



Análise termográfica aplicada na produção de calor corporal de vacas F1 HxZ manejadas em diferentes microclimas

[*Thermographic analysis applied to body heat production of F1 HxZ cows managed in different microclimates*]

T.A. Diniz¹, C.C. S. Carvalho^{1*}, J.R.M. Ruas¹, H.P. Santos²,
F.P. Monção¹, E.A. Silva³, M.D. Costa¹, V.R. Rocha Júnior¹

¹Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, MG

²Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Itapetinga, BA

³Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – Uberaba, MG

T.A. Diniz
<https://orcid.org/0000-0003-1457-0322>
C.C. S. Carvalho
<https://orcid.org/0000-0002-3876-209X>
J.R.M. Ruas
<https://orcid.org/0000-0002-8824-2332>
H.P. Santos
<https://orcid.org/0000-0002-6516-5661>
F.P. Monção
<https://orcid.org/0000-0002-9821-0107>
E.A. Silva
<http://orcid.org/0000-0002-9350-3824>
M.D. Costa
<https://orcid.org/0000-0001-6773-5982>
V.R. Rocha Júnior
<https://orcid.org/0000-0002-0721-1981>

RESUMO

Avaliou-se a produção de calor corporal de vacas F1 HxZ manejadas em diferentes microclimas. Foram avaliadas 48 vacas, divididas em três grupos, manejadas em pastos e microclimas diferentes. Cada grupo foi subdividido em três grupos de suplementação fornecida durante a ordenha. Os registros termográficos dos flancos direito e esquerdo ocorreram com os animais a pasto. As temperaturas do olho e retal foram mensuradas após a ordenha. O ITGU caracterizou sinal de perigo para o microclima 1 no período da tarde (81,7) e para o microclima 2 nos turnos da manhã e da tarde (81,6 e 83,8, respectivamente). No microclima 2, houve diferença da temperatura do flanco direito para animais do grupo 2 em relação aos animais do grupo 3. A temperatura do flanco esquerdo foi superior para os animais do grupo 1. O microclima 1 foi caracterizado de conforto térmico, e o 2 de desconforto nos períodos da manhã e da tarde. A suplementação não influenciou na produção de calor dos animais. As médias da temperatura retal e do olho não diferiram entre os grupos, e a correlação apresentou valores baixos e moderados para os microclimas 1 e 2, respectivamente. A oferta de diferentes fontes de suplementação não interfere na produção de calor corporal de vacas F1 HxZ, mesmo quando fornecido em ambiente climático em que o ITGU é próximo a 84.

Palavras-chave: alimentação, ambiência, bovinos leiteiros mestiços, termografia infravermelha, termorregulação

ABSTRACT

Body heat production of F1 HxZ cows managed in different microclimates was evaluated. We evaluated 48 cows, divided into two groups, managed in different pastures and microclimates. Each group was subdivided into three groups of supplementation provided during milking. The thermographic records of the right and left flanks occurred with the animals on the grass. Eye and rectal temperatures were measured after milking. The BGT had a danger signal for microclimate 1 in the afternoon (81.7) and microclimate 2 in the morning and afternoon shifts (81.6 and 83.8, respectively). In microclimate 2, there was difference in the temperature of the right flank for animals in group 2 in relation to the animals in group 3. The temperature of the left flank was higher for the animals in the group 1. Microclimate 1 was characterized by thermal comfort and 2 was discomfort in the morning and afternoon. Supplementation did not influence the heat production of the animals. Rectal and eye mean averages did not differ between groups and the correlation presented low and moderate values for microclimate 1 and 2, respectively. The supply of different sources of supplementation does not interfere with the production and body heat of F1 HxZ cows even when supplied in a climatic environment in which the BGT is close to 84.

Keywords: feeding, ambience, crossbred dairy cattle, infrared thermography, thermoregulation

Recebido em 18 de outubro de 2018

Aceito em 27 de junho de 2019

*Autor para correspondência (*corresponding author*)

E-mail: cinara.carvalho@unimontes.br

INTRODUÇÃO

Em países de clima tropical como o Brasil, a temperatura do ar e a umidade relativa têm efeito significativo na fisiologia dos animais, principalmente os criados a pasto, devido à exposição à radiação solar direta e às intempéries do ambiente que influenciam nos parâmetros fisiológicos, especialmente na temperatura corporal (Castro *et al.*, 2018).

Novas tecnologias vêm sendo utilizadas para avaliar o conforto e o bem-estar dos animais. A termografia de infravermelho é um método de detecção remota, não invasivo, utilizado para mensurar a transferência de calor e de fluxo sanguíneo, por meio da detecção de pequenas mudanças na temperatura corporal (Roberto *et al.*, 2014). Para avaliar a termorregulação dos animais, medidas de temperatura corporal e retal são primordiais para compreender a termorregulação dos animais. Com isso, o uso de técnicas não invasivas é essencial para a obtenção de dados precisos sem proporcionar estresse aos animais (Hoffmann *et al.*, 2013).

Os fatores ambientais, nutricionais e de manejo estão intrinsecamente ligados ao processo produtivo e devem ser levados em consideração quando se busca a maior eficiência na exploração pecuária. Em relação aos fatores nutricionais, a utilização de diferentes estratégias de suplementação alimentar a pasto supre o déficit nutricional da forrageira durante a época da seca e melhora o desempenho dos animais em pastejo. Entretanto, pode acarretar dificuldades na termorregulação devido ao aumento do calor metabólico (Roberto e Souza, 2011).

As vacas F1 HxZ são conhecidas pela resistência a doenças e melhor desempenho em ambientes de criação com altas temperatura do ar. Sabe-se ainda que, quando são bem selecionadas e manejadas, apresentam produção acima de 3.000kg/lactação, sendo 43% a mais do que a média da produção leiteira nacional, que é de 1.709kg/lactação (IBGE, 2017; Costa *et al.*, 2010; Ruas *et al.*, 2010). Contudo, as pesquisas científicas são voltadas, em sua maioria, para conhecimento do comportamento ingestivo, fisiológico e produtivo das vacas puras. E, devido ao clima tropical registrado em boa parte do território brasileiro, fator que inviabiliza a criação de vacas puras, faz-se necessário

aprofundar o conhecimento das características funcionais das vacas F1 HxZ no sentido de auxiliar no aumento da produção de leite. Diante do exposto, objetivou-se avaliar a produção de calor corporal de vacas F1 HxZ, manejadas em pasto suplementado e em diferentes microclimas.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação e Bem-Estar Animal da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes) – Processo n°145/2017.

O experimento foi conduzido na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), localizada em Felixlândia, MG (18°43'S e 44° 52'O), onde o clima é classificado, segundo Köppen, como tropical de savana, com duas estações bem distintas: inverno seco e verão chuvoso. A precipitação média anual é de 1.126mm; a temperatura média máxima anual é de 29,7°C e a mínima, de 16,6°C. O trabalho foi conduzido em duas fases: a primeira teve início durante os meses de agosto e setembro, na estação de inverno, compreendendo o microclima 1, e a segunda fase iniciou-se durante o mês de setembro, na fase de transição entre as estações do inverno-primavera (microclima 2).

Para as análises de termografia, foram avaliadas 48 vacas F1 Holandês x Zebu, em lactação. As características reprodutivas e produtivas das vacas avaliadas nas fases experimentais estão descritas na Tab. 1.

Tabela 1. Características reprodutivas e produtivas das vacas F1 HxZ, diante do tipo de pasto a que foram submetidas

Caracterização	Microclima 1	Microclima 2
Idade média	7 anos e 4 meses	7 anos e 7 meses
Idade ao 1º parto	2 anos e 11 meses	3 anos
Período médio de lactação	297 dias	267 dias
Peso corporal	559kg	548kg
Produção (lactação)	3001kg	2835kg

Foi adotado o delineamento inteiramente ao acaso, em que cada fase experimental foi

analisada separadamente. Cada experimento teve três tratamentos de suplementação com oito animais cada (grupos 1, 2 e 3) e sete horários de avaliação (10h, 13h, 14h, 17h, 22h, uma hora e quatro horas), em que os animais foram considerados as repetições.

No microclima 1, as vacas foram manejadas em oito hectares de pastagem irrigada de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha*), com método de pastejo rotacionado. A distribuição dos animais foi feita de forma aleatória, em três grupos de suplementação: grupo 1 – concentrado com 9,5% de proteína bruta (PB); grupo 2 – concentrado com 16% de PB; e grupo 3 – concentrado com 23% de PB. O fornecimento da suplementação durante a ordenha foi de 1kg de concentrado para cada 3kg de leite produzido acima de 5kg de leite inicial.

No microclima 2, as vacas foram mantidas em 15 hectares de pastagem diferida de capim-braquiária (*Urochloa decumbens*), com método de pastejo contínuo, divididas em dois piquetes de 5 (grupo 1) e 10ha (grupos 2 e 3), respectivamente. A distribuição dos animais ocorreu de forma aleatória, em três grupos de suplementação: grupo 1 – concentrado com 24,8% de proteína bruta (PB) mais suplemento mineral; grupo 2 – concentrado com 17,6% de PB mais suplemento proteinado com 45,8% de PB; e grupo 3 – concentrado com 24,8% de PB mais suplemento proteinado com 45,8% de PB.

O fornecimento da suplementação durante a ordenha para os grupos 1 e 3 foi de 1kg de concentrado para cada 3kg de leite produzido acima de 5kg de leite inicial. Para o grupo 2, foi fornecido 1kg de concentrado para cada 3kg de leite produzido acima de 0kg inicial. O consumo individual do suplemento proteinado foi estimado por meio da diferença entre o oferecido e as sobras diárias e apresentou média 669g. dia⁻¹. Os suplementos mineral, proteinado e a água foram disponibilizados, diariamente, à vontade, em cochos no pasto.

Os dados das variáveis climáticas foram monitorados por meio da mensuração da temperatura do ar, umidade relativa, temperatura do ponto de orvalho e temperatura de globo negro, com o uso de dois *data loggers* RHT 10 de leitura contínua e programados para realizar a coleta a cada 30 minutos. De posse desses dados,

calculou-se o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) proposto por Buffington *et al.* (1981).

Para avaliação do ambiente climático ao longo do dia, os horários de coletas foram agrupados em quatro turnos, sendo turno da manhã compreendido entre sete e 12 horas; tarde: entre 12 e 18 horas; noite: entre 18 e zero hora; e madrugada: entre zero e seis horas.

A temperatura de superfície corporal foi mensurada em duas regiões anatômicas dos animais: flanco direito e flanco esquerdo, durante o início, meio e fim de cada fase experimental em todos os animais avaliados. As medições foram feitas com o uso de uma câmera de infravermelho. Os dados foram coletados no pasto em sete horários de avaliação: uma hora, quatro horas, 10h, 13h, 16h, 17h, 22h, e, após as ordenhas, os animais foram encaminhados até o brete para o registro fotográfico do olho direito. A mensuração da temperatura retal ocorreu com o auxílio de um termômetro clínico digital, inserido diretamente no reto até o instante em que o sensor emitia um sinal sonoro, às oito e às 14 horas.

O avaliador permaneceu a uma distância de dois metros dos animais para realizar os registros fotográficos (imagens termográficas), que foram obtidos com o uso de câmera termográfica de infravermelho, da marca Flir® e modelo C2, com coeficiente de emissividade de 0,98. Posteriormente, as imagens foram analisadas no *software* Flir Quick Report® e com os valores obtidos de cada ponto selecionado.

Para análise estatística, os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste F a 5% de probabilidade, utilizando-se o pacote estatístico SAS (2008) e, quando detectadas diferenças, as médias foram comparadas pelo teste Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade. As avaliações foram utilizadas como medidas repetidas no tempo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No microclima 1, os maiores valores da temperatura do ar ($P < 0,05$) foram verificados no turno da tarde (30,5°C), seguidos do turno da manhã (25°C), da noite (19,7°C) e da madrugada (14,0°C) (Tab. 2). No microclima 2, foi

registrado o mesmo comportamento, porém com valores superiores no turno da tarde (33,6°C), seguidos do turno da manhã (31,8°C), da noite (20,3°C) e da madrugada (15,0°C). Valores semelhantes do microclima 2 foram encontrados por Pereira *et al.* (2018) durante o verão, quando,

no turno da manhã, a temperatura média do ar foi de 33,8°C e, à tarde, de 33,5°C. Pode-se verificar que, em ambos os microclimas, a temperatura do ar não ultrapassou a zona de conforto sugerida por Silva (2000), entre 7 e 35°C, para bovinos mestiços.

Tabela 2. Valores médios das variáveis e índice climático ao longo do dia, em função dos turnos, para as duas fases experimentais

Turno	Microclima 1			Microclima 2		
	Tar (°C)	UR (%)	ITGU	Tar (°C)	UR (%)	ITGU
Manhã	25,0 c	57,0 b	75,5 b	31,8 b	33,2 c	81,6 b
Tarde	30,5 a	34,5 d	81,7 a	33,6 a	24,4 d	83,8 a
Noite	19,7 b	48,4 c	63,1 c	20,3 c	54,0 b	65,8 c
Madrugada	14,0 d	70,0 a	57,5 d	15,0 d	75,6 a	60,0 d

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade.

A umidade relativa do ar apresentou valores inferiores a 40% ($P<0,05$) no microclima 1 somente no turno da tarde (34,5%). Geralmente durante o inverno, são registrados baixos valores médios de UR ao longo do dia, porém, nessa fase experimental, o pasto era irrigado no período da manhã, fato esse que acabou por elevar a UR e tornar o microclima 1 dentro de valores ideais. Condição oposta foi registrada no microclima 2, em que a umidade relativa do ar apresentou valores inferiores a 40% ($P<0,05$), durante a manhã (33,2%) e à tarde (24,4%). Nessa fase experimental, o pasto era diferido e, por isso, não havia irrigação, o que resultou em redução da UR. À medida que a temperatura do ar reduzia no período da noite e da madrugada, a umidade do ar se elevava, ficando dentro da faixa de 40 a 70%, valores esses recomendados para a maioria das espécies domésticas (Ferreira, 2011).

Na análise do índice de conforto, adota-se a recomendação de Buffington *et al.* (1981), que citam que, em ambientes de conforto, o ITGU é de até 74; de 74 a 78, é sinal de alerta; de 79 a 84, sinal de perigo; e, acima de 84, é considerado sinal de emergência para bovinos. No microclima 1, os valores médios ($P<0,05$) de ITGU foram caracterizados como de perigo no turno da tarde (81,7). Entretanto, ao longo do dia, em virtude do decréscimo da temperatura, o ambiente de criação esteve próximo das condições de conforto nos demais turnos. Santos *et al.* (2018), ao avaliarem o ambiente climático sobre as respostas fisiológicas de vacas F1, registraram valores médios de ITGU, ao longo do dia, de 79,3, caracterizando situação de

perigo, valor próximo encontrado no microclima 1. No microclima 2, nos turnos da manhã e da tarde, os valores ($P<0,05$) de ITGU (81,6 e 83,8, respectivamente) caracterizaram o ambiente em sinal de perigo, devido à elevação da temperatura do ar juntamente com a umidade relativa baixa nesses turnos.

Nos períodos de transição entre as estações climáticas, registram-se maiores amplitudes térmicas, ou seja, elevação da temperatura do ar durante o dia e redução no período noturno. A partir do final do mês de setembro, quando finaliza o inverno, a pressão de vapor d'água no ar se eleva, o que acarreta o aumento natural e gradativo da umidade relativa do ar (Baêta e Souza, 2010). Embora os valores de ITGU nessa época apresentem maiores valores, principalmente no turno da tarde (83,8), o fato de a umidade relativa do ar estar em processo de elevação torna o ambiente mais salutar para a criação de animais, uma vez que as espécies necessitam de umidade no ambiente para facilitar os processos de termorregulação.

Diniz *et al.* (2017), ao avaliarem a adaptabilidade de vacas F1 no semiárido mineiro no final da primavera, caracterizaram o ambiente climático como de emergência à tarde, em virtude do ITGU de 87,6 e Tar de 37,8°C, valores superiores aos encontrados no presente trabalho.

Os valores propostos por Buffington *et al.* (1981) foram recomendados com base em estudos desenvolvidos com vacas Holandês. Diante disso, estudos atuais comprovam que animais

Análise termográfica...

mestiços suportam ambientes sob condições de ITGU em situação de perigo e emergência, sem interferir de forma prejudicial nos parâmetros fisiológicos e produtivos desses animais (Diniz *et al.*, 2017; Castro *et al.*, 2018; Pereira *et al.*, 2018).

Em relação à temperatura de superfície corporal dos animais do microclima 1, não houve interação ($P>0,05$) para os grupos e horários de avaliação sobre a temperatura dos flancos direito

e esquerdo (Tab. 3). No entanto, houve efeito isolado para os horários de avaliação ($P<0,05$), tendo as médias se ajustado ao modelo quadrático de regressão com a máxima temperatura verificada, no flanco direito, no horário de 11h45 e, no flanco esquerdo, às 12h10. Para a análise dos grupos de animais, a temperatura de superfície corporal não diferiu e apresentou valores médios, para o flanco direito, de 31,4°C e, para o flanco esquerdo, de 31,6°C.

Tabela 3. Temperatura de superfície corporal dos flancos direito e esquerdo de vacas F1 Holandês x Zebu no microclima 1

Item	Horários								Médias	CV	EPM	P-valor
	10h	13h	16h	19h	22h	1h	4h					
Flanco do lado direito												
G 1	37,2	38,3	36,7	28,4	26,9	27,0	26,8	31,6 aA	7,02	0,294	0,166	
G 2	35,8	37,8	35,7	25,8	28,0	27,3	26,9	31,0 aA				
G 3	35,9	37,8	36,2	29,8	27,9	26,4	27,1	31,6 aA				
Médias	$\hat{Y}=22,75+2,27*X-0,095*X^2$, $R^2=0,7804$											
Flanco do lado esquerdo												
G 1	36,4	39,3	36,3	28,6	26,7	24,7	26,8	31,3 aA	7,29	0,307	0,210	
G 2	35,0	39,3	36,9	27,5	28,4	27,6	26,8	31,6 aA				
G 3	36,6	38,3	36,4	29,9	28,1	26,8	26,5	31,8 aA				
Médias	$\hat{Y}=22,00+2,42*X-0,100*X^2$, $R^2=0,7978$											

Médias seguidas pela mesma letra minúscula e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade. G1=grupo 1: concentrado (9,5% de PB) 1:3 acima de 5kg de leite inicial; G2=grupo 2: concentrado (16% de PB) 1:3 acima de 5kg de leite inicial; G3=grupo 3 (controle): concentrado (23% de PB) 1:3 acima de 5kg de leite inicial. CV: coeficiente de variação, EMP: erro-padrão da média, P-probabilidade da interação grupo x horários.

Sabe-se que a temperatura do flanco direito sofre influência das condições climáticas do meio a que os animais estão expostos (Laue e Petersen, 1991). A temperatura corporal não apresentou diferença entre os grupos, o que pode ser justificado pelo fato de as condições ambientais estarem dentro do recomendável apenas para cruzamentos ao longo do dia, exceto no turno da tarde, quando foi registrada elevação no ITGU. Porém, esse fato não interferiu na temperatura corporal desses animais, confirmando a rusticidade e a adaptabilidade de animais F1 diante dos valores elevados de ITGU.

Para o flanco esquerdo, a temperatura de superfície corporal sofre influência das atividades ruminais (Montanholi *et al.*, 2008),

mas observa-se que a suplementação não influenciou no aumento da produção de calor da fermentação ruminal nos animais submetidos ao microclima 1.

Para a análise da relação entre a temperatura de superfície corporal dos flancos direito e esquerdo, não houve diferença ($P>0,05$) quando comparados entre si. Esse fato reforça que a suplementação ofertada não elevou a temperatura corporal em virtude da atividade ruminal.

Em relação aos animais do microclima 2, não houve interação ($P>0,05$) entre os grupos e os horários de avaliação sobre a temperatura do flanco direito (Tab. 4).

Tabela 4. Temperatura de superfície corporal dos flancos direito e esquerdo de vacas F1 Holandês x Zebu no microclima 2

Item	Horários								CV	EPM	P-valor
	10h	13h	16h	19h	22h	1h	4h	Médias			
Flanco do lado direito											
G 1	37,3	39,7	37,6	30,3	29,5	28,0	27,0	32,8abA	3,67	0,160	0,072
G 2	38,1	40,4	35,8	30,7	30,4	28,4	27,6	33,1aA			
G 3	36,8	39,6	35,3	30,2	29,8	28,1	27,5	32,5 bA			
Médias	$\hat{Y}=23,87+2,19*X-0,089*X^2$, $R^2=0,7560$										
Flanco do lado esquerdo											
G 1 a	37,2a	39,1a	37,8a	30,5a	29,2a	27,9a	27,1a	32,7 A	3,88	0,447	0,020
G 2 b	37,8a	38,8a	35,9b	29,9a	30,3a	28,8a	27,7a	32,7 A			
G 3 c	36,3a	38,0a	36,1b	30,3a	30,4a	27,9a	27,5a	32,4 A			
Reg. a	$\hat{Y}=23,27+2,30*X-0,094*X^2$, $R^2=0,7866$										
Reg. b	$\hat{Y}=24,80+1,99*X-0,082*X^2$, $R^2=0,7212$										
Reg. c	$\hat{Y}=24,21+1,92*X-0,076*X^2$, $R^2=0,7704$										

Médias seguidas pela mesma letra minúscula e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade. G1=grupo 1 (controle) – concentrado (24,8%) 1:3 acima de 5kg; G2=grupo 2: com proteinado no pasto – concentrado (17,6%) 1:3 acima de 0kg; G3=grupo 3: com proteinado no pasto – concentrado (24,8%) 1:3 acima de 5kg. CV: coeficiente de variação, EMP: erro-padrão da média, P-probabilidade da interação grupo x horários. Reg.= regressão.

No entanto, houve efeito isolado para os horários de avaliação ($P<0,05$), tendo as médias se ajustado ao modelo quadrático de regressão com máxima de temperatura verificada no horário de 12h16.

Em relação aos grupos, a temperatura corporal verificada no flanco direito apresentou diferenças, sendo a média dos animais do grupo 2 3,27% superior às observadas nos animais do grupo 3 (32,5°C). A temperatura do flanco direito não diferiu entre os animais dos grupos 1 e 2, e obteve uma média de 33,25°C.

Houve interação ($P<0,05$) entre os grupos e os horários de avaliação sobre a temperatura corporal do flanco esquerdo. Entre os horários de avaliação, as médias ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão, tendo a máxima temperatura corporal dos grupos 1, 2 e 3 ocorrido nos horários de 12h23, 12h13, 12h33, respectivamente. Dentro de cada horário de avaliação, não houve diferença entre os grupos para a temperatura de superfície corporal nos horários de 10h, 13h, 19h, 22h, uma hora e quatro horas, apresentando médias de 37,1°C, 38,6°C, 30,2°C, 29,9°C, 28,2°C, 27,4°C, respectivamente.

No horário de 16h, os animais do grupo 1 apresentaram temperatura média de 4,76%,

superior aos animais dos grupos 2 e 3, média de 36°C. Esse fato é justificado em virtude do maior tempo dedicado ao pastejo durante o período da manhã. No período da tarde, após receberem a suplementação durante a ordenha, os animais do grupo 1, ao chegarem no pasto, direcionaram o tempo para a realização da atividade de ruminação, momento esse que havia maior fermentação ruminal e, conseqüentemente, elevação da temperatura corporal do lado esquerdo devido aos produtos gerados durante a fermentação, como os ácidos graxos de cadeia curta, gases, calor e massa microbiana (Van Soest, 1984).

Vale ressaltar que a maior temperatura do ar e a radiação solar foram registradas no turno da tarde, devido ao fato de esses animais terem como características a pele e o pelo preto, o que acarretou maior absorção de calor durante os picos de radiação solar ao longo da tarde. No entanto, os animais conseguiram dissipar calor utilizando os mecanismos fisiológicos de termorregulação para manter a temperatura interna, uma vez que a temperatura retal não diferiu ($P>0,05$) entre os grupos e apresentou a mesma média de 38,4°C, tanto para os animais do microclima 1 como para aqueles do microclima 2 (Tab. 5).

Tabela 5. Médias e correlação de Pearson da temperatura retal e do olho de vacas F1 HxZ em dois microclimas

Item	Microclima 1			Microclima 2		
	TR	TO	TRxTO	TR	TO	TRxTO
Grupo 1	38,5 a	35,2 a		38,5 a	35,0 a	
Grupo 2	38,4a	35,1 a	+0,3584	38,5 a	34,7 a	+0,4442
Grupo 3	38,2 a	34,8 a		38,3 a	34,7 a	
CV	1,71	4,02		0,73	3,45	
EPM	0,094	0,203		0,070	0,299	
P-valor	0,2937	0,5302	P<0,01	0,6389	0,3486	P<0,01

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade. TR: temperatura retal, TO: temperatura do olho, EPM: erro-padrão da média, P-valor: probabilidade da correlação.

O valor médio de TR registrado neste trabalho corrobora com os valores registrados e recomendados por Dukes (1996), Castro *et al.* (2018), Santos *et al.* (2018), entre 38,0 e 39,3°C. A temperatura do olho não obteve diferença (P>0,05) entre os grupos e apresentou média de 34,8°C e 35°C, para os microclimas 1 e 2, respectivamente.

A correlação da temperatura retal e a da temperatura do olho (Tab. 5) foram positivas e significativas, entretanto o valor obtido no experimento 1 (+0,3584) é considerado baixo, e no experimento 2 (+0,4442) é moderada.

Porém, mesmo obtendo esses resultados, a temperatura do olho é considerada um indicativo para a medição da temperatura retal de vacas mestiças. De acordo com Johnson *et al.* (2011), com o auxílio da câmera termográfica, pode-se mensurar a temperatura do olho, que indica a temperatura interna dos animais. Entretanto, variáveis ambientais, como a incidência solar e a velocidade do vento, bem como variáveis técnicas, como a distância da câmera, podem influenciar negativamente nos resultados da mensuração da temperatura do olho (Church *et al.*, 2014).

CONCLUSÕES

Os maiores valores de ITGU registrados no período da tarde e a suplementação ofertada em ambos os microclimas não influenciaram na temperatura corporal dos animais, explicitando, a rusticidade e a resistência dos animais F1 HxZ.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior – Brasil (Capes) – Código de Financiamento 001. À Epamig, pela disponibilidade do local e dos animais; à Fapemig, pelo apoio financeiro (PPM 00558-16); à Finep e MCTI, pelo apoio financeiro ao Projeto nº 1334/13; ao INCT –Ciência Animal; e à Unimontes.

REFERÊNCIAS

- BAËTA, F.C.; SOUZA, C.F. *Ambiência em edificações rurais*. Viçosa: UFV. 2010. 269p.
- CASTRO, A.L.O.; CARVALHO, C.C.S.; RUAS, J.R.M. *et al.* Parâmetros fisiológicos de vacas F1 Holandês x Zebu criadas em ambientes com e sem sombreamento. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.70, p.722-730, 2018.
- BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Trans. ASAE*, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.
- CHURCH, J.S.; HEGADOREN, P.R.; PAETKAU, M.J. *et al.* Influence of environmental factors on infrared eye temperature measurements in cattle. *Res. Vet. Sci.*, v.96, p.220-226, 2014.
- COSTA, M.D.; RUAS, J.R.M.; ROCHA JÚNIOR, V.R. *et al.* Importância do rebanho F1 Holandês x Zebu para a pecuária de leite. Importância do rebanho F1 Holandês x Zebu para a pecuária de leite. *Inf. Agrop.*, v. 31, p. 85-95, 2010.

- DINIZ, T.A.; CARVALHO, C.C.S.; FERREIRA, H.C. *et al.* Vacas F1 Holandês x Zebu no terço final de gestação apresentam adaptação fisiológica quando criadas no ambiente semiárido. *Rev. Ciênc. Agrovét.*, v.16, p.70-75, 2017.
- DUKES, H.H. *Fisiologia dos animais domésticos*. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 856p.
- FERREIRA, R. A. *Maior Produção com Melhor Ambiente: Para Aves, Suínos e Bovinos*. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 2011.
- HOFFMANN, G; SCHMIDT, M; AMMON, C. *et al.* Monitoramento da temperatura do corpo de vacas e bezerros usando gravações de vídeo de uma câmera de termografia infravermelha. *Com. Invest. Vet.*, v.37, p.91-99, 2013.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Pecuária Municipal. 2017. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2016_v44_br.pdf>. Acesso em: 23 de julho de 2018.
- JOHNSON, S.R.; RAO, S.; HUSSEY, S.B. *et al.* Thermographic eye temperature as an index to body temperature in ponies. *J. Equine Vet. Sci.*, v.31, p.63-66, 2011.
- LAUE, H. J.; PETERSEN, U. Relations between temperature changes in the rumen and roughage intake of dairy cows. *Zuechtungskunde*, 1991.
- PEREIRA, K.C.B.; CARVALHO, C.C.S.; RUAS, J.R.M. *et al.* Effect of the climatic environment on ingestive behavior of F1 HxZ cows. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.19, p.100-108, 2018.
- ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B.B. Fatores ambientais, nutricionais e de manejo e índices de conforto térmico na produção de ruminantes no semiárido. *Rev. Verde Agroecol. Desenvol. Sust.*, v.6, p.8-13, 2011.
- ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B.B. Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. *J. Anim. Behav. Biometeorol.*, v.2, p.73-84, 2014.
- RUAS, J.R.M.; MENEZES, A.C.; CARVALHO, B.C. *et al.* Sistema de Produção de Leite com vacas F1 Holandês x Zebu. *Inf. Agrop.*, v. 31, p. 63-71, 2010.
- SAS Institute, 2008. SAS/STAT 9.2 Users Guide. SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.
- SANTOS, L.V.; CARVALHO, C.C.S.; RUAS, J.R.M. *et al.* Impacto do microclima sobre a fisiologia, pelame e produção de leite de vacas lactantes em diferentes estações do ano. *Rev. Ciênc. Agrovét.*, v.17, n.3, 2018.
- SILVA, R.G. *Introdução à bioclimatologia animal*. São Paulo: Nobel, 2000. p.24-39.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, p.476, 1994.