



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

Influência do sistema silvipastoril na termorregulação de ovinos Dorper X Santa Inês em clima subtropical

Influence of the silvopastoral system on the thermoregulation of Dorper X Santa Inês sheep in a subtropical climate

Matheus Luquirini Penteado dos Santos*,

Frederico Márcio Corrêa Vieira†,

Julia Morgana Vieira Dada‡,

Flavia Regina Oliveira de Barros§

RESUMO

O sistema silvipastoril (SP) é um sistema de produção extensivo caracterizado pela presença de árvores e sombra, que reduz a incidência de radiação direta nos animais. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência do SP no conforto térmico de ovelhas gestantes durante o verão. Foram utilizadas 24 ovelhas múltiparas adultas (Santa Inês x Dorper) foram aleatoriamente alocadas em seis piquetes por tratamento (duas ovelhas por piquete). A caracterização microclimática foi realizada a partir de *data loggers*, que registraram a temperatura ambiente de bulbo seco (TAR, °C) e umidade relativa do ar (UR, %). A resposta termofisiológica foi avaliada a partir da frequência respiratória (FR, mov min⁻¹), frequência cardíaca (FC, bat min⁻¹), temperatura retal (TR, °C) e temperatura superficial média (TSM, °C). Como esperado, os valores de TAR no PS foram significativamente maiores do que no SP, enquanto a UR foi consideravelmente menor. Em relação à resposta fisiológica, os valores de FC, FR e TSM também foram maiores no PS, entretanto, não foi observada diferença entre os grupos quanto à TR. Por fim, determinou-se que a presença de árvores reduziu a hipertermia das ovelhas, apoiando a hipótese do SP como um sistema de cultivo que promove conforto térmico para ovinos.

Palavras-chave: estresse térmico, termofisiologia, biometeorologia, sistemas de produção

ABSTRACT

The silvopastoral system (SP) is an extensive production system characterized by the presence of trees and shade, which reduces the incidence of direct radiation on animals. Thus, the aim of this study was to evaluate the influence of SP on the thermal comfort of pregnant ewes during the summer. 24 adult multiparous ewes (Santa Inês x Dorper) were randomly allocated to six paddocks per treatment (two ewes per paddock). The microclimatic characterization was performed using data loggers, which recorded the dry bulb ambient temperature (TAR, °C) and relative air humidity (RH, %). The thermophysiological response was evaluated from the respiratory rate (RR, mov min⁻¹), heart rate (HR, bat min⁻¹), rectal temperature (RT, °C) and mean surface temperature (MST, °C). As expected, TAR values in PS were significantly higher than in SP, while UR was considerably lower. Regarding the physiological response, the HR, FR and TSM values were also higher in the PS, however, no difference was observed between the groups regarding the RT. Finally, it was determined that the presence of trees reduced hyperthermia in sheep, supporting the hypothesis of SP as a farming system that promotes thermal comfort for sheep.

Keywords: heat stress, thermophysiology, biometeorology, production systems

* Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil; matsan.2017@alunos.utfpr.edu.br

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos; fredericovieira@utfpr.edu.br

‡ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil; juliadada@hotmail.com

§ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil; flaviabarros@utfpr.edu.br



1 INTRODUÇÃO

O conforto térmico é caracterizado pelo bem-estar do animal quando submetido a condições adequadas de temperatura e umidade relativa do ar, vento e radiação. Quando sob estresse, os animais tendem a sofrer alterações em diversas vias metabólicas, provocando mudança nos tipos de neurotransmissores, aumento na produção de hormônios, na temperatura interna e nos ritmos cardíaco e respiratório (MARAI et al., 2007, p.6). Asovelhas, por serem lanadas, sofrem mais com os efeitos do estresse térmico. Devido às propriedades físico-químicas da lã, junto às altas temperaturas, as ovelhas apresentam uma menor taxa de perda de calor sensível por convecção (superfície do corpo - ambiente), o que dificulta a dissipação do calor e a evaporação da água (WOJTAS; CWYNAR; KOŁACZ, 2014, p.4).

A exposição ao estresse está intimamente ligada ao sistema de produção em que o animal se encontra. Neste contexto, se destaca o sistema silvipastoril (SP), um sistema de produção extensivo que se encontra em expansão em regiões áridas ou de baixa umidade (JOSE; DOLLINGER, 2019, p.1). O SP, caracterizado pela combinação de árvores, pasto e animais em um mesmo espaço, vem com o objetivo de melhorar o bem-estar dos animais através do sombreamento fornecido pelas árvores (FEY; MALAVASI; MALAVASI, 2015, p.2). O microclima gerado térmico influencia positivamente o tempo de pastagem de ovinos (ALVARADO-CANCHÉ et al., 2017, p.7), reduz a temperatura e, ainda, aumenta a umidade do ar (KARVATTE et al., 2016, p.6).

Entretanto, há escassez de informação na literatura quanto aos benefícios do SP na regulação dos sistemas fisiológicos de ovelhas em período de gestação comparados à exposição em pleno sol (PS). Assim, foi hipotetizado que a presença das árvores estabilize as temperaturas interna e externa, o ofego e os batimentos cardíacos de ovelhas expostas diretamente à radiação solar. Desta maneira, objetivou-se, por meio deste trabalho, avaliar os efeitos do SP na regulação das variáveis termofisiológicas de ovelhas gestantes expostas ao estresse térmico.

2 MÉTODO

Este projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Dois Vizinhos, sob protocolo nº 2020-18.

O experimento foi realizado entre janeiro e março de 2021, na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão de Ovinocaprinocultura, situada na Fazenda Experimental da UTFPR - Câmpus Dois Vizinhos. Os sistemas silvopastoril (SP) e pleno sol (PS), possuem área equivalente a 2160 m². O pasto de ambos os sistemas era composto por grama aruana (*Panicum maximum* Jacq. cv. Aruana), e as árvores do SP eram *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. As árvores foram distribuídas em um sistema de fileiras duplas: 2 x 1,5 x 36,5 m de espaçamento (2 m entre as árvores, 1,5 m entre as colunas e 36,5 m de comprimento).

Foram utilizadas 24 ovelhas multíparas adultas (todas da segunda geração), raça ½ Dorper/Santa Inês com peso médio inicial de 48,71 ± 11,47 kg, em período médio de 124,90 ± 43,71 dias de prenhez. Os animais foram mantidos em piquetes experimentais de aproximadamente 400 m² e submetidos a dois sistemas de criação: SP e PS, possuindo 12 animais cada tratamento. Os sistemas de produção eram compostos por seis piquetes cada, sendo dois animais por piquete. Os animais foram alimentados com concentrado equivalente a 1% de seus pesos (55% de farelo de milho, 15% de farelo de trigo e 30% de farelo de soja), 2,0 kg de silagem por animal, sal mineral e água *ad libidum*.

Para comparar o microclima dos dois sistemas de produção, foi avaliada a temperatura ambiente de bulbo seco (TAR, °C) e umidade relativa do ar. (UR, %). Ambas variáveis, TAR e UR, foram medidas e registradas com o auxílio do equipamento *data logger* (HOBO U12-013, Onset, EUA), com uma faixa de medição de



temperatura entre -20 e 70 °C (precisão de $\pm 0,35$ °C), uma faixa de medição de umidade relativa entre 5 e 95%, ($\pm 2,5\%$ de precisão), colocado 1,5 m acima do solo (não exposto à radiação solar). Os dados de TAR e UR foram coletados a cada 10 minutos, no intervalo das 7:00 às 19:00, por três dias a cada duas semanas.

Foram avaliadas as seguintes variáveis termorregulatórias: frequência respiratória (FR, mov. min^{-1}), frequência cardíaca (FC, bat. min^{-1}), temperatura retal (TR, °C) e temperatura superficial média (TSM, °C). A FR foi determinada monitorando os movimentos do flanco durante 30 segundos, com o auxílio de um estetoscópio flexível. O valor foi multiplicado por dois para que fosse possível obter o número total de movimentos por minuto. A FC foi determinada posicionando o mesmo estetoscópio flexível na região torácica esquerda sobre o arco aórtico e contando os batimentos cardíacos por 30 segundos. O resultado foi multiplicado por dois para que fosse possível obter o número de movimentos por minuto. A TR foi medida através da inserção de um termômetro clínico digital de ponta flexível (TH400, Instrutemp, Brasil), com faixa de medição de 32,0 a 42,9 °C, erro máximo de indicação de $\pm 0,2$ °C, no reto do animal por 40 segundos. A TSM foi medida por um termômetro infravermelho de mira a laser (TG165, Flir, EUA), em cinco pontos diferentes do animal: cabeça, pescoço, dorso, flanco e coxa, seguindo o procedimento descrito por Macías-Cruz et al. (2016, p. 3). As leituras dessas variáveis foram feitas entre às 12:00 e às 14:00, uma vez a cada duas semanas.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 12 animais como repetições (seis piquetes como unidades experimentais e dois animais por piquetes como unidade observacional). Inicialmente foi realizado uma análise exploratória dos dados, por meio de box-plot e estimativa das estatísticas descritivas (média, erro-padrão, valor mínimo e máximo). Para a análise confirmatória, foram utilizados modelos mistos, com hora do dia e tratamento como efeitos fixos e data e piquete como efeitos aleatórios. Os modelos foram testados utilizando o software estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2019) e o pacote lme4 (BATES et al., 2015, p.2). Os dados foram ajustados pelos mínimos quadrados ordinários para examinar a precisão da transformação das variáveis respostas, em função de possíveis desvios dos pressupostos de um modelo linear. Em caso de necessidade de transformações, foi utilizado o método de máxima verossimilhança. Com o modelo ajustado, os dados foram analisados por meio da análise de variância, e o teste F do tipo III foi utilizado para os efeitos fixos do modelo. Quando significativos, foi utilizado o teste de Tukey para comparação múltipla de médias, com o nível de significância declarado quando o p-valor foi maior que 0,05.

3 RESULTADOS

A temperatura média do SP ($26,0 \pm 0,38$ °C) foi significativamente menor que a temperatura do PS ($26,9 \pm 0,41$ °C) durante os três meses de experimentação ($P=0,0288$). Entretanto, não foi observada diferença quanto à umidade relativa dentre ambos sistemas de produção ($P=0,4011$).

Baseado na movimentação dos flancos, a FR das ovelhas expostas ao sol foi significativamente maior que as ovelhas que permaneceram na sombra ($P<0,001$), uma vez que a exposição direta ao sol aumentou em 38,5% a quantidade de movimentos por minuto (Tab. 1; Fig. 1).

Tabela 1 – Comparação de médias, máximos e mínimos das variáveis fisiológicas para cada tratamento. Médias com letras diferentes (maiúsculas para colunas), dentro de cada tratamento, diferem entre si (teste F; $P<0,05$).

		(continua)		
	Tratamento	Média \pm Erro Padrão da Média	Mínimo	Máximo
FR (resp min^{-1})	PS	104,47 \pm 5,87 A	24	198
	SP	75,39 \pm 3,47 B	36	156
FC (bat min^{-1})	PS	116,54 \pm 2,45 A	64	178
	SP	100,01 \pm 2,35 B	48	166

Tabela 1 – Comparação de médias, máximos e mínimos das variáveis fisiológicas para cada tratamento. Médias com letras diferentes (maiúsculas para colunas), dentro de cada tratamento, diferem entre si (teste F; P<0,05).

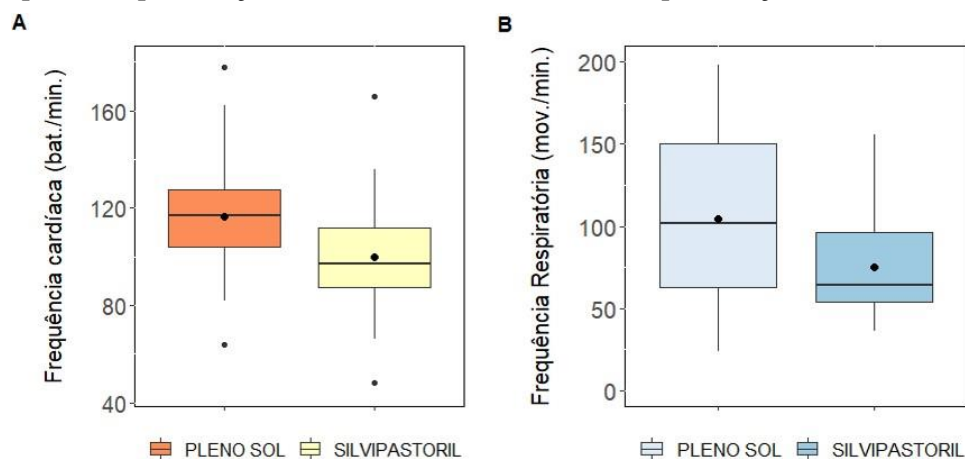
			(conclusão)	
	Tratamento	Média ± Erro Padrão da Média	Mínimo	Máximo
TSM (°C)	PS	32,83 ± 0,44 A	26,5	44,4
	SP	30,05 ± 0,34 B	25,3	38,5
TR (°C)	PS	39,35 ± 0,05 A	38,4	40
	SP	39,32 ± 0,05 A	38,4	40,4

Fonte: Autoria própria (2021)

Conforme esperado, a FC das ovelhas no sistema sombreado foi significativamente menor do que a FC das ovelhas no pasto aberto (P<0,001), já que o coração precisa aumentar o fluxo de sangue para dissipar o calor da exposição ao sol (Fig. 1).

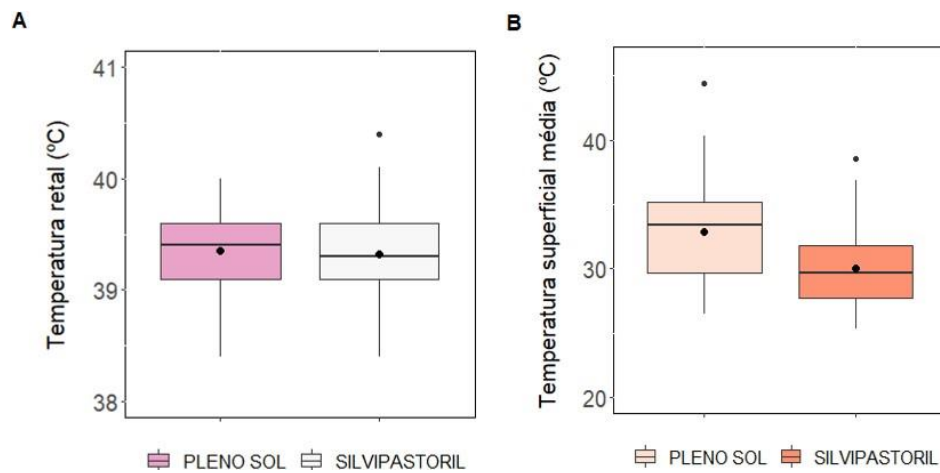
A exposição direta do animal ao sol aumentou significativamente sua temperatura corporal média em 2,8 °C quando comparado aos animais do SP (P<0,001). Entretanto, ao contrário dos relatos na literatura, a temperatura retal não foi afetada pela presença das sombras (P=0,6742; Fig. 2). Ainda para a TR, ambos os sistemas apresentaram distribuição normal similar entre si. Por fim, foi detectado correlação significativa entre a FR e a FC com a TSM (P<0,001), mas não da TR com as demais variáveis fisiológicas.

Figura 1 – Frequência cardíaca (A) e respiratória (B) das ovelhas em diferentes sistemas de produção, sendo o ponto a representação da média e a linha horizontal a representação da mediana.



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 2 – Temperatura retal (A) e superficial média (B) das ovelhas em diferentes sistemas de produção, sendo o ponto a representação da média e a linha horizontal a representação da mediana



Fonte: Autoria própria (2021).

As ovelhas possuem diversos mecanismos de resposta ao estresse térmico. O aumento da frequência cardíaca estimula a vasodilatação, mecanismo responsável por aumentar o fluxo de sangue nos órgãos internos e na superfície do animal, permitindo que o mesmo troque calor por condução, convecção, suor e ofego (KLINE; HASSER; HEESCH, 2015, p.355). O ofego, intrinsecamente, é responsável por aproximadamente 65% da perda de calor das ovelhas (ARMENGOL et al., 2017, p.5) através da evaporação da água (ROBERTSHAW, 2006, p.2). A partir dos dados de frequência respiratória obtidos, pode-se afirmar que as ovelhas do SP apresentaram estresse moderado (61-80 bat min⁻¹), enquanto as do PS se encontravam em condições de alto estresse (81-120 bat min⁻¹) (REECE, 2015a, p.235). A análise dos dados referentes à frequência cardíaca evidencia o estresse dos animais, uma vez que o número de batimentos por minuto era maior que 80 (KLINE; HASSER; HEESCH, 2015, p.359).

De acordo com a literatura, a temperatura superficial média possui forte correlação com a variação da temperatura ambiente. Assim, a presença de sombras fornecidas pelas árvores do SP, diminuiu a incidência direta de radiação solar na superfície do animal, justificando a diferença desta variável dentre ambos tratamentos (VAN WETTERE et al., 2021, p.8). O aumento da temperatura superficial, por sua vez, possui correlação direta com o aumento da temperatura interna do animal, sendo esta última aferida pela temperatura retal (FONSÊCA et al., 2019, p.6). Assim, era esperado que houvesse variação significativa da TR entre os dois tratamentos. Entretanto, além desta variação não ter sido observada, a temperatura interna das ovelhas estava dentro dos parâmetros fisiológicos considerados normais (38,3-39,9 °C) (KLINE; HASSER; HEESCH, 2015, p.357). A correlação das frequências cardíaca e respiratória com a temperatura superficial é suportada pela literatura, uma vez que o aumento na taxa de respiração e de batimentos cardíacos está diretamente relacionado com a taxa de dissipação de calor por meio de trocas térmicas da superfície do animal com o ar ambiente (REECE, 2015b, p.153). Entretanto, por não haver correlação entre a TR com as demais variáveis, levanta-se a hipótese de que a temperatura retal talvez não seja eficiente na mensuração do estresse do animal.

4 CONCLUSÃO

A presença de árvores em um sistema de produção extensivo resulta em um ambiente mais propício para a dissipação de calor, seja por meio de condução, convecção ou ofego. Por fim, o presente estudo evidenciou a importância do sistema silvipastoril em proporcionar um ambiente termicamente confortável para os ovinos.



AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Fundação Araucária pela concessão da bolsa e aos alunos do curso de Zootecnia Leonardo Piffer de Borba e Jakciane Andrielli de Miranda Foss pela ajuda com o manejo dos animais.

REFERÊNCIAS

- ALVARADO-CANCHÉ, A. del R. et al. Production and feeding behavior of sheep in grazing under silvopastoral systems conformed for *Leucaena leucocephala* and *Cynodon plectostachyus*. **Revista Bio Ciencias**, v. 4, n. 6, p. 1–11, 2017. Disponível em: <<http://revistabiociencias.uan.edu.mxhttp://dx.doi.org/10.15741/revbio.04.06.06>>.
- ARMENGOL, M. F. L. et al. Effect of extreme severe heat stress on respiratory rate in unshorn and shorn Australian Merino rams from Northern Patagonia. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 54, n. 1, p. 36–47, 2017.
- BATES, D. et al. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. **Journal of Statistical Software**, v. 67, n. 1, 2015. Disponível em: <<http://www.jstatsoft.org/v67/i01/>>.
- FEY, R.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. de M. Silvopastoral system: a review regarding the family agriculture. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 02, n. 02, p. 26–41, 2015. Disponível em: <<http://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/265>>.
- FONSÊCA, V. F. C. et al. Bio-thermal responses and heat balance of a hair coat sheep breed raised under an equatorial semi-arid environment. **Journal of Thermal Biology**, v. 84, p. 83–91, ago. 2019. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306456519300336>>.
- JOSE, S.; DOLLINGER, J. Silvopasture: a sustainable livestock production system. **Agroforestry Systems**, v. 93, n. 1, p. 1–9, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10457-019-00366-8>>.
- KARVATTE, N. et al. Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest. **International Journal of Biometeorology**, v. 60, n. 12, p. 1933–1941, 14 dez. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00484-016-1180-5>>.
- KLINE, D. D.; HASSER, E. M.; HEESCH, C. M. Regulation of the Heart. In: REECE, W. O. et al. **Duke's Physiology of Domestic Animals**. 13. ed. Wiley-Blackwell, 2015. p. 760.
- MACÍAS-CRUZ, U. et al. Effects of seasonal ambient heat stress (spring vs. summer) on physiological and metabolic variables in hair sheep located in an arid region. **International Journal of Biometeorology**, v. 60, n. 8, p. 1279–1286, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00484-015-1123-6>>.
- MARAI, I. F. M. et al. Physiological traits as affected by heat stress in sheep—A review. **Small Ruminant Research**, v. 71, n. 1–3, p. 1–12, ago. 2007. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921448806002823>>.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2019. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.
- REECE, W. O. Respiration in Mammals. In: REECE, W. O. **Dukes' Physiology of Domestic Animals**. 13. ed. New Jersey: Wiley-Blackwell, 2015a. p. 763.
- REECE, W. O. **Dukes' Physiology of Domestic Animals**. 13. ed. New Jersey: Wiley-Blackwell, 2015b.
- ROBERTSHAW, D. Mechanisms for the control of respiratory evaporative heat loss in panting animals. **Journal of Applied Physiology**, v. 101, n. 2, p. 664–668, ago. 2006. Disponível em: <<https://www.physiology.org/doi/10.1152/japplphysiol.01380.2005>>.
- VAN WETTERE, W. H. E. J. et al. Review of the impact of heat stress on reproductive performance of sheep. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 12, n. 1, p. 26, 15 dez. 2021. Disponível em: <<https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40104-020-00537-z>>.
- WOJTAS, K.; CWYNAR, P.; KOŁACZ, R. Effect of thermal stress on physiological and blood parameters in merino sheep. **Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy**, v. 58, n. 2, p. 283–288, 2014.