

## Parâmetros fisiológicos de vacas F1 Holandês x Zebu criadas em ambientes com e sem sombreamento

[Physiological parameters of F1 Holstein X Zebu cows raised in environments with and without shading]

A.L.O. Castro, C.C.S. Carvalho\*, J.R.M. Ruas, K.C.B. Pereira, G.C.C. Menezes, M.D. Costa

Universidade Estadual de Montes Claros - Janaúba, MG

### RESUMO

Objetivou-se, com este estudo, caracterizar o efeito do microclima proporcionado por dois ambientes distintos, sobre as respostas fisiológicas de vacas F1 HxZ em fase de lactação, durante o verão. Foram avaliadas 34 vacas oriundas de quatro diferentes grupos genéticos F1 HxZ. Durante o período experimental, foram feitas medições diárias das variáveis ambientais: temperatura do ar, umidade relativa do ar e temperatura de globo negro, para cálculo dos valores de ITGU. Os parâmetros fisiológicos frequência respiratória, batimento cardíaco, temperatura de superfície corporal, temperatura retal e taxa de sudação foram obtidos às 7h e às 14 horas. A pesagem do leite foi feita semanalmente. Os animais F1 avaliados não apresentaram alterações fisiológicas, e não houve redução na produção láctea em função dos ambientes de criação. O ITGU atingiu valores considerados estressantes (87,7), porém os ambientes de criação não proporcionaram estresse nem redução na produção dos animais.

Palavras-chave: ambiência, bem-estar animal, bovino leiteiro, estresse térmico, heterose

### ABSTRACT

The objective of this study was to characterize the effect of microclimate provided by two distinct environments on the physiological responses of F1 HxZ cows lactating during the summer, where 34 cows were evaluated originating from 4 different genetic groups F1 HxZ. During the trial period, daily measurements of environmental variables were determined: dry bulb temperature, relative humidity and black globe temperature, to calculate the BGT values. The physiological parameters respiratory rate, heart rate, body surface temperature, rectal temperature, and sweat rate were obtained at 07:00 and 14:00h. Weighing of milk was done weekly. The F1 animals evaluated did not present physiological changes, nor was there a reduction in milk production as a function of breeding environments. The BGT reached levels considered stressful (87.7), but the breeding environments provided no stress or reduced production of animals.

Keywords: ambience, animal welfare, bovine, heat stress, heterosis

### INTRODUÇÃO

Nos países de clima tropical, o aumento na produção leiteira é limitado pelos baixos níveis produtivos das raças nativas e pelas dificuldades adaptativas das raças de origem europeia (Vasconcellos *et al.*, 2003).

A eficácia produtiva e reprodutiva dos animais está relacionada à adaptação dos seus genótipos

ao conjunto de fatores ambientais que caracterizam o sistema de produção da região, podendo esses ser favoráveis a alguns genótipos e desfavoráveis a outros (Mcmanus *et al.*, 2008). Portanto, para aperfeiçoar a produção leiteira, é importante identificar os genótipos mais convenientes a cada região.

Como uma alternativa viável para o aumento da eficiência produtiva, utiliza-se o cruzamento

Recebido em 15 de julho de 2016

Aceito em 28 de setembro de 2017

\*Autor para correspondência (*corresponding author*)

E-mail: cinara.carvalho@unimontes.br

genético envolvendo raças de origem indiana (zebuínos) e raças de origem europeia (taurinos), conciliando, assim, o potencial produtivo das raças taurinas com a rusticidade e resistência ao clima tropical das raças zebuínas, por meio da heterose. A heterose confere maior adaptabilidade aos animais, contudo com respostas produtivas baseadas nos efeitos do ambiente em que estão inseridos.

Animais criados a pasto ficam expostos a variações climáticas, radiação solar direta e intempéries, que podem vir a influenciar, de forma negativa, no sistema termorregulatório deles. Considera-se que a maior influência do estresse pelo calor sobre a produção de leite é exercida via diminuição do consumo de alimentos e consequente redução da ingestão de energia metabolizável. Temperaturas diárias médias e máximas têm efeitos variáveis sobre a ingestão de alimentos e, conseqüentemente, sobre a produção de leite, dependendo da umidade relativa do ar e do tempo em que as vacas ficam em temperaturas capazes de provocar estresse (Azevêdo *et al.*, 2005).

O uso de sombreamento natural com árvores isoladas ou bosques, bem como sombrites, são estratégias adotadas no sistema de criação a pasto, para proporcionar conforto, manter a homeotermia e a produção.

Nesse contexto, objetivou-se, com este estudo, caracterizar o efeito do microclima proporcionado por dois ambientes distintos (sol e

sombra), sobre as respostas fisiológicas de vacas F1 HxZ na fase de lactação, durante o verão.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação e Bem-Estar animal da Universidade Estadual de Montes Claros (Processo n° 083/2015).

O experimento foi conduzido durante os meses de fevereiro a abril (verão), com o propósito de caracterizar o efeito do microclima proporcionado por dois ambientes distintos sobre as respostas fisiológicas de 34 vacas F1 em terço final de lactação. A área experimental está localizada a uma latitude de 18° 43' 52" S, longitude de 44° 52' 33" W e com altitude de 628 metros. O clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen (tropical com estação seca). O índice pluviométrico anual é de 1118,9mm, com temperaturas médias anuais de 22,6°C.

Os animais avaliados são provenientes do cruzamento de touro Holandês com vacas de quatro bases maternas zebuínas distintas, com 100% de heterose, sendo eles: oito animais Holandês (50%) x Nelore (50%); 10 animais Holandês (50%) x Gir (50%); 10 animais Holandês (50%) x Nelore (25%) x Gir (50%); seis animais Holandês (50%) x Guzerá (25%) x Nelore (25%). A Tab. 1 ilustra a caracterização física e produtiva do lote estudado.

Tabela 1. Médias da ordem de partos e do período de lactação (dias), dos grupamentos genéticos, de acordo com o ambiente experimental

Grupamentos genéticos	Ambiente 1		Ambiente 2	
	Ordem de partos	Período de lactação	Ordem de partos	Período de lactação
H x Gir	5,4	246	3,6	216
H x Nelogir	4,4	204	4,4	264
H x Guzonel	2,3	90	2,0	50
H x Nelore	3,2	142	2,0	100

As 34 vacas foram subdivididas em dois grupos de 17 animais. Esse número era composto por animais de todos os grupos genéticos, de forma que os dois grupos possuíam a mesma quantidade de animais de cada grupo genético. Os animais foram alojados em dois ambientes distintos, denominados ambientes 1 e 2. O ambiente 1 era provido de pastagem sem sombreamento, composto por 18 hectares

divididos em piquetes de 1 hectare, onde os animais permaneciam pelo período de um dia (pastejo rotacionado). A distância deste pasto até o curral de manejo era de 450 metros.

O ambiente 2 era composto por 8 hectares, dos quais, aproximadamente, 2 hectares eram providos com sombreamento natural, formado por bosques de árvores nativas.

Este pasto possuía uma região de aguada utilizada como bebedouro para os animais. A distância do pasto sombreado até o curral de manejo era de 810 metros.

Durante o período experimental, foram feitas medições diárias das variáveis ambientais: temperatura do ar, umidade relativa do ar e temperatura de globo negro, com início às sete e término às 16 horas. Para tal, foram utilizados quatro termômetros digitais, programados para coletar as variáveis a cada 10 minutos, sendo dois dispostos no piquete ao sol e dois em sombra, a fim de se caracterizar com maior precisão o local de permanência dos animais.

Esses instrumentos específicos para coleta das variáveis climáticas foram instalados a 1,60m do solo.

Com base nos dados coletados, foi calculado o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), por meio da equação proposta por Buffington *et al.* (1981), obtido com a seguinte expressão:

$$ITGU = T_{gn} + 0,36 \times T_{po} + 41,5 \quad \text{eq. 1,}$$

em que:  
 $T_{po}$  = temperatura do ponto de orvalho (°C)

$T_{gn}$  = temperatura do globo negro (°C).

Os parâmetros fisiológicos: frequência respiratória (FR), batimento cardíaco (BC), temperatura de superfície corporal (TSC) e temperatura retal (TR) foram mensurados às sete e às 14 horas. A taxa de sudação (TS) foi feita em 16 animais diariamente, tomados aleatoriamente dos quatro diferentes grupos genéticos estudados. A coleta foi realizada no tronco localizado no curral, durante 15 dias.

A frequência respiratória foi determinada por meio de avaliação visual, observando-se os movimentos do flanco por 15 segundos, multiplicados por quatro para se determinarem os movimentos por minuto.

A mensuração da frequência cardíaca ocorreu por meio de auscultação, com o uso de estetoscópio, no lado esquerdo do animal, entre o terceiro e quinto espaços intercostais. A auscultação foi feita por 15 segundos e,

posteriormente, determinada a frequência cardíaca por minuto.

A temperatura retal foi registrada por meio do uso de um termômetro clínico digital, inserido diretamente no reto do animal.

A temperatura de superfície corporal foi medida na frente, no dorso, na canela posterior e no úbere do animal, por meio de termômetro de infravermelho digital portátil. A média ponderada foi calculada atribuindo-se peso de 10% para a frente, 70% para o dorso, 12% para a canela e 8% para o úbere, de acordo com a metodologia descrita por Pinheiro *et al.* (2005):

$$TSC = 0,10 \times T_{\text{frente}} + 0,7 \times T_{\text{dorso}} + 0,12 \times T_{\text{canela}} + 0,08 \times T_{\text{úbere}} \quad \text{eq. 2,}$$

em que:

TSC = temperatura de superfície corporal

T = temperatura (°C).

A taxa de sudação foi realizada conforme metodologia descrita por Schleger e Turner (1965) e calculada, então pela seguinte fórmula:

$$S = (22 \times 3600) / (2,06t) = 38446,6/t, \text{ g.m}^{-2}.\text{h}^{-1} \quad \text{eq. 3.}$$

A pesagem do leite para se determinar a média de produção dos animais foi feita semanalmente.

Utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso, inicialmente no esquema fatorial 4 x 2 x 2 (quatro grupos genéticos, dois ambientes e dois horários) com 34 repetições. Uma segunda análise foi feita para cada ambiente separadamente, eliminando-se o grupo genético do modelo e avaliando-se apenas o efeito dos dois horários no comportamento animal. Foi calculada a correlação entre os parâmetros fisiológicos e as variáveis ambientais, bem como o efeito dos ambientes em função dos horários na produção de leite. Com o objetivo de se verificar o comportamento das variáveis climáticas no decorrer do dia, foi feita análise de regressão. As variáveis foram submetidas à análise de variância, utilizando-se o pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System) e, quando o teste F foi significativo, tiveram as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura do ar foi crescente ao longo do dia no ambiente 1 (pasto sem sombreamento) e, a partir das 10h da manhã, os animais foram expostos a temperaturas superiores à zona de termoneutralidade fixada para animais zebuínos, que é de até 29°C (Fig. 1 e Tab. 2).

No período da tarde, às 15h, verificou-se o maior valor médio de temperatura do ar, 37,3°C. A

equação de regressão mostra que, a cada hora, ocorria um aumento de 1,77°C na temperatura do ar (Tab. 2).

A elevação da temperatura do ar é justificada pela maior radiação solar incidente durante o verão, situação rotineira em quase todo território nacional que se encontra na faixa tropical (Baccari Júnior, 2001).

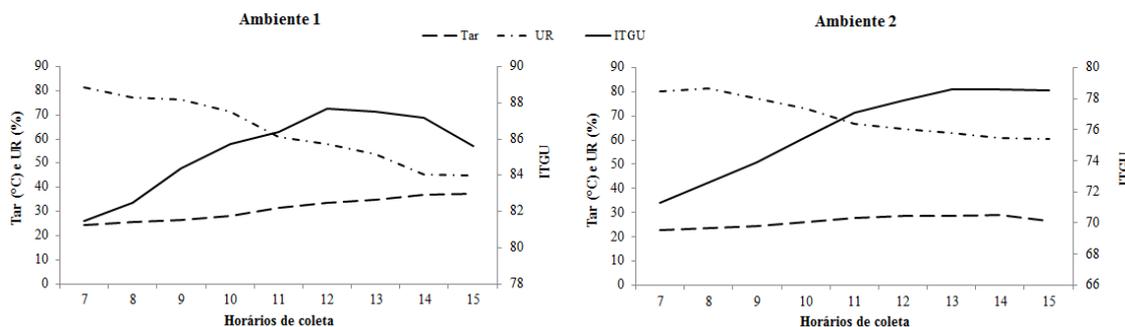


Figura 1. Valores médios de temperatura do ar, umidade relativa do ar e ITGU ao longo do dia, nos pastos sem sombreamento e com sombreamento natural.

Tabela 2. Modelos de regressão em função das variáveis climáticas para os dois ambientes experimentais

Variáveis climáticas	Regressão			
	Ambiente 1		Ambiente 2	
Tar (°C)	$\hat{Y}=11,59 + 1,77x$	$R^2=0,97$	$\hat{Y}=7,29 + 2,76x - 0,086x^2$	$R^2=0,97$
UR (%)	$\hat{Y}=110,09 - 3,96x$	$R^2=0,97$	$\hat{Y}=110,09 - 3,96x$	$R^2=0,97$
ITGU	$\hat{Y}=53,93 + 4,25x - 0,15x^2$	$R^2=0,98$	$\hat{Y}=53,93 + 4,25x - 0,15x^2$	$R^2=0,98$

No ambiente 2 (pasto sombreado), a temperatura do ar foi crescente ao longo do dia, porém não ultrapassou a zona de termoneutralidade considerável para bovinos, mesmo no período da tarde, quando a temperatura geralmente é mais elevada (Fig. 1). A arborização da pastagem contribuiu para a diminuição da temperatura do ar; em condições tropicais, a temperatura sob a copa das árvores é cerca de 2 a 3°C menor que sob céu aberto, havendo registro de reduções de até 9°C (Martin, 2002).

Os valores de umidade relativa do ar foram decrescentes no ambiente 1, ocorrendo acentuada redução ao longo do dia (Fig. 1). A equação linear foi a que melhor se ajustou, mostrando uma diminuição de 3,96% a cada hora do dia (Tab. 2). Porém, verificou-se que, no período da manhã, os valores de umidade relativa do ar

foram superiores a 70% e, a partir das 13h, estiveram abaixo de 55%. À medida que ocorria a elevação da temperatura do ar, ocorria redução da umidade do ar.

No ambiente com sombreamento natural, a umidade relativa do ar média verificada foi de 69,7%. Os maiores valores foram observados nas primeiras horas, com diminuição gradativa ao longo do dia (Fig. 1).

O microclima formado pela arborização e pela aguada existente na pastagem contribuiu para que a umidade no local ficasse próxima aos valores considerados ideais para bovinos (Ferreira *et al.*, 2006).

Diante da elevação da temperatura e da redução da umidade relativa do ar, calcularam-se os

valores de ITGU, que foram crescentes ao longo do dia. De acordo com Buffington *et al.* (1981), valores de ITGU até 74 definem conforto, de 74 a 78 é sinal de alerta, de 79 a 84 é sinal de perigo e, acima de 84, é considerado sinal de emergência para bovinos.

Ao serem avaliados os valores propostos pelo autor, observou-se que, no ambiente 1, os animais estiveram em situação de perigo até às nove horas e em situação de emergência a partir das 10h.

No ambiente sombreado, o ITGU foi menor também na parte da manhã; ao longo do dia, os valores foram crescentes, o que foi ocasionado pelo aumento gradativo da temperatura do ar e pela diminuição da umidade relativa do ar (Fig. 1). Ao se analisarem os valores propostos por Buffington *et al.* (1981), os animais estavam em situação de conforto no ambiente sombreado entre às sete e às nove horas, e, a partir das 10h, os animais ficariam expostos a um ambiente de desconforto térmico, por este ser classificado como situação de alerta.

Tabela 3. Médias de frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), batimento cardíaco (BC), temperatura de superfície corporal (TSC), taxa de sudção (TS) e produção de leite (PL) dos diferentes grupos genéticos

Cruzamento	FR (mov.min. <sup>-1</sup> )	BC (bat.min. <sup>-1</sup> )	TSC (°C)	TR (°C)	TS (g.m <sup>2</sup> .h <sup>-1</sup> )	PL (litros. vaca. dia <sup>-1</sup> )
<b>Ambiente 1 – Pasto sem sombreamento</b>						
1 - H x G	36,90±7,1	72,74±6,8	35,0±3,3	38,30±0,4	1949,01±364,0	5,63±2,4
2 - H x NG	38,42±7,7	74,82±8,2	35,34±3,4	38,34±0,5	1984,28±359,5	5,87±1,6
3 - H x GN	39,42±8,5	76,26±5,9	34,59±4,2	38,40±0,6	1767,82±355,08	5,70±1,7
4 - H x N	39,70±6,8	71,50±8,1	35,28±3,7	38,25±0,5	2203,61±264,72	5,33±1,7
<b>Ambiente 2 – Pasto com sombreamento natural</b>						
1 - H x G	37,70±8,0	82,90±8,0	35,60±2,4	38,52±0,5	1650,56±139,8	5,91±1,7
2 - H x NG	44,21±7,5	77,43±4,8	35,74±2,3	38,48±0,4	2111,56±248,8	5,27±2,5
3 - H x GN	42,04±8,2	82,53±8,4	35,32±2,1	38,59±0,3	1836,38±304,5	5,73±2,2
4 - H x N	46,76±6,7	77,86±7,3	35,41±2,5	38,53±0,4	1818,62±406,9	4,58±1,8

Pode-se observar que os valores encontrados no experimento (Tab. 3) estão dentro dos valores padrão para parâmetros fisiológicos, o que indica que os animais F1, criados em ambientes com e sem sombreamento, não necessitaram utilizar trocas latentes para realizar a termorregulação.

A base materna não teve efeito sobre a produção de leite (Tab. 3). Resultados diferentes aos encontrados neste experimento foram descritos por Vasconcelos *et al.* (2003), que afirmaram

Os valores dos parâmetros fisiológicos FR, TR, BC, TSC e TS e produção de leite dos grupos genéticos estudados (Tab. 3) apresentaram valores semelhantes, tanto nos animais do ambiente 1 quanto do ambiente 2, logo, os grupamentos não apresentaram diferença estatística entre si ( $P>0,05$ ), e todos os valores se apresentaram dentro da faixa de normalidade para a espécie.

Duprez (2000) fixou valores de 38 a 39,3°C como temperatura retal normal para animais leiteiros. A frequência respiratória indicativa de início de estresse é de 70 a 75 mov.min.<sup>-1</sup> (Pires e Campos, 2004; Ávila *et al.*, 2005). O batimento cardíaco normal de vacas leiteiras varia de 60 a 80 pulsações por minuto (Nääs e Arcaro Júnior, 2001).

Martello *et al.* (2004) afirmou que a temperatura de superfície corporal de vacas pode variar de 31,6 a 34,7°C em ambiente climatizado.

que a composição genética influencia na produção de leite.

Na Tab. 4, estão dispostos os valores médios de FR, BC, TR, TSC e TS dos animais criados no pasto sem sombreamento e com sombreamento natural, diante da comparação entre os horários de ordenha.

Houve diferença estatística ( $P<0,05$ ) na frequência respiratória dos animais criados no pasto sem sombreamento ao se compararem os

### Parâmetros fisiológicos...

horários de ordenha, visto que os menores valores foram verificados no período da manhã. O ITGU, utilizado para caracterizar a condição de conforto térmico, foi menor no período da

manhã, porém o valor calculado esteve acima da condição de conforto sugerido por Buffington *et al.* (1981).

Tabela 4. Valores médios de frequência respiratória (FR), batimentos cardíacos (BC), temperatura retal (TR), temperatura de superfície corporal (TSC) e taxa de sudação (TS) dos animais criados nos pastos sem sombreamento e com sombreamento natural

Horário	FR (mov.min. <sup>-1</sup> )	BC (bat.min. <sup>-1</sup> )	TSC (°C)	TR (°C)	TS (g.m <sup>2</sup> .h <sup>-1</sup> )
Ambiente 1 – Pasto sem sombreamento					
07:00	31,5±3,2 A	68,0±7,5 A	31,6±1,1 A	37,8±0,2 A	2022,6±602,5 <sup>NS</sup>
14:00	45,3±6,0 B	79,3±5,8 B	38,5±0,5 B	38,7±0,2 B	1927,5±259,6 <sup>NS</sup>
Ambiente 2 – Pasto com sombreamento natural					
07:00	37,0±5,0 A	75,0±7,1 A	33,3±0,5 A	38,1±0,2 A	1915,5±384,7 <sup>NS</sup>
14:00	45,3±7,2 B	85,0±6,0 B	37,7±0,4 B	38,8±0,2 B	1719,6 K±162,6 <sup>NS</sup>

\*Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

\*NS- Não significativo.

No período da tarde, a frequência respiratória foi maior ( $P<0,05$ ), em virtude do menor tempo de descanso entre as ordenhas e do ITGU elevado. De acordo com Buffington *et al.* (1981), o ITGU calculado acima de 84 indica situação de emergência para a criação de bovinos. No entanto, embora a frequência respiratória dos animais tenha apresentado correlação positiva com o ITGU, ela foi baixa (0,1995), ou seja, mesmo com o ITGU indicando o ambiente climático como perigoso e de emergência, este não elevou a FR a valores prejudiciais ou estressantes para os animais.

Em todos os tratamentos, os animais não demonstraram sinal de estresse térmico, estando esses valores dentro da normalidade mesmo quando os valores de temperatura e umidade não estavam ideais. Pires e Campos (2008) evidenciaram que, com 23 mov.min<sup>-1</sup>, os animais não sofrem estresse e, em condições termoneutras, a frequência respiratória varia de 24 a 36 movimentos por minuto (Baccari Jr., 2001).

O valor de batimento cardíaco (Tab. 4) dos animais seguiu o mesmo padrão da frequência respiratória. O período da manhã mostrou-se, novamente, mais confortável ( $P<0,05$ ) para os animais, com média de 68 bat.min<sup>-1</sup>, proporcionando menor batimento cardíaco quando comparado com o período da tarde, com média de 79,3 bat.min<sup>-1</sup>. No presente trabalho, a correlação entre os valores de BC e ITGU foi de

0,06853, indicando que o ambiente climático não influenciou de forma negativa.

Na Tab. 4, observa-se que os valores de temperatura de superfície corporal dos animais foram maiores ( $P<0,05$ ) no período da tarde, quando se verificaram valores médios de 38,5°C, enquanto no período da manhã, a TSC média foi de 31,6°C. O ITGU mais elevado no período da tarde contribuiu para o aumento da carga de calor sobre os animais, que acabava sendo acumulado sobre sua superfície, e resultou em maior média de temperatura dos animais nesse horário. A temperatura de superfície corporal teve correlação positiva de 0,32607 com o ITGU, porém baixa.

A temperatura retal foi menor ( $P<0,05$ ) na primeira ordenha do dia, às sete horas (Tab. 3), visto que o clima da manhã é mais ameno, como se pode verificar pelo valor de ITGU (Tab. 2). Esse resultado corrobora dados encontrados por Rezende *et al.* (2015), que observaram que a temperatura retal média da tarde é, em geral, mais elevada que a da manhã, podendo chegar de 0,5 a 1,5°C de elevação. Neste trabalho, tanto os valores da manhã quanto os da tarde não ultrapassaram os valores normais de temperatura retal para bovinos, de 38,0 a 39,3°C (Duperez, 2000), mesmo quando o ITGU indicou o ambiente climático como perigoso e emergente.

Esse comportamento indica a adaptação dos animais F1 HxZ a ambiente em que o ITGU chega a atingir 87,2. A temperatura retal teve

correlação positiva, porém baixa, com o ITGU de 0,05851, o que indica que o ambiente não teve forte efeito sobre a TR.

O tipo de glândula e o ambiente térmico em que estão os animais são importantes para eficiência da sudorese (Silva, 1999; Gebremedhin e Wu, 2002). Dessa forma, verificou-se que não houve diferença ( $P>0,05$ ) da taxa de sudação para os animais entre os dois horários de coleta (Tab. 4).

O sistema termorregulatório dos animais F1 foi eficiente no sentido de manter a homeotermia durante o verão, quando são verificados valores elevados de temperatura do ar e umidade relativa devido às chuvas. Dessa forma, os animais F1, quando expostos a ambientes com ITGU variando de 76 a 85,3, não expressam desconforto térmico.

Para os animais do pasto com sombreamento natural, houve diferença significativa ( $P<0,05$ ) entre os valores de frequência respiratória verificados nos períodos da manhã e da tarde (Tab. 4). Os maiores valores foram verificados no período da tarde, quando a temperatura do ar foi maior e a umidade relativa do ar mais baixa, ocasionando maiores valores de ITGU.

No ambiente 2, os valores de frequência respiratória ficaram dentro dos padrões de normalidade, indicando que os animais não passaram por estresse, mesmo com valores das variáveis climáticas elevados no período da tarde.

Os valores de batimento cardíaco e temperatura de superfície corporal dos animais também foram diferentes ( $P<0,05$ ) entre os horários da manhã e da tarde (Tab. 4).

Nääs e Arcaro Jr. (2001) fixam valores de 60 a 80 batimentos por minuto como normais para a espécie bovina. No período da tarde, os animais ultrapassaram esse valor, em razão do ITGU

mais elevado (Tab. 1), que leva a um acúmulo de calor no organismo no animal e, assim, a uma elevação de seus parâmetros fisiológicos. Os animais acomodados no pasto com sombreamento natural percorriam uma distância de 810 metros até chegarem ao curral de manejo. Essa distância, associada aos altos valores de ITGU no período da tarde, contribuiu para o aumento nos valores de batimento cardíaco dos animais. Contudo, a ultrapassagem do valor padrão de batimento cardíaco não expõe os animais a estresse térmico.

Uma vez que ocorre acréscimo nos valores dessa variável fisiológica, isso é reflexo de falha ou esgotamento nos mecanismos de perda de calor (Rocha et al., 2012). Neste trabalho, pôde-se observar, então, que os animais utilizaram os mecanismos de perda de calor de forma eficiente, pois os parâmetros fisiológicos não demonstraram alteração acima da normalidade. Essas respostas fisiológicas expressam a adaptabilidade dos F1 em razão da heterose dos cruzamentos.

Os valores de taxa de sudação dos animais não mostraram diferença significativa ( $P>0,05$ ) quando comparados os períodos da manhã e da tarde (Tab. 4), o que confirma que a termorregulação dos animais F1 foi eficiente no propósito de manter a homeotermia. Nesse sentido, os animais F1, quando expostos a ambientes com variáveis climáticas por vezes acima dos limites de termoneutralidade, não demonstraram sinal de estresse térmico.

A Tab. 5 ilustra a média da produção de leite diária dos animais em função dos horários e do ambiente em que estavam alojados.

Ao se comparar a produção de leite entre os períodos, verificou-se que, na primeira ordenha do dia (sete horas), a produção de leite foi maior ( $P<0,05$ ) quando comparada com a ordenha das 14h.

Tabela 5. Média de produção de leite diária (litros. vaca. dia<sup>-1</sup>) dos animais criados em pastos sem sombreamento e com sombreamento natural

Horários de ordenha	Pasto sem sombreamento	Pasto com sombreamento natural
7h	7,0±1,7 A	7,0±2,7 A
14h	4,3±0,9 B	3,2±1,1 B

\*Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve correlação negativa de -0,28798 da produção de leite com o ITGU, assim, com o aumento do ITGU, a produção de leite diminuiu. O ITGU teve tendência de elevação ao longo do dia, sendo maior no período da tarde, mas não pode ser apontado como causa total da diminuição da produção, uma vez que os animais que são ordenhados mais de uma vez no dia tendem a diminuir a produção na segunda ordenha.

Silva *et al.* (2002) afirmam que a resistência e a adaptação dos animais ao clima quente é o motivo do resultado, considerando que, em casos de animais adaptados ao calor e de baixa produção, o efeito do sombreamento sobre a produção láctea é inexistente.

A superioridade genética dos animais F1 H x Z (100% de heterose) utilizados neste experimento fez com que a produção de leite não fosse alterada pela disponibilidade ou não de sombra, já que os animais são adaptados ao ambiente quente e têm comportamento diferenciado quando se trata dos efeitos do clima sobre o seu bem-estar.

Dessa forma, o conceito de zona de conforto para vacas F1 H x Z necessita de melhor avaliação, visto que os padrões fisiológicos indicativos de estresse diferem dos preconizados para o gado europeu.

### CONCLUSÃO

Animais F1 criados em pasto sem sombreamento e com sombreamento natural não sofrem alteração nos padrões fisiológicos indicativos de estresse e não reduzem a produção láctea. O índice de temperatura do globo e a umidade atingiram valores considerados estressantes, porém os ambientes de criação não proporcionaram estresse e redução na produção dos animais.

### AGRADECIMENTOS

À Fapemig, à Capes, ao CNPq, à Epamig, à Unimontes, à Finep e ao MCTI, pelo apoio financeiro ao projeto nº1334/13.

### REFERÊNCIAS

ÁVILA, A.S.; JÁCOME, I.M.T.D.; FACCENDA, A.; LANA, A.M.Q. *et al.* Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4, 7/8 Holandês-Zebú em lactação. *Rev. Bras. Zootec.*, v.34, p.2000-2008, 2005.

AZEVEDO, M.; PIRES, M.F.A.; SATURNINO, H.M. *et al.* Estimativas de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebú, em lactação. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.34, p.2000-2008, 2005.

BACCARI JUNIOR, F. *Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes*. Londrina: UEL, 2001. 141p.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. *et al.* Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Trans. Am. Soc. Agricult. Eng.*, v.24, p.711-714, 1981.

DU PREEZ, J.H. Parameters for the determination and evaluation of heat stress in dairy cattle in South Africa. *J. Vet. Res.* v.67, p.263-271, 2000.

FERREIRA, F.; PIRES, M.F.A.; MARTINEZ, M.L.; COELHO, S.G. *et al.* Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.58, p.732-738, 2006.

GEBREMEDHIN, K.G.; WU, B. Simulation of sensible and latent heat losses from wet-skin surface and fur layer. *J. Ther. Biol.*, v.27, p.291-297, 2002.

MARTELLO, L.S. *et al.* Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, p.181-191, 2004.

MARTIN, G.O. Mantenga la sombra en sus potreros y reduzca el estrés animal. *Rev. Prod.*, 2002. Disponível em: <<http://www.ecampo.com/sections/news/print.php/uuid.582F356F-2996-417A-8D93D1A411F549BD>>. Acesso em 07 mar. 2016.

- MCMANUS, C.; TEIXEIRA, A.R.; DIAS, L.T.; LOUVANDINI, H. *et al.* Características produtivas e reprodutivas de vacas Holandesas e mestiças Holandês × Gir no Planalto Central. *Rev. Bras. Zootec.*, v.37, p.819-823, 2008.
- NAAS, I.A.; ARCARO JÚNIOR, I. Influência de ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. *Rev. Bras. Eng. Agrar. Amb.* v.5, p.139-42. 2001.
- PINHEIRO, M.G.; NOGUEIRA, J.R.; LIMA, M.L.P. *et al.* Efeito do ambiente pré-ordenha (sala de espera) sobre a temperatura da pele, a temperatura retal e a produção de leite de bovinos da raça Jersey. *Rev. Port. Zootec.*, v.12, p.37-43, 2005.
- PIRES, M.F.A.; CAMPOS, A.T. *Conforto animal para maior produção de leite*. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2008. 254p.
- PIRES, M.F.A.; CAMPOS, A.T. *Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite*. Juiz de Fora: EMBRAPA, 2004. p.1-6. (Comunicado técnico 42). Disponível em: <<http://www.cnpqgl.embrapa.br>>. Acessado em 12 de dezembro de 2015.
- REZENDE, S.R.; MUNHOZ, S.K.; NASCIMENTO, M.R.B.M. GUIMARÃES, J.L.N. Características de termorregulação em vacas leiteiras em ambiente tropical: revisão. *Vet. Notícia*, v.21, p.18-29, 2015.
- ROCHA, D.R.; SALLES, M.G.F.; MOURA, A.A.A.N.; ARAÚJO, A.A. Índices de tolerância ao calor de vacas leiteiras no período chuvoso e seco no Ceará. *Rev. Acad. Ciênc. Agrar. Amb.*, v.10, p.335-343, 2012.
- SCHLEGER, A.; TURNER, H.G. Swetting rates of cattle in field and their reaction to diurnal and seasonal changes. *Austr. J. Agric. Res.*, v.16, p.92-106, 1965.
- SILVA, I.J.O.; PANDORFI, H.; ACARARO JUNIOR, I.; PIEDADE, S.M.S.; MOURA, D.J. Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas Holandesas. *Rev. Bras. Zootec.*, v.31, p.2036-2042, 2002.
- SILVA, R.G. Estimativa do balanço térmico por radiação em vacas Holandesas expostas ao sol e à sombra em ambiente tropical. *Rev. Bras. Zootec.*, v.28, p.1403-1411, 1999.
- VASCONCELOS, B.F.; PÁDUA, J.T.; MUÑOZ, C.F.M.; TONHATI, H. Efeitos genéticos e ambientais sobre a produção de leite, o intervalo de partos e a duração da lactação em um rebanho leiteiro com animais mestiços no Brasil. *Rev. Univ. Rural S. Ciênc. Vida*, v.23, p.39-45, 2003.