foram distendidos dois esfregaços sanguíneos destinados à contagem diferencial de leucócitos. Esses esfregaços, após secarem, foram corados utilizando-se corante rápido do tipo Romanowsky (Panótico rápido – LABORCLIN® LTDA, Pinhais, Paraná, Brasil), segundo técnica padronizada para os animais por Viana et al. (2002). Em cada esfregaço sanguíneo foram diferenciados 100 leucócitos classificados em microscópio com aumento de 1000x, de acordo com suas características morfológicas e tintoriais, em neutrófilos, eosinófilos, basófilos, linfócitos e monócitos. Os valores determinados foram eritrócitos ($10^6/\mu\text{L}$), hemoglobina (g/dL), hematócrito (%), volume corpuscular médio (VCM, fl), hemoglobina corpuscular média (HCM, pg), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM, %), leucócitos ($10^6/\text{mm}^3$), neutrófilos ($10^6/\text{mm}^3$), eosinófilos ($10^6/\text{mm}^3$), monócitos ($10^6/\text{mm}^3$) e linfócitos ($10^6/\text{mm}^3$). A determinação das proteínas plasmáticas totais (PPT, g/dL) foi realizada por refratometria, após a centrifugação do sangue em capilar de microhematócrito.

2.8. Delineamento e análise estatística

Para análise da FR, TR, TS e dos níveis de glicose sanguínea, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 6 repetições num esquema fatorial 2 x 2 x 2, dois genótipos (Soinga e Santa Inês), duas dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e dois horários de mensuração (13 e 15 h), repetido no tempo. Para análise dos parâmetros hematológicos foi utilizado um DIC com 6 repetições num esquema fatorial 2 x 2 x 3 dois genótipos (Soinga e Santa Inês) e duas dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e três épocas de coleta (primeira semana, quarta semana e sexta semana). A análise de variância foi realizada utilizando-se o programa Sistema para Análises Estatísticas (SAEG - Versão 9.1, Fundação Arthur Bernardes, UFV, 2007, Viçosa, MG, BR) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3. Resultados e discussão

As médias das variáveis ambientais TA e UR, bem como TGN e ITGU na sombra e no sol, observadas nos horários de registro dos parâmetros fisiológicos (13, 15 e 16 h) e a variação dessas variáveis obtidas durante o período experimental encontram-se na Figura 1.

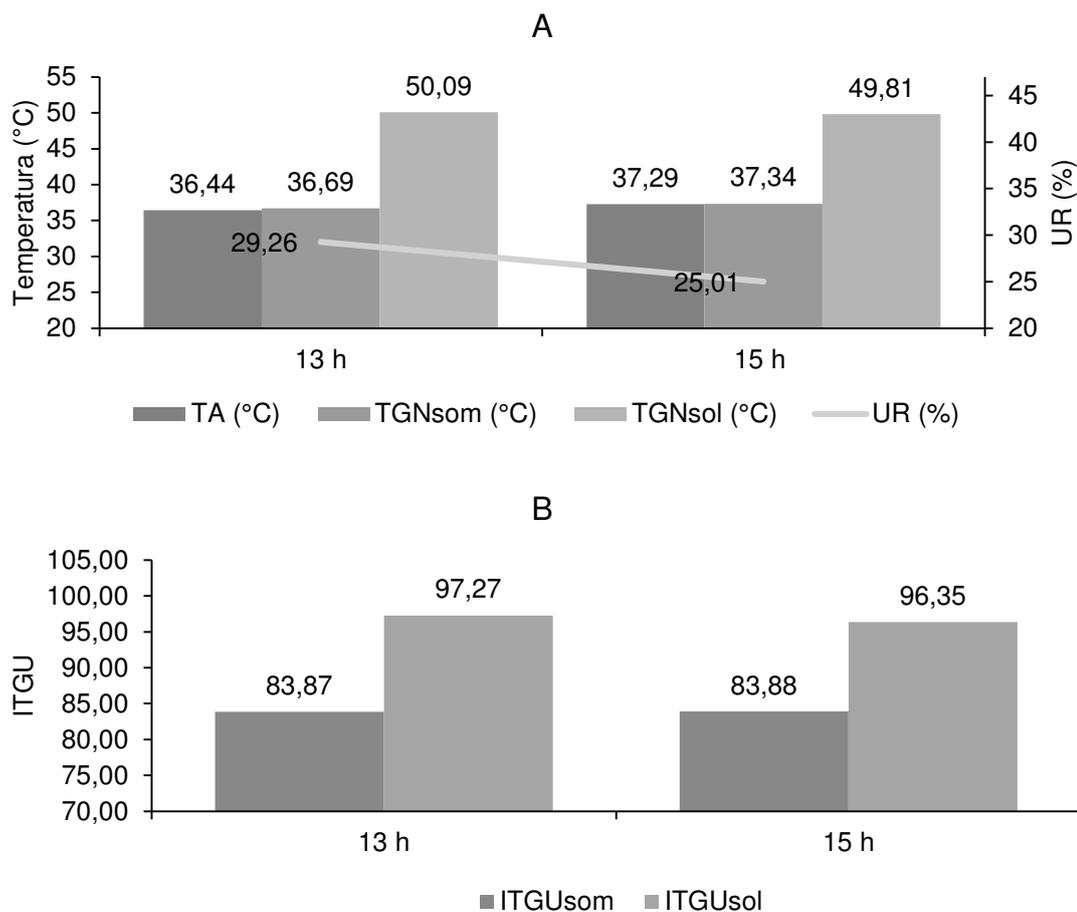


Fig. 1. Médias das variáveis ambientais: temperatura ambiente - TA, umidade relativa - UR, temperatura de globo negro na sombra - TGNsom e no sol - TGNsol (A) e índice de temperatura do globo negro e umidade na sombra - ITGUsom e no sol - ITGUsol (B) nos horários das (13 e 15h) durante o período experimental.

A TA observada durante o período experimental foi superior a TA tida como crítica superior (30°C) da zona de conforto para ovinos, citada por Hahn (1985). No entanto, Neves et al. (2009), salientaram que a temperatura ambiente classificada como crítica é referente a ovinos tosquiados de regiões temperadas, para ovinos nativos deslançados como os da raça Santa Inês, espera-se que limite seja superior. Médias de TA acima deste limite de 30°C ocorreram em outros estudos (Neves et al., 2009; Leitão et al., 2013; Nobre et al., 2016).

As médias da UR ficaram abaixo do recomendado para ovinos. Segundo McDowel (1972), a UR ideal para ovinos, deve situar-se entre 60 e 70 %. Esta variável tem um papel fundamental na determinação do conforto térmico dos animais. Quando ocorre variação na UR em um ambiente de mesma temperatura, verificam-se sensações térmicas diferentes, onde o animal pode estar ou não em estresse térmico.

Percebe-se que a UR foi inversamente proporcional a TA, dessa forma, temperaturas elevadas com UR baixa pode ser favorável na dissipação de calor através das formas insensíveis. Entretanto, é necessário que os animais tenham água disponível para não ocorrer desidratação devido as perdas de líquido da termólise evaporativa.

A TGNsom apresentou-se equivalente a TA, tanto no horário das 13 h quanto no das 15h, já no sol, nos mesmos horários, apresentaram valores superiores, devido à influência da radiação solar direta, captada pelo globo negro.

As médias de ITGUsom, foram semelhantes em relação aos horários. O ITGUsol foi elevada nos dois horários com diferença de 0,92 das 13 para às 15 h. Cezar et al. (2004) nas condições climáticas do semiárido, define que ITGU de 82.4 é considerado situação de perigo térmico para ovinos Santa Inês, Dorper e seus mestiços.

Tomando por base o indicado pelos autores anteriormente citados, as variáveis ambientais registradas no presente estudo encontram-se fora dos limites de bem estar para a espécie ovina. O mesmo pode ser observado para

os valores de ITGU nos ambientes de sombra e sol, os quais foram superiores as relatados como situação de perigo térmico.

As médias de TS 40,7 e 40,7 °C em função das dietas 50:50 e 70:30 respectivamente, foram iguais, o mesmo foi observado nas médias de TR 39,4 e 39,4 °C em função das mesmas dietas. Dessa forma, os parâmetros TS e TR não diferiram estatisticamente ($P>0,05$) em função das dietas com diferentes relações volumoso:concentrado. No entanto, houve interação dos genótipos com os ambientes em relação a TR e a TS Tabela 2. A TR no genótipo Soinga não apresentou efeito significativo ($P<0,05$) em relação aos ambientes antes do estresse e após o estresse às 13 e 15 h respectivamente. No genótipo Santa Inês houve diferença significativa ($P<0,05$) em função dos ambientes, observando-se uma maior TR imediatamente após o estresse às 15 h. Quando comparado os dois genótipos não houve diferença significativa ($P<0,05$) no ambiente antes do estresse às 13 h. No entanto, imediatamente após o estresse às 15 h a TR do genótipo Soinga foi significativamente ($P<0,05$) menor que o genótipo Santa Inês.

A TS dos dois genótipos diferiram significativamente ($P<0,05$) nos dois ambientes, no ambiente imediatamente após o estresse às 15 h a TS foi mais alta ($P<0,05$) comparada a do ambiente antes do estresse às 13 h. Ao comparar os genótipos em cada ambiente houve efeito significativo ($P<0,05$) imediatamente após o estresse às 15 h, o genótipo Soinga apresentou menor TS em relação ao Santa Inês.

Tabela 2

Médias da temperatura retal (TR) e da temperatura superficial (TS) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função dos horários das 13 e 15 h correspondentes aos ambientes antes do estresse e imediatamente após o estresse, respectivamente, durante o período experimental.

Genótipos	Horários		CV ¹ (%)
	13 h	15 h	
Temperatura retal (°C)			
Soinga	39,2 ^{Ba}	39,5 ^{ABb}	0,7
Santa Inês	39,3 ^{Ba}	39,9 ^{Aa}	
Temperatura superficial (°C)			
Soinga	39,5 ^{Ba}	42,8 ^{Ab}	2,2
Santa Inês	39,6 ^{Ba}	46,1 ^{Aa}	

Letras maiúsculas diferentes (A, B) indicam diferença significativa na linha (P <0,05).

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, para cada fator, nas colunas (P <0,05).

¹CV = Coeficiente de variação.

No ambiente antes do estresse às 13 h, os genótipos não sofreram alterações na TR que evidenciasse estresse térmico, tendo em vista que o normal para a espécie situa-se em 39,1°C Reece (2017), o mesmo autor caracteriza como valor crítico 39,9 °C. Dessa forma, no ambiente imediatamente após o estresse às 15 h, a TR da raça Santa Inês atingiu o limite crítico, demonstrando que as condições ambientais exerceram maior efeito térmico sobre essa raça quando comparada com o genótipo Soinga.

Resultados semelhantes para ovinos da raça Santa Inês foram encontrado por Silva et al. (2015a) nas condições climáticas do semiárido constataram temperatura retal de 39,9°C no período da tarde.

Segundo Brown-Brandl et al. (2003) a temperatura retal é apontada como um excelente indicador de tolerância ao calor, dado que, o organismo animal pode chegar a um ponto que será inapto a controlar a própria temperatura corporal, devido ao rompimento do equilíbrio homeostático, por esse motivo,

estudos de avaliação fisiológica por alterações na temperatura retal são realizados, pela capacidade do animal resistir aos rigores do estresse calórico.

A TS dos dois genótipos foi estatisticamente mais elevada no ambiente imediatamente após o estresse às 15 h em decorrência das condições desse ambiente apresentar TA mais elevada e ITGU mais alto. Neste mesmo ambiente, a TS da raça Santa Inês ultrapassou a do genótipo Soinga, fato este, que pode ter ocorrido em função a maior absorção de calor devido pelagem escura do Santa Inês.

Os resultados do presente trabalho estão de acordo com os de Batista et al. (2014) que observaram as mesmas variações de TS para ovinos de pelagem preta e branca nas condições climáticas do semiárido nos ambientes de sombra e sol. McManus et al. (2011) observaram a relação entre a cor da pele e do pelo de ovinos e relataram que entre os animais da raça Santa Inês, os de pelo branco apresentaram melhores parâmetros de adaptação comparado aos de pelo marrom.

A cor do pelame é um aspecto importante no estudo das trocas de calor com o ambiente, exercendo efeito na adaptabilidade dos animais em regiões semiáridas. Mata et al. (2013) citam que termorregulação é um dos processos vitais realizados através do pelame.

As médias da (FR), e os níveis de glicose sanguínea, encontram-se na Tabela 3. A FR não diferiu estatisticamente ($P > 0,05$) para genótipos e dieta. No entanto, imediatamente após o estresse às 15 h a FR foi significativamente ($P < 0,05$) maior em relação ao ambiente antes do estresse às 13 h. Os níveis de glicose foram estatisticamente diferentes ($P < 0,05$) em todos os fatores. O

genótipo Soinga apresentou ($P < 0,05$) menor níveis de glicose em relação ao Santa Inês, enquanto que a dieta com relação volumoso concentrado 50:50 apresentou maior média glicolítica ($P < 0,05$) em comparação a dieta 70:30. Antes do estresse às 13 h, foi observado ($P < 0,05$) menor média de glicose sanguínea em relação ao ambiente imediatamente após o estresse às 15 h.

Tabela 3

Médias da frequência respiratória (FR) e níveis de glicose sanguínea dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e dos horários das 13 e 15 h correspondentes aos ambientes antes do estresse e imediatamente após o estresse, respectivamente, durante o período experimental.

Fatores	FR (mov min ⁻¹)	Níveis de glicose sanguínea (mg/dL)
Genótipos		
Soinga	116,7 ^a	64,6 ^b
Santa Inês	121,1 ^a	68,5 ^a
Dietas		
50:50	121,4 ^a	69,3 ^a
70:30	116,4 ^a	63,8 ^b
Horários		
13 h	107,5 ^b	63,2 ^b
15 h	159,4 ^a	69,8 ^a
CV ¹ (%)	22,8	8,6

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, para cada fator, nas colunas ($P < 0,05$).

¹CV = Coeficiente de variação.

A FR considerada normal para a espécie é de 16 a 34 mov min⁻¹ (Reece, 2017), de acordo com a faixa de normalidade, em todos os fatores avaliados, a FR esteve acima do preconizado para os ovinos. No ambiente imediatamente após o estresse às 15 h, a FR foi mais elevada 51,9 mov min⁻¹ em relação ao ambiente antes do estresse às 13 h.

Quando ocorre estresse térmico, a principal forma de perda de calor é a insensível, através do aumento na frequência respiratória, o que leva a um acréscimo do fluxo evaporativo das vias aéreas, causando maior impacto na

dissipação de calor dos ovinos em temperaturas acima dos 35 °C (Eustáquio Filho et al., 2011).

As trocas de calor entre os animais e o ambiente podem ocorrer de diversas formas, no entanto, quando as temperaturas estão muito elevadas, próximas ou acima da temperatura corporal as vias latentes ou evaporativas são mais utilizadas no processo de perda de calor (Silva et al., 2015b).

Os valores de referência para os níveis de glicose sanguínea em ovinos são de 50 a 80 mg/dL (González e Silva, 2006). Dessa forma, os valores mensurados no presente estudo mantiveram-se dentro da faixa normal para a espécie, mesmo diferindo estatisticamente em todos os fatores.

Mediante as diferenças estatísticas observadas pode-se dizer que os níveis de glicose podem variar em função do genótipo, da densidade energética da dieta e da condição de ambiente. Entretanto, os aumentos dentro da variação fisiológica são considerados pequenos para desencadear grandes alterações biológicas.

As proteínas plasmáticas totais (PPT) apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$) em relação as épocas, na primeira semana a média 6,7 g/dL de PPT superou a média 6,4 g/dL da quarta semana, entretanto, na sexta semana a média 6,5 g/dL foi estatisticamente semelhante as médias anteriores. Os valores médios de PPT da interação entre genótipos e dietas, encontram-se na Tabela 4. Em relação as dietas experimentais não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para as PPT no genótipo Soinga, enquanto o Santa Inês apresentou maior média ($P < 0,05$) em função da dieta 50:50. Comparando os grupos genéticos em relação as dietas, houve diferença estatística ($P < 0,05$), para as médias de PPT

unicamente na dieta 50:50. A média de PPT da raça Santa Inês superou ($P < 0,05$) a média do genótipo Soinga e ultrapassou o valor de referência para a espécie (Feldman et al., 2000).

Tabela 4

Médias de Proteínas plasmáticas totais (PPT) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30), durante o período experimental.

Genótipos	Dietas		CV ¹ (%)	Valores de referência
	50:50	70:30		
Proteínas plasmáticas totais (g/dL)				
Soinga	6,4 ^{Ab}	6,6 ^{Aa}	5,0	6,0-7,5
Santa Inês	7,7 ^{Aa}	6,4 ^{Ba}		

Letras maiúsculas diferentes (A, B) indicam diferença significativa na linha ($P < 0,05$).

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, para cada fator, nas colunas ($P < 0,05$).

¹CV = Coeficiente de variação.

As proteínas são as substâncias orgânicas que sofrem alterações de importância clínica, principalmente nos processos inflamatórios, parasitários e metabólicos (Thrall, 2007). O aumento de PPT ocorre na desidratação, devido à perda de líquido e na estimulação da resposta imune, como no caso de vacinação, doenças autoimunes e inflamação crônica (Campelo, 2008). Dessa forma, maiores valores de PPT na primeira semana pode ter ocorrido devido a administração de vermífugo e vacinação contra clostridiose no período de adaptação dos animais.

Trabalhando com cordeiros da raça Santa Inês, do nascimento até 15 dias e de 1 a 2 meses vida, David et al. (2012) obtiveram médias de PPT na ordem de 5,83 g/dL e de 5,48 g/dL, respectivamente. Nesta mesma faixa etária, Ramos et al. (2018) encontraram valores de 6,8 g/dL e 6,3 g/dL, respectivamente, e relataram que as diferenças ocorridas podem ter sido influenciadas devido os manejos nutricional e sanitário, tendo em vista, que se tratava de animais da

mesma raça e idade. Fato que justifica a diferença significativa entre os níveis de PPT da raça Santa Inês em função da relação volumoso:concentrado do presente estudo.

As proteínas podem ser transportadora de glicose na superfície das células (Machado, 1998). Dessa forma, o maior aporte energético da dieta com relação volumoso:concentrado 50:50 e os maiores níveis de glicose observadas na raça Santa Inês, supõem-se que o aumento de PPT na mesma, foi para o transporte de glicose sanguínea circulante, fato esse que levou a diferença em relação ao Soinga. Bezerra et al. (2009) relatam que a raça, idade e manejo alimentar podem influenciar nos valores da proteína total.

Os valores eritrocitários encontram-se na Tabela 5. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) para hemoglobina e VCM nos fatores avaliados. Estes constituintes e os demais não apresentaram diferença estatística ($P>0,05$) em relação aos genótipos e dietas. No entanto, eritrócitos, hematócrito, HCM e CHCM diferiram ($P<0,05$) entre as épocas. Na primeira semana os valores de eritrócitos e hematócrito foram superiores aos da quarta e sexta semana, ao passo que os valores de HCM e CHCM foram crescentes no decorrer das semanas.

No estresse por calor, ocorrem alterações no hematócrito, podendo ser justificado pelo acréscimo no número de eritrócitos (Jain, 1993), o animal perde líquido por meio do aparelho respiratório o que contribui para a redução do volume plasmático sanguíneo e aumento na concentração do hematócrito (Souza et. al., 2011).

Tabela 5

Médias dos constituintes eritrocitários dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e das épocas de coleta (primeira semana, quarta semana e sexta semana), durante o período experimental.

Fatores	Constituintes eritrocitários					
	Eritrócitos (10 ⁶ /μL)	Hemoglobina (g/dL)	Hematócrito (%)	VCM ¹ (fl)	HCM ² (pg)	CHCM ³ (%)
Genótipo						
Soinga	9,7 ^a	9,9 ^a	28,3 ^a	29,3 ^a	10,3 ^a	35,1 ^a
Santa Inês	10,0 ^a	10,1 ^a	29,1 ^a	29,1 ^a	10,1 ^a	34,9 ^a
Dietas						
50:50	9,8 ^a	10,0 ^a	28,7 ^a	29,3 ^a	10,2 ^a	34,8 ^a
70:30	9,9 ^a	10,1 ^a	28,7 ^a	29,1 ^a	10,2 ^a	35,2 ^a
Épocas						
Primeira semana	10,3 ^a	10,1 ^a	29,8 ^a	29,1 ^a	9,9 ^b	34,0 ^b
Quarta semana	9,6 ^b	9,9 ^a	28,5 ^b	29,7 ^a	10,3 ^a	34,8 ^b
Sexta semana	9,6 ^b	10,1 ^a	27,9 ^b	28,9 ^a	10,4 ^a	36,9 ^a
Valores de referência	8-16	9-15	24-50	23-48	9-13	31-38
CV ⁴ (%)	8,1	7,7	5,1	5,1	4,0	4,6

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, para cada fator, nas colunas (P <0,05).

¹VCM = volume corpuscular médio, ²HCM= hemoglobina corpuscular média, ³CHCMconcentração de hemoglobina corpuscular média e ⁴CV = Coeficiente de variação.

De acordo com Swenson e Reece (1996), quanto maior o número de eritrócitos, maior a capacidade de oxigenação dos tecidos através da oxihemoglobina, formada durante a passagem dos eritrócitos pelos capilares pulmonares e combinação da hemoglobina com o oxigênio. Hashem, (2014) relatou que aumento na CHCM pode ser explicado por uma diminuição no volume de plasma.

Os valores da contagem de leucócitos Tabela 6, mantiveram-se dentro dos valores de referência para a espécie (Feldman et al., 2000), com exceção dos valores de neutrófilos na primeira semana. Neutrófilos, eosinófilos e monócitos não apresentaram diferença estatística (P>0,05) nos fatores avaliados. Leucócitos, diferiram (P<0,05) entre os genótipos e linfócitos em relação as épocas. A raça Santa Inês apresentou valores de leucócitos

superiores ao genótipo Soinga. A primeira semana apresentou valor inferior as demais semanas representando efeito significativo entre as mesmas ($P < 0,05$).

Tabela 6

Médias dos constituintes da contagem de leucócitos dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e das épocas de coleta (primeira semana, quarta semana e sexta semana), durante o período experimental.

Fatores	Constituintes da contagem de leucócitos				
	Leucócitos ($10^6/\text{mm}^3$)	Neutrófilos ($10^6/\text{mm}^3$)	Eosinófilos ($10^6/\text{mm}^3$)	Monócitos ($10^6/\text{mm}^3$)	Linfócitos ($10^6/\text{mm}^3$)
Genótipo					
Soinga	7085,0 ^b	47,3 ^a	2,2 ^a	1,1 ^a	49,4 ^a
Santa Inês	8570,0 ^a	49,7 ^a	2,2 ^a	1,0 ^a	47,0 ^a
Dietas					
50:50	8001,4 ^a	49,5 ^a	1,7 ^a	1,1 ^a	47,7 ^a
70:30	7653,6 ^a	47,4 ^a	2,8 ^a	1,0 ^a	48,7 ^a
Épocas					
Primeira semana	7758,7 ^a	51,6 ^a	3,2 ^a	1,1 ^a	44,1 ^b
Quarta semana	8315,8 ^a	46,9 ^a	1,8 ^a	1,0 ^a	50,2 ^a
Sexta semana	7407,9 ^a	47,0 ^a	1,7 ^a	1,1 ^a	50,3 ^a
Valores de referência	4000-12000	10-50	1-10	0-6	40-75
CV ¹ (%)	22,8	19,2	122,8	23,6	19,8

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, para cada fator, nas colunas ($P < 0,05$).

¹CV = Coeficiente de variação.

O estresse hipertérmico causa alterações nas concentrações de metabólitos intermediários como a hemoglobina e diminuição do volume plasmático causando aumento dos neutrófilos e decréscimo dos eosinófilos (Broucek et al., 2009). No entanto, estes parâmetros não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$), mas observou-se uma relação condizente com os autores supracitados em relação as épocas.

As diferenças estatísticas ($P < 0,05$) para leucócitos em relação aos genótipos e para linfócitos em relação as épocas não ultrapassaram os valores de referência para estes parâmetros. Parâmetros hematológicos, são influenciados em função de fatores como: idade, sexo, nutrição, condições climáticas e raça (Gama et al., 2007; Bezerra et al., 2008).

Modificações drásticas nos parâmetros sanguíneos podem causar desequilíbrios orgânicos, que representam a baixa eficiência de adaptação fisiológica, o que os torna indicadores homeostáticos (Broucek et al.,2009). No entanto, os resultados do presente trabalho encontram-se dentro dos valores de referência para espécie ovina, demonstrando a capacidade adaptativa dos dois genótipos avaliados.

4. Conclusões

O genótipo Soinga mostrou-se adaptado as condições climáticas do semiárido, quando comparado com a raça Santa Inês seus parâmetros fisiológicos e hematológicos foram menos influenciados em função da dieta e do ambiente.

Os parâmetros fisiológicos e hematológicos dos dois genótipos mantiveram-se dentro dos valores de referência para ovinos, com exceção da frequência respiratória que foi elevada em todos fatores avaliados.

Referencias

- Abi Saab, S., Sleiman, F.T., (1995). Physiological responses to stress of filial crosses compared to local Awassi sheep. *Sma. Rum. Resear.* 16, 55-59.
- AOAC, (1990). Association of official, chemists, official methods of analysis, decima quinta ed. Washington, Estados Unidos.
- ARCO, (2019). Associação Brasileira de Criadores de Ovinos. <http://www.arcoovinos.com.br/index.php/mn-srgo/mn-padroesraciais/40-santa-ines/> (acessado em 25 de fevereiro de 2019).
- Batista, J.N., Borges, L.A., Souza, B.B., Silva, E.M., (2015). Termorregulação em ruminantes. *Agrop. Cien. Semiár.*11, 39-46.

- Batista, N.L, Souza, B.B, Roberto, J.V.B., Araújo, R.P., Ribeiro, T., Silva, R.A., Oliveira, G.J.C., (2014). Tolerância ao calor em ovinos de pelames claro e escuro submetidos ao estresse térmico. *J. Anim. Behav. Biometeorol.* 2, 102-108.
- Bezerra, L.R., Ferreira, A.F., Camboim, E.K.A., Justiniano, S.V., Machado, P.C.R., Gomes, B.B., (2008). Perfil hematológico de cabras clinicamente sadias criadas no Cariri paraibano Profile hematological of goat clinical healthy servants in Cariri paraibano. *Ciênc. Agrotec.* 32, 955-960.
- Bezerra, L.R., Silva, A.M.A, de Azevedo, S.A., Rodrigues, O.G., Azevedo, P.S., Sousa, R.M., (2009). Concentrações séricas proteicas e minerais de cordeiros alimentados artificialmente com leite enriquecido com *Spirulina platensis*. *Ac. Vet. Brasilic.* 3, 132-137.
- Borges, L.S., Amauri Felipe Evangelista, A.F., Barros Junior, C.P., Silva, A.L., Andrade, T.V., (2016). O ambiente semiárido brasileiro influencia as respostas fisiológicas de caprinos. *J. Anim. Behav. Biometeorol.* 4, 17-21.
- Brasil., (1992). Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Normais climatológicas: 1961-1990. Departamento Nacional de Meteorologia, Brasília.
- Broucek, J., Kisac, P., Uhrincat, M. (2009). Effect of hot temperatures on the hematological parameters, health and performance of calves. *Internat. J. Biometeorol.* 53, 201-208.
- BROWN BRANDL, T.M.; NIENABER, J.A.; EIGENBERG, R.A.; HAHN, G.L. CAMPOS, O.F.; SILVA, J.F.C.; MILAGRES, J.C.; SAMPAIO, A.O., (2003). Comportamento de ovinos submetido a três níveis de temperatura ambiente. *R. Ceres.* 20, 231- 242.
- Brown-Brandl, T.M., Nienaber, J.A., Eigenberg, R.A., Hahn, G.L., Campos, O.F., Silva, J.F.C., Milagres, J.C., Sampaio, A. O. (2003). Comportamento de ovinos submetido a três níveis de temperatura ambiente. *R. Cere.* 20, 231-242.
- Buffington, D.E., Collazo-Arocho, A., Canton, G.H., Pitt, D., Thatcher, W.W., Collier, R.J., (1981). Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transact. of the ASAE.* 24, 711-0714.
- Campelo, S.C.A.J., (2008) Perfil Bioquímico Sérico de Éguas Gestantes e Não Gestantes das Raças Brasileiro de Hipismo e Bretão. 75 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) Universidade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, SP, Brasil.
- Cezar, M.F., Souza, B.D., Souza, W.D., Pimenta Filho, E.C., Tavares, G.D.P., Medeiros, G.X., (2004). Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. *Ciênc. Agrotec.* 28, 614-620.
- David, C.M.G., Luquetti, B.C., Costa, R.L.D., Bonello, F.L., (2012). Padrão hematológico de cordeiros da raça Santa Inês criados sob manejo semi-extensivo na região oeste do Estado de São Paulo. *B. Indúst. Anim.* 69, 79-84.
- Dukes, H.H., Swenson, M.J., Reece, W.O., (1996). *Dukes fisiologia dos animais domésticos*, decima primeira ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

- Eustáquio Filho, A., Teodoro, S M., Chaves, M.A., Santos, P.E.F.D., Silva, M.W. R.D., Murta, R.M., Carvalho, G.G.P., Souza, L.E.B.D. (2011). Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. *R. Bras. Zootec.* 40, 1807-1814.
- Feldman, B.V., Zinkl, J.G., Jain, N.C.1., Schalm, O.W.1., (2000). *Schalm's veterinary hematology. fifth ed.* Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Ferreira, J.C.S., (2017). Características de carcaça de ovinos soinga e mestiços alimentados com palma forrageira miúda e orelha de elefante mexicana. 58 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.
- Gama, S.M.S., Matos, J.R., Zacharias, F., Chaves Filho, R.M., Guimarães, J.E., Bittencourt, T.C.B.D.S., Ayres, M.C.C., (2007). Dinâmica do eritrograma de cordeiros, resultantes do cruzamento entre animais de raças nativas criadas no Nordeste e a raça Dorper, desde o nascimento até os seis meses de idade. *R. Bras. Saúde Prod. Anim.* 8, 11-23.
- Gonzalez, F.H.D., Silva, S.C., (2006). *Introdução à bioquímica clínica veterinária, segunda ed.* UFRGS, Porto Alegre, Brasil.
- Hahn, G. L. (1985). *Management and housing of farm animals in hot environments.*
- Hashem, A.L.S., 2014. Effect of summer shearing on thermoregulatory, hematological and cortisol responses in Balady and Damascus goats in desert of Sinai, Egypt. *World Appl. Sci. J.* 30, 521–533.
- Jain, N.C. (1993). *Essentials of Veterinary Hematology.* Blackwell Publishing, Philadelphia, Estados Unidos.
- Leitão, M.M., Oliveira, G.M., Almeida, A.C., de Sousa, P.H., (2013). Conforto e estresse térmico em ovinos no Norte da Bahia. *R. Bras. Eng. Agrícola. Ambient.* 17, 1355-1360.
- Machado, U.F., (1998). Transportadores de glicose. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.* 42, 413-421.
- Mata, B.C., Almeida, A.C., Marques, L.C.G., Porto, B.R., Durães, C.R.S., Júnior, I.C., Colen, F., (2013). Características morfológicas do pelame de vacas holandesas puras por cruza na região semiárida de Minas Gerais. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.,.* 65, 1767-1772.
- McDowell, R.E., (1972). *Improvement of livestock production in warm climates.* Freeman and Co., San Francisco.
- McManus, C., Louvandini, H., Gugel, R., Sasaki, L.C.B., Bianchini, E., Bernal, F.E.M., Paiva, S.R., Paim, T.P., (2011). Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. *Trop. Anim. Health. Prod.* 43, 121-126.
- Neves, M.L.M.W., Azevedo, M., Costa, L.A.B, Guim, A., Leite A.M., Chagas, J.C., (2009). Níveis críticos do índice de conforto térmico para ovinos da raça Santa Inês criados a pasto no agreste do estado de Pernambuco. *Acta Scince. Animal Science.* 31, 169-175.
- Nobre, I.D.S., Souza, B.B.D., Marques, B.A.D.A., Azevedo, A.M.D., Araújo, R.D.P., Gomes, T.L.D.S., Batista, L.F., Silva, G.D.A., (2016). Avaliação dos níveis de concentrado e gordura protegida sobre o desempenho

- produtivo e termorregulação de ovinos. R. Bras. Saúde Prod. Anim. 17, 116-126.
- NRC, (2007). Nutrients Requirements of Small Ruminants, primeira ed. Washington, Estados Unidos.
- Pereira, J.C., Cecon, P.R., Souza, E.F., (2008). Desempenho, temperatura retal e frequência respiratória de novilhas leiteiras de três grupos genéticos recebendo dietas com diferentes níveis de fibra Performance, rectal temperature and respiratory ratio of dairy heifers from three genetic groups fed diets with different levels of fiber. R. Bras. Zootec.37, 328-334.
- Ramos, J.S., Nascimento, A.B., Rocha Filho, J.T.R., Ayres, M.C.C., Gusmão, A.L., Bastos, B.L., Guimarães, J.E. (2018). Cinética da proteína total, ceruloplasmina e fibrinogênio em cordeiros Santa Inês durante os primeiros cinco meses de vida. R. Bras. Ci. Vet. 25, 22-26.
- Reece, O.W., 2017. DUKES - Fisiologia dos Animais Domésticos, decima terceira ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Roberto, J.V.B., Souza, B.B., Furtado, D.A., Delfino, L.J.B., Marques, B.A.A., (2014). Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando a termografia infravermelha. J. Anim. Behav. Biometeorol. 2, 11-19.
- Silva, A.L., Borges, L.S., Santana, M.L.A., Sousa, P.B, Almeida Júnior, T.F., Farias, L.A., Sousa Júnior, S.C., (2015a). Avaliação das variáveis fisiológicas de ovinos Santa Inês sob influência do ambiente semiárido piauiense. J. Anim. Behav. Biometeorol. 3, 69-72.
- Silva, G.A., Souza, B.B., Silva, E.M.N., (2015b). Adaptabilidade de ovinos e estratégias para minimizar os efeitos do clima em regiões tropicais. J. Anim. Behav. Biometeorol. 3, 20-27.
- Souza, B.B., Assis, D.Y.C., Silva Neto, F.L., Roberto, J.V.B., Marques, B.A.A., (2011). Efeito do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de cabras da raça saanen em confinamento no sertão paraibano. R. verde. 6, 77-82.
- Swenson, M.J., Reece, W.O., (1996). Propriedades fisiológicas e constituinte químicos e celulares do sangue. In: Swenson, M.J., Reece, W.O. (Eds.), Dukes - Fisiologia dos animais domésticos. Ganabara Koogan, Rio de Janeiro, 19-43.
- Thrall, M. A. (2007). Hematologia e bioquímica clínica veterinária. Editora Roca, São Paulo.
- Van Soest, P.V., Robertson, J.B., Lewis, B.A., (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74, 3583-3597.
- Viana, R.B., Junior, E.H.B., Ayres, M.C.C., Biojoni, F.D.S.M., SOUZA, M.D.C.C., Birgel, E.H., (2002). Influência da gestação e do puerpério sobre o leucograma de caprinos da raça Saanen, criados no Estado de São Paulo. Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci. 39,196-201.

Conclusão Geral

O presente estudo demonstrou que todas as variáveis ambientais mensuradas, o índice de temperatura do globo negro e umidade e a carga térmica de radiação apresentaram-se fora da zona de conforto térmico para ovinos. Os parâmetros fisiológicos e hematológicos mensurados sob tais condições, não sofreram alterações ao ponto de impossibilitar a termorregulação dos genótipos Soinga e Santa Inês nessa região. Entretanto, o genótipo Soinga mostrou-se igualmente tolerante as condições de estresse por calor quando comparado com o Santa Inês, visto que estes, exigiram mais do sistema termorregulador para manter a homeotermia.

As dietas utilizadas exerceram pouca influência na adaptabilidade dos genótipos podendo ser utilizadas na alimentação de ovinos Soinga e Santa Inês.

Apêndice

Normas revista JOURNAL OF THERMAL BIOLOGY

Introdução

Indique os objetivos do trabalho e forneça um histórico adequado, evitando uma pesquisa bibliográfica detalhada ou um resumo dos resultados.

Material e métodos

Forneça detalhes suficientes para permitir que o trabalho seja reproduzido por um pesquisador independente. Os métodos já publicados devem ser resumidos e indicados por uma referência. Se estiver citando diretamente de um método publicado anteriormente, use aspas e cite também a origem. Quaisquer modificações nos métodos existentes também devem ser descritas.

Resultados

Os resultados devem ser claros e concisos.

Discussão

Isso deve explorar o significado dos resultados do trabalho, não repeti-los. Uma seção combinada de Resultados e Discussão é frequentemente apropriada. Evite citações extensas e discussão de literatura publicada.

Conclusões

As principais conclusões do estudo podem ser apresentadas em uma breve seção de Conclusões, que pode ser independente ou formar uma subseção de uma seção Discussão ou Resultados e Discussão.

Apêndices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Resumo

Um resumo conciso e factual é necessário. O resumo deve indicar brevemente o objetivo da pesquisa, os principais resultados e principais conclusões. Um resumo é frequentemente apresentado em separado do artigo, por isso deve ser capaz de ficar sozinho. Por esta razão, as Referências devem ser evitadas, mas se for essencial, então cite o (s) autor (es) e o (s) ano (s).

Além disso, abreviações não-padrão ou incomuns devem ser evitadas, mas, se essenciais, devem ser definidas em sua primeira menção no próprio resumo.

Resumo gráfico

Embora um resumo gráfico seja opcional, seu uso é incentivado, pois atrai mais atenção para o artigo on-line. O resumo gráfico deve resumir o conteúdo do artigo em uma forma concisa e pictórica projetada para capturar a atenção de um público amplo. Resumos técnicos devem ser apresentados como um arquivo separado no sistema de submissão on-line. Tamanho da imagem: forneça uma imagem com um mínimo de 531 × 1328 pixels (h × w) ou proporcionalmente mais. A imagem deve ser legível em um tamanho de 5 × 13 cm usando uma resolução de tela regular de 96 dpi. Tipos de arquivos preferidos: arquivos TIFF, EPS, PDF ou MS Office. Você pode ver os Resumos Gráficos de Exemplo em nosso site de informações. Os autores podem fazer uso dos Serviços de Ilustração da Elsevier para garantir a melhor apresentação de suas imagens e de acordo com todos os requisitos técnicos.

Palavras-chave

Imediatamente após o resumo, forneça no máximo 6 palavras-chave, usando ortografia americana e evitando termos gerais e plurais e vários conceitos (evite, por exemplo, 'e', 'de'). Seja poupado com abreviaturas: apenas abreviações estabelecidas com firmeza no campo podem ser elegíveis. Essas palavras-chave serão usadas para propósitos de indexação.

Abreviaturas

Defina abreviações que não são padrão neste campo em uma nota de rodapé a ser colocada na primeira página do artigo. Tais abreviaturas que são inevitáveis no abstrato devem ser definidas em sua primeira menção, bem como na nota de rodapé. Assegure a consistência das abreviaturas ao longo do artigo.

Agradecimentos

Agrupe os agradecimentos em uma seção separada no final do artigo antes das referências e, portanto, não os inclua na página de título, como uma nota de rodapé no título ou de outra forma. Liste aqui as pessoas que forneceram

ajuda durante a pesquisa (por exemplo, fornecer ajuda no idioma, escrever ajuda ou revisar o artigo, etc.).

Formatação de fontes de financiamento

Liste as fontes de financiamento desta forma padrão para facilitar a conformidade com os requisitos do financiador:

Legendas figura

Certifique-se de que cada ilustração tenha uma legenda. Forneça legendas separadamente, não anexadas à figura. Uma legenda deve conter um título breve (não na própria figura) e uma descrição da ilustração. Mantenha o texto nas próprias ilustrações no mínimo, mas explique todos os símbolos e abreviações usadas.

Tabelas

Por favor, envie tabelas como texto editável e não como imagens. As tabelas podem ser colocadas ao lado do texto relevante no artigo ou em páginas separadas no final. Numere as tabelas consecutivamente de acordo com sua aparência no texto e coloque quaisquer notas de tabela abaixo do corpo da tabela. Seja poupado no uso de tabelas e garanta que os dados apresentados neles não dupliquem os resultados descritos em outra parte do artigo. Por favor, evite usar regras verticais e sombreamento nas células da tabela.

Referências

Citação no texto Certifique-se de que todas as referências citadas no texto também estejam presentes na lista de referências (e vice-versa). Quaisquer referências citadas no resumo devem ser dadas na íntegra. Resultados não publicados e comunicações pessoais não são recomendados na lista de referências, mas podem ser mencionados no texto. Se essas referências forem incluídas na lista de referências, elas devem seguir o estilo de referência padrão do periódico e incluir uma substituição da data de publicação por 'Resultados não publicados' ou 'Comunicação pessoal'. A citação de uma referência como 'in press' implica que o item foi aceito para publicação.

Estilo de referência

Texto: Todas as citações no texto devem se referir a:

1. Autor único: o nome do autor (sem iniciais, a menos que haja ambigüidade) e o ano de publicação;
2. Dois autores: os nomes dos autores e o ano de publicação;

3. Três ou mais autores: nome do primeiro autor seguido de "et al." e o ano de publicação. Citações podem ser feitas diretamente (ou entre parênteses). Grupos de referências podem ser listados primeiro em ordem alfabética, depois em ordem cronológica, ou vice-versa. Exemplos: 'como demonstrado (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan e Jones, 1999). Ou, como demonstrado (Jones, 1999; Allan, 2000)... Kramer et al. (2010) demonstraram recentemente... 'Lista: As referências devem ser organizadas primeiro em ordem alfabética e depois classificadas cronologicamente se necessário. Mais de uma referência do (s) mesmo (s) autor (es) no mesmo ano deve ser identificada pelas letras 'a', 'b', 'c' etc., colocadas após o ano de publicação.

Exemplos:

Referência a uma publicação de periódico:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. A arte de escrever um artigo científico. *J. Sci. Comum.* 163, 51-59.
<https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>. Referência a uma publicação de periódico com um número de artigo:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2018. A arte de escrever um artigo científico. *Heliyon* 19, e00205.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Referência a um livro:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, quarta ed. Longman, Nova York. Referência a um capítulo de um livro editado:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. Como preparar uma versão eletrônica de seu artigo, em: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introdução à Era Eletrônica*. E-Publishing Inc., Nova Iorque, pp. 281–304.