

Tolerância ao calor em ovinos de pelames claro e escuro submetidos ao estresse térmico

Heat tolerance in sheep with white and dark coat under heat stress

Nayanne Lopes Batista ▪ Bonifácio Benício de Souza ▪
Gabriel Jorge Carneiro de Oliveira ▪ João Vinícius Barbosa Roberto ▪
Rafael Pádua de Araújo ▪ Thaiz Lamy Alves Ribeiro ▪ Raíssa Almeida Silva

NL Batista (Autor para correspondência) ▪ BB Souza ▪ JVB
Roberto ▪ RP Araújo ▪ TLA Ribeiro ▪ RA Silva
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus
de Patos, Caixa Postal 64, 58708-110, Patos, PB, Brasil
email: nanne_medvet@hotmail.com

GJC Oliveira
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

Recebido: 09 de Junho, 2014 ▪ Revisado: 12 de Julho, 2014 ▪ Aceito: 12 de Julho, 2014

Resumo Objetivou-se avaliar a tolerância ao calor em 30 ovinos mestiços $\frac{1}{2}$ Santa Inês + $\frac{1}{2}$ Dorper, de pelames branco e preto, submetidos a estresse térmico. O experimento foi realizado em Setembro e Outubro de 2012 e utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado. Antes e após a exposição de uma hora (14h00 - 15h00) à radiação solar direta, foram mensuradas a temperatura retal, a frequência respiratória e a temperatura superficial dos animais. Calculou-se o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade, o Índice de Tolerância ao Calor e o Coeficiente de Tolerância ao Calor. Os valores encontrados para o índice de temperatura de globo negro e umidade no sol e na sombra foram 89,08 e 82,81 respectivamente. Não houve efeito de coloração do pelame para a temperatura retal dos ovinos e não houve diferença quanto ao índice de tolerância ao calor. A análise de variância revelou efeito significativo para a frequência respiratória nos ovinos de pelame escuro ($P < 0,05$) e efeito do ambiente e da cor do pelame sobre a temperatura superficial e coeficiente de tolerância ao calor no ambiente de sol. Os ovinos com pelame preto demonstraram menor tolerância ao calor.

Palavras-chave adaptabilidade, cor do pelame, termorregulação

Introdução

O estresse por calor tem causado prejuízos financeiros significativos em todo o mundo e a aclimação dos ruminantes a ambientes quentes impõe ajustes comportamentais, fisiológicos e metabólicos para reduzir a

Abstract The aim of this research was to evaluate heat tolerance of thirty crossbred sheep (Santa Ines with Dorper) with white and black coat under heat stress. The experiment was conducted in September and October of 2012 and a completely randomized design was used. Before and after one hour exposure to solar radiation (14h00 - 15h00), rectal temperature, respiratory rate and surface temperature of the animals were measured. The Black Globe Temperature Humidity Index, the Heat Tolerance Index and the Heat Tolerance Coefficient were calculated. The values found for the Black Globe Temperature Humidity Index in the sun and in the shade were 89.08 and 82.81 respectively. Animals coat coloring did not influence on their rectal temperature and there was no difference on the heat tolerance index. It was verified the effect of coat coloring on the respiratory rate in dark colored hair coat sheep ($P < 0.05$) and the effect of the environment and coat coloring on the surface temperature and on the heat tolerance coefficient under the sun. Dark colored hair coat sheep presented lower tolerance to heat.

Keywords adaptability, coat color, thermoregulation

tensão e aumentar a probabilidade de sobrevivência, mas, frequentemente, reduz o desempenho dos ovinos, chegando até a comprometer a saúde desses animais (Bernabucci et al 2010).

A produtividade animal depende, em grande parte, da interação existente entre o animal e o ambiente, ou seja, da sua capacidade de adaptação local. Nesse contexto, a cor do pelame constitui um importante fator na adaptabilidade animal, visto que, de acordo com Marai et al. (2007), a pele dos mamíferos é um caminho importante para a troca de calor entre a superfície do corpo e o ambiente. A cor do pelame é um fator genético conhecido por adaptar os animais a diferentes zonas climáticas e tem influência considerável sobre o desempenho de várias ações no organismo animal (Decampos et al 2013).

Animais com pelame escuro seriam mais susceptíveis ao estresse térmico do que animais com pelame claro devido à maior capacidade desses últimos refletirem os raios solares, diminuindo assim o incremento calórico. Fato bastante relevante visto que segundo Souza et al. (2010), a elevada temperatura ambiental, a umidade do ar e a radiação solar direta são os principais fatores responsáveis por causarem o desconforto fisiológico que leva os animais a adotarem medidas fisiológicas e comportamentais para manter a homeotermia, e que na maior parte das vezes culminam com redução no desempenho produtivo.

Evidencia-se, portanto, conforme Veríssimo et al. (2009), que a tolerância ao calor e a adaptabilidade a ambientes tropicais são fatores muito importantes na criação e produção ovina. Assim, índices capazes de revelar a adaptabilidade de ovinos a determinado ambiente, juntamente com outras características que interferem na tolerância ao calor, como coloração do pelame, são fundamentais para promover a sustentabilidade da criação e imprescindíveis para proporcionar bem estar aos animais.

As práticas de manejo adotadas devem ser diferenciadas para um determinado genótipo que apresente mais de um tipo de pelagem, isto porque, mesmo estes sendo considerados semelhantes pelo grau de sangue, essa característica de pelagem faz muita diferença no tocante a termorregulação e, por conseguinte, diferencia-os no que diz respeito à adaptação aos ambientes de temperaturas elevadas (Souza et al 2012).

Dessa forma, adquirir conhecimentos acerca dos mecanismos fisiológicos e metabólicos de aclimação pode contribuir para o desenvolvimento e adoção de procedimentos (genéticos, ambientais e nutricionais), que podem ajudar a manter a saúde e a eficiência produtiva e reprodutiva em ruminantes que vivem em ambientes quentes (Bernabucci et al 2010).

Objetivou-se com essa pesquisa avaliar a tolerância ao calor em 30 ovinos mestiços ½Santa Inês + ½Dorper com pelames branco e preto, submetidos a estresse térmico.

Material e Métodos

O experimento foi realizado durante os meses de Setembro e Outubro de 2012, no Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (NUPEÁRIDO), do Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado no município de Patos, na Paraíba - região semiárida nordestina, com latitude 07° 05' 28" S, longitude 37° 16' 48" W, altitude de 250 m, que se caracteriza por apresentar um clima BSH (Köppen), com temperatura anual média máxima de 32,9°C e mínima de 20,8°C e umidade relativa de 61% (BRASIL, 1992).

Foram utilizados 30 ovinos mestiços ½Santa Inês + ½Dorper, 15 com pelame preto e 15 com pelame branco, resultando em dois tratamentos constituídos pela coloração do pelame, com quinze repetições cada. Os ovinos foram mantidos em sistema intensivo (figura 1), tendo como base alimentar feno de Tifton (*Cynodon* sp.), sendo suplementados com sal mineral e com acesso *ad libitum* à água.

Os dados ambientais durante o período experimental foram registrados através de HOBO® tipo datalogger, com dois canais externos e dois internos, sendo o canal externo utilizado para acoplar um cabo termopar com globo para efetuar as medições da temperatura de globo negro ao sol e à sombra. Foram coletadas a temperatura do ar (TA), a umidade relativa (UR), a temperatura de globo negro (TGN) e de ponto de orvalho (Tpo) e com esses dados calculou-se o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) na sombra e no sol, utilizando-se a fórmula: $ITGU = TGN + 0,36(Tpo) + 41,5$.

As variáveis fisiológicas estudadas foram a temperatura retal (TR), medida através de termômetro clínico veterinário introduzido no reto do animal por dois minutos e expressa em graus Celsius (°C) e a frequência respiratória (FR), mensurada com o auxílio de estetoscópio na região torácica do animal, expressa em movimentos por minuto (mov/min).

Para o cálculo do coeficiente de tolerância ao calor (CTC) ou CA (coeficiente de adaptabilidade), nos ambientes de sombra e de sol, utilizou-se o teste de Benezra modificado, de acordo com a fórmula $CA = (TR/39,1 + FR/19)$. O índice de tolerância ao calor (ITC) foi calculado de acordo com a fórmula $(ITC = 10 - (TR2 - TR1))$, sendo TR1 a temperatura retal antes do estresse térmico e TR2 a temperatura após o mesmo, conforme teste proposto por Baccari Júnior (Baccari Júnior et al 1986).



Figura 1 Ovinos em confinamentos.



Figura 2 Ovinos expostos à radiação solar direta.

As diferenças entre as temperaturas, aplicadas à fórmula: $\{10-(TR2 - TR1)\}$, onde 10 é uma constante, resultam em um índice, que varia de 0 a 10, e que representa a capacidade de os animais dissiparem o calor absorvido durante a exposição ao sol. Esse índice indica a capacidade do animal perder calor e voltar à temperatura normal após o fim da exposição à radiação solar estressante (Veríssimo et al 2009). O estresse agudo foi calculado através das fórmulas $(TR2 - TR1)$ e $(FR2 - FR1)$.

Nesse experimento, os animais foram retirados das baias, onde estavam na sombra e às 14 horas foi realizada a primeira mensuração da TR (TR1), FR (FR1) e TS (TS1).

Posteriormente, os animais foram expostos ao sol (figura 2), permanecendo contidos nesse ambiente por uma hora, no horário de máxima incidência dos raios solares. Após esse período ao sol, às 15 horas, novamente mensurou-se as variáveis fisiológicas referidas anteriormente, e os ovinos foram submetidos à sombra por mais uma hora. Às 16hs foi realizada a terceira medida da TR (TR3) e da FR (FR3).

A temperatura superficial (TS) foi obtida por meio de uma câmera termográfica (Fluke Ti 25) com calibração automática e determinada pela média das temperaturas de quatro áreas delimitadas na imagem termográfica por

marcadores na frente, no pescoço, no tronco e na canela do lado direito do animal no ambiente de sombra e de sol. Cada termograma gerado foi gravado em cartão de memória e posteriormente analisado pelo software Smartview versão 3.1, pelo qual foram obtidas as temperaturas médias de cada região de estudo, considerando-se a emissividade de 0,98.

Os dados obtidos foram analisados através do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 1993) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os valores encontrados para o ITGU no sol e na sombra foram 89,08 e 82,81 respectivamente; revelando o alto estresse térmico proporcionado pelo ambiente a esses animais, visto que valores de ITGU até 74 indicam uma situação de conforto para os animais, de 74 a 78 considera-se um estresse leve; entre 79 e 84 situação perigosa e acima de 84, indicam uma situação de emergência (Baêta e Souza, 2010). As médias das variáveis fisiológicas registradas encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 Médias da temperatura retal e frequência respiratória antes da exposição ao sol (TR1 e FR1), imediatamente depois (TR2 e FR2) e com uma hora de sombra após o estresse térmico (TR3 e FR3) dos ovinos de pelames preto e branco.

Cor do pelame	°C			(mov/min)		
	TR1	TR2	TR3	FR1	FR2	FR3
Preto	39,3 ^a	40,2 ^a	39,9 ^a	52 ^a	163 ^a	68 ^a
Branco	39,3 ^a	40,3 ^a	39,9 ^a	59 ^a	119 ^b	70 ^a

Não houve diferença significativa com relação à temperatura retal entre os ovinos dos dois pelames. Isso provavelmente se deve ao fato de que estes animais já se encontram bem adaptados à região semiárida e possuem a capacidade de manter a homeotermia durante os períodos de maior intensidade de calor. Dados semelhantes foram encontrados por Veríssimo et al. (2009), constatando não haver diferença na temperatura retal entre os animais de pelagem clara e escura da raça Santa Inês sob estresse térmico.

A análise de variância revelou efeito significativo ($P < 0,05$) da coloração do pelame sobre a frequência respiratória dos animais após o estresse térmico (FR2). Os animais de pelame preto apresentaram maior FR após a exposição à radiação solar, demonstrando assim que, para alcançar o retorno ao equilíbrio térmico foi necessária a ativação dos mecanismos insensíveis de perda de calor, através da evaporação respiratória, devido aos mecanismos sensíveis de transferência térmica (radiação, condução e convecção) não mais se mostrarem eficientes.

Os dados encontrados corroboram com os de Silva (2013), o qual afirma que a manutenção da temperatura corporal ocorre mediante trocas de calor com o ambiente, sendo que, em temperaturas mais amenas, o calor é dissipado para o ambiente na forma sensível, através de um gradiente de temperatura entre o animal e o meio ambiente, e sob estresse pelo calor, o principal processo de perda de calor é o da evaporação, através do aumento da frequência respiratória.

A frequência respiratória pode quantificar a severidade do estresse térmico em ruminantes. Uma frequência respiratória de 40-60; 60-80 e 80-120 mov./min, caracterizam, respectivamente estresse baixo, médio-alto e alto e acima de 200 mov./min, seria caracterizado estresse severo em ovinos (Silanikove, 2000). Dessa forma, os ovinos de pelame branco estavam mais adaptados às condições experimentais, visto que de acordo com Baccari Júnior et al. (1986), animais que apresentam menor aumento na temperatura retal e menor frequência respiratória são considerados mais tolerantes ao calor, ratificando Linderholm e Larson (2013), que consideram as variações de cores do revestimento da pele como meios de uma seleção inicial para adaptação dos animais.

As médias do índice de tolerância ao calor (ITC) e do estresse agudo (TR2-TR1) e (FR2-FR1) estão representadas na tabela 2. Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) do pelame sobre o ITC. O ITC apresentou-se elevado (numa escala de 0 a 10) para os ovinos de ambos os pelames - quanto mais próximo de dez for esse resultado, mais tolerante ao calor é o animal, demonstrando assim mais uma vez a adaptabilidade dos ovinos mestiços de ambos os pelames e sua alta capacidade de dissipar o calor absorvido.

Tabela 2 Médias do índice de tolerância ao calor (ITC) e do estresse agudo nos animais de pelames preto e branco.

Cor do Pelame	ITC	TR2-TR1	FR2-FR1
	(°C)	(°C)	(mov/min)
Preto	9,30 ^a	0,97 ^a	110,84 ^a
Branco	9,31 ^a	1,00 ^a	60,26 ^a

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para o estresse agudo nos animais de pelame preto referente à frequência respiratória, revelando o alto nível de estresse térmico sofrido por estes animais. Isso ocorre porque, segundo Cunningham (2004), quando há uma elevação acentuada na temperatura ambiente, os mecanismos termorregulatórios são acionados, aumentando a perda de calor na forma insensível, através da sudorese e do aumento da FR e a taquipneia é um mecanismo que requer grande dispêndio de energia por parte do animal.

Dessa forma, sabe-se que, embora os animais possam se adaptar ao clima quente, os mecanismos de resposta são úteis para a sobrevivência, mas prejudiciais ao desempenho

produtivo e reprodutivo (Kumar e De, 2013), já que a frequência respiratória alta é uma forma eficiente de perda de calor por períodos curtos, mas quando mantida por várias horas, pode resultar em sérios problemas para os animais. A respiração acelerada e contínua pode interferir na ingestão de alimentos e ruminância, adicionar calor endógeno a partir da atividade muscular e desviar a energia que poderia ser utilizada em outros processos metabólicos e produtivos (Souza et al 2010).

O efeito direto do clima sobre o animal ocorre principalmente devido a influência da temperatura do ar, radiação solar e pela umidade relativa do ar quando associada à temperatura. Esta ação se relaciona principalmente com as funções orgânicas envolvidas na manutenção da homeotermia. Em condições de maior temperatura ambiente, em que o gradiente térmico entre o animal e o meio diminui, constata-se frequentemente uma maior dificuldade para manter a temperatura corporal em níveis normais (Silva, 2013).

Estudos realizados por Neves et al. (2009) revelaram que o impacto dos elementos climáticos foi maior sobre os ovinos castanhos e pretos que nos brancos, sugerindo melhor controle da homeotermia nesses últimos em condições de maior desconforto térmico, sendo que outras variações da temperatura retal podem ser explicadas pelo hábito etológico dos ovinos de procurar sombra nas horas mais quentes e por outros fatores fisiológicos e comportamentais.

Assim, de acordo com os mesmos autores, os ovinos de pelagem branca demonstraram ligeira superioridade na tolerância ao calor em relação aos castanhos e pretos. E de acordo com Correa et al (2013), a coloração do pelame pode ser eficientemente utilizada como característica na separação de grupos de ovinos com relação à tolerância ao calor.

Os dados obtidos com relação à temperatura superficial dos ovinos de pelame preto e branco no ambiente de sombra (antes do estresse) e sol (após o estresse) estão apresentados na Tabela 3. Houve interação significativa ($P < 0,05$) entre os fatores ambiente (sombra e sol) e tipo de pelame (preto e branco) sobre a temperatura superficial dos animais $\frac{1}{2}$ sangue Santa Inês + $\frac{1}{2}$ sangue Dorper. No ambiente de sombra os animais, independente do tipo de pelagem, apresentaram menores temperaturas superficiais ($P < 0,05$) do que quando expostos ao ambiente de sol. Os animais de pelame preto apresentaram maior temperatura superficial ($P < 0,05$) no ambiente de sol, quando comparados aos animais de pelame branco, ratificando a assertiva de que estes animais possuem maior capacidade de reflexão dos raios solares enquanto aqueles retêm a maior parte do calor absorvido, acrescentando assim, a temperatura de superfície (Figuras 3 e 4).

Tabela 3 Temperatura superficial (TS) de ovinos $\frac{1}{2}$ sangue Santa Inês + $\frac{1}{2}$ sangue Dorper de pelames preto e branco em ambiente de sombra e sol.

Tipo de pelame	TS (°C)	
	Sombra	Sol
Pelame preto	37,67 ^{Ba}	41,61 ^{Aa}
Pelame branco	37,49 ^{Ba}	40,23 ^{Ab}
CV (%)	2,74	

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Paim et al. (2013), em sistemas de produção é necessária a caracterização dos recursos genéticos em relação a sua capacidade de resposta às condições ambientais. As temperaturas dos termogramas são capazes de detectar diferentes respostas dos grupos genéticos para o ambiente. Portanto, a termografia infravermelha é uma técnica promissora para avaliar a resposta dos animais ao meio ambiente e para diferenciar grupos genéticos.

Castanheira et al (2010), estudando ovinos Santa Inês e seus mestiços, afirmaram que a capacidade de reflectância através do pelame, bem como o comprimento do pelo e o número de pelos por unidade de área foram as variáveis mais úteis para explicar as mudanças nas características fisiológicas, sendo bastante importantes na separação dos grupos de ovinos de acordo com a tolerância ao calor.

A influência dos genes de cor de pelagem pode determinar a adaptabilidade do animal em um ambiente particular. Assim, o potencial genético de um animal pode ser predeterminado através da influência da cor da pelagem nas características de estresse por calor (Decampos et al 2013).

Os resultados do coeficiente de tolerância ao calor (CTC) na sombra (antes do estresse) e no sol (após o estresse) para análise do teste de Benezra estão expostos na Tabela 4. Este teste incorpora ao coeficiente de tolerância as respostas fisiológicas como temperatura retal e frequência respiratória. Quanto mais próximo de dois for o resultado do CTC, mais adaptado ao calor é o animal. Percebe-se dessa forma que, ao incorporar a variável frequência respiratória, como meio de dissipação de calor, os animais apresentaram um CTC bastante elevado. No ambiente de sombra, não houve interação significativa entre os pelames. No ambiente desprovido de sombra, que proporcionou estresse térmico aos animais, os ovinos pretos apresentaram os maiores valores, revelando sua baixa eficiência em refletir os raios solares e sua maior dificuldade na dissipação do calor absorvido, resultando em maior gasto energético, culminando na redução do potencial produtivo desses animais.

Souza et al (2010) relataram que o uso isolado do ITC pode ser ineficaz para conclusões consistentes, tendo em

vista a lacuna deixada pelo mesmo referente ao nível de estresse sofrido pelo animal. Porque, mesmo o animal tendo a capacidade de dissipar o calor adquirido pela radiação direta, quando é reconduzido à sombra não são revelados os meios utilizados para retornar à homeostase, principalmente a quantificação da FR, variável de elevada importância na identificação do estresse calórico. Assim, com o ITC, corre-se o risco de superestimar a capacidade de tolerância animal ao calor e subestimar o efeito do ambiente físico de conforto térmico promovido pelo sombreamento, não permitindo uma estimativa do desgaste energético do animal para alcançar o equilíbrio térmico.

Com isso, percebe-se a necessidade de utilização de mais de um teste de adaptabilidade, visto que através do ITC, os animais haviam sido considerados igualmente adaptados às condições experimentais antes e após a exposição solar. No entanto, avaliando os resultados do CTC, nota-se que os

animais de pelame escuro sofreram maior estresse térmico, devido ao significativo maior aumento da frequência respiratória como forma de dissipar o calor absorvido.

Tabela 4 Coeficiente de tolerância ao calor (CTC) de ovinos ½ sangue Santa Inês + ½ sangue Dorper de pelames preto e branco em ambiente de sombra e sol.

Tipo de pelame	CTC	
	Sombra	Sol
Pelame preto	3,78 ^{Ba}	9,64 ^{Aa}
Pelame branco	4,15 ^{Ba}	7,34 ^{Ab}
CV (%)	22,03	

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

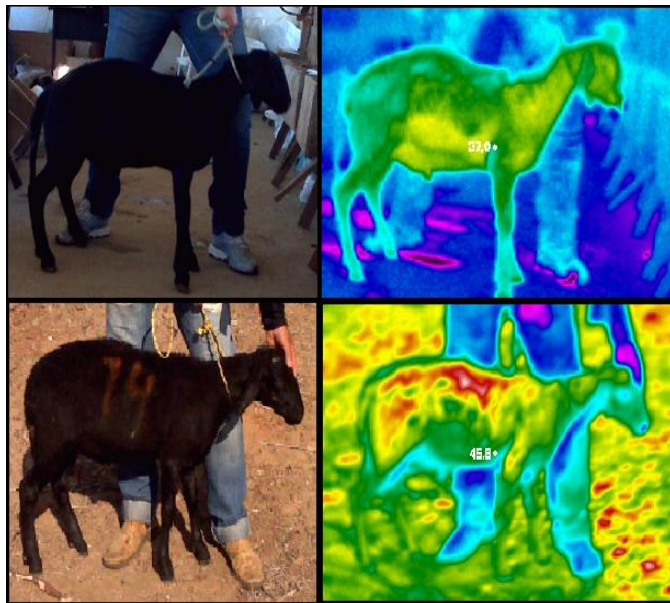


Figura 3 Termogramas de ovino de pelame preto nos ambientes de sombra e sol.

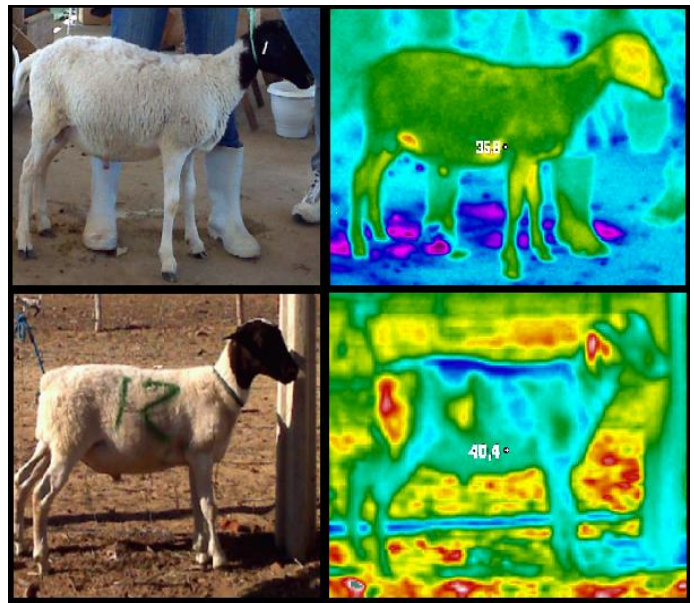


Figura 4 Termogramas de ovino de pelame branco nos ambientes de sombra e sol.

Conclusões

A cor do pelame influencia a tolerância ao calor de ovinos mestiços ½Santa Inês + ½Dorper. Os ovinos ½Santa Inês + ½Dorper de pelame branco são mais tolerantes ao calor que os de pelame negro. O índice de tolerância ao calor não demonstrou a real capacidade adaptativa dos ovinos, devendo ser estudado juntamente com o coeficiente de tolerância ao calor.

Referências

Baccari Jr F, Polastre R, Fré CA, Assis OS (1986) Um novo índice de tolerância ao calor para bubalinos: correlação com o ganho de

peso. In: Reunião Anual da Sociedade de Zootecnia, Campo Grande, MS. Anais... Campo Grande: SBZ p. 316.

Baêta FC, Souza CF (2010) Ambiência em edificações rurais: conforto animal. Viçosa: UFV.

Bernabucci U, Lacetera N, Baumgard LH, Rhoads RP, Ronchi B, Nardone A (2010) Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal* 4:1167–1183.

Brasil Secretaria Nacional de Irrigação (1992) Departamento Nacional de Meteorologia. Normas climatológicas: 1961-1990. Brasília, DF: Embrapa-SPI.

Decampos JS, Ikeobi CON, Olowofeso O, Smith OF, Adeleke MA, Wheto M, Ogunlakin DO, Mohammed AA, Sanni TM, Ogunfuye BA, Lawal RA, Adenaike AS, Amusan SA (2013) Effects of coat colour genes on body measurements, heat tolerance traits and

haematological parameters in West African Dwarf sheep. *Open Journal of Genetics* 3:280-284.

Castanheira M, Paiva SR, Louvandini H, Landim A, Fiorvanti MCS, Dallago BS, Correa PS, McManus C (2010) Use of heat tolerance traits in discriminating between groups of sheep in central Brazil. *Tropical Animal Health and Production* 42:1821-1828.

Correa MPC, Dallago BSL, Paiva SR, Canozzi MEA, Louvandini H, Barcellos JJ, McManus C (2013) Multivariate analysis of heat tolerance characteristics in Santa Inês and crossbred lambs in the Federal District of Brazil. *Tropical Animal Health and Production* 45:1407-1414.

Cunningham JG (2004) *Tratado de fisiologia veterinária*. Guanabara Koogan.

Kumar D, De K (2013) Extreme climatic variables affecting male reproduction in sheep. In: Sahoo A, Kumar D, Naqvi SMK (Eds). 2013. *Climate resilient small ruminant production*. National Initiative on Climate Resilient Agriculture (NICRA), Central Sheep and Wool Research Institute, Izatnagar, India, pp 1-106.

Linderholm A, Larson G (2013) The role of humans in facilitating and sustaining coat colour variation in domestic animals. *Seminars in Cell & Developmental Biology* 24:587-593.

Marai IFM, El-Darawany AA, Fadiel A, Abdel-Hafez MAM (2007) Physiological traits as affected by heat stress in sheep - A review. *Small Ruminant Research* 71:1-12.

Neves MLMW, Azevedo M, Costa LAB, Guim A, Leite AM, Chagas JC (2009) Níveis críticos do Índice de Conforto Térmico para ovinos da raça Santa Inês criados a pasto no agreste do Estado de Pernambuco. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 31:169-175.

Paim TP, Borges BA, Lima PMT, Gomes EF, Dallago BSL, Fadel R, Menezes AM, Louvandini H, Canozzi MEA, Barcellos JOJ, McManus C (2013) Thermographic evaluation of climatic conditions on lambs from different genetic groups. *International Journal of Biometeorology* 57:59-66.

SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas. Guia do Usuário (1993) Central de Processamento de Dados. Viçosa, MG, 68 p.

Silanikove N (2000) Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science* 67:1-18.

Silva GA (2013) Avaliação do sistema de resfriamento adiabático evaporativo na melhoria do bem-estar de novilhas leiteiras em confinamento. *Dissertação*, Instituto de Zootecnia.

Souza BB, Silva IJO, Mellace EM, Santos RFS, Zotti CA, Garcia PR (2010) Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. *Agropecuária Científica no Semi-Árido* 6:59-65.

Souza BB, Oliveira GJC, Batista NL (2012) Conforto térmico: influência da cor da pelagem sobre o processo de termorregulação em ovinos. *Farmpoint*. 2012. Disponível em: <http://www.farmpoint.com.br/radares-tecnicos/bemestar-e-comportamentoanimal/conforto-termico-influencia-da-cor-da-pelagem-sobre-oprocesso-de-termorregulacao-em-ovinos80875n.aspx>. Acesso em 10 de Maio de 2014.

Veríssimo CJ, Titto CG, Katiki LM, Bueno MS, Cunha EA, Mourão GB, Otsuk IP, Pereira AMF, Nogueira Filho JCM, Titto EAL (2009) Tolerância ao calor em ovelhas Santa Inês de pelagem clara e escura. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 10:159-167.