

Comportamento diurno de vacas Holandês puras por cruza em ambiente quente

Bárbara Cardoso da Mata e Silva^{1*}, Maria de Fátima Ávila Pires², Lúcio Cléber Gonçalves Marques³, Bernardo Rodrigues Porto³, Iran Scarcella de Carvalho Júnior⁴

Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito do ambiente térmico sobre as respostas comportamentais de bovinos leiteiros na região de Montes Claros, Norte de Minas Gerais. Os tratamentos experimentais foram duas épocas do ano: A - julho/agosto e B - outubro/novembro de 2010, que em cada uma foram utilizadas 12 vacas Holandês em lactação, puras por cruza, provenientes de cruzamentos absorventes. Os parâmetros comportamentais estudados foram às frequências das atividades de alimentação, ruminação, ócio, procura por sombra, além do local de preferência que as vacas permaneciam. Não houve efeito significativo nas respostas comportamentais de alimentação, ruminação e ócio entre as duas fases estudadas e logo após cada ordenha a frequência de alimentação foi maior. Os animais elevaram as atividades de ruminação e ócio e tenderam a ficar em pé durante os horários mais quentes. Na fase B, em que ocorreu maior desconforto térmico, os animais permaneceram mais de 90% do tempo avaliado localizados a sombra. O ambiente térmico não alterou as respostas comportamentais referentes a ingestão de vacas Holandês puras por cruza na região do norte de Minas Gerais, embora, seja evidenciada a busca por sombra durante a fase de temperatura mais elevada, além da preferência das vacas pela sombra fornecida por árvores.

Palavras-chave: Estresse térmico por calor. Etologia. Ócio. Ruminação. Sombra.

Daytime behavior of graded Holstein cows in hot environment

Abstract

The objective was to evaluate the effect of thermal environment on the behavioral responses of dairy cattle in Montes Claros region, northern Minas Gerais. The experimental treatments were two seasons: A: July/August and B: October/November 2010, in each were used 12 crossbred dairy cows Holstein, pure by absorption crossings. The behavior parameters studied were the frequency of activities, rumination, idleness, looking for shade, plus the preferred location that cows remained. There were no significant effects in behavioral feeding, rumination and idleness between the two phases studied, and after each milking the feeding frequency was higher. Animals raised the rumination activity and idleness and tended to stand during the hottest times of the day. In phase B, with higher thermal discomfort, animals remained more than 90% of the evaluated time located on the shade. The thermal environment has

¹Professora da Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS

*Autora para correspondência: barbaracmsilva@yahoo.com.br

²Pesquisadora da Embrapa Gado de Leite

³Zootecnista

⁴Mestrando em Produção Vegetal, Universidade Federal de Minas Gerais

Recebido para publicação em 04 de dezembro de 2015

Aceito para publicação em 06 de abril de 2016

not altered behavioral responses regarding the feed intake of crossbred Holstein cows in the northern region of Minas Gerais. It is evidenced the searching for shade during the higher temperature phases, and the preference of cows by the shade provided by trees.

Key words: Ethology. Heat stress. Idleness. Rumination. Shadow.

Introdução

Vacas leiteiras são animais homeotérmicos e possuem uma zona de termoneutralidade em que o gasto de energia para manter a temperatura normal do corpo é mínima. Considerando esse aspecto, a temperatura ambiente pode atingir valores que ultrapassam o limite superior da zona de termoneutralidade, ocasionando possivelmente a condição conhecida como estresse por calor prejudicando o bem-estar e a produção de leite e esse efeito será futuramente mais evidente se as alterações climáticas no Mundo continuarem como previstas (BERNABUCCI *et al.*, 2014).

Desse modo, as vacas alteram as respostas comportamentais e fisiológicas como forma de facilitar a perda e reduzir a produção de calor, na tentativa de manter a temperatura do corpo dentro do intervalo da normalidade. Alterações comportamentais em virtude da alta carga de calor podem incluir o aumento no uso de sombra e redução do tempo em que as vacas permanecem deitadas (SCHÜTZ *et al.*, 2010), bem como, maior tempo próximas a água (LEGRAND *et al.*, 2011) e diminuição do consumo de ração (OMINSKI *et al.*, 2002), evidenciando que vacas holandeses procuraram microclimas com temperatura ambiente inferior a 25°C. Essas respostas comportamentais podem ser utilizadas pelo produtor de leite como forma de avaliar se as vacas estão sob condições de estresse térmico.

Portanto, estudos mais detalhados sobre os efeitos da temperatura ambiente nas respostas comportamentais de vacas Holandeses puras por cruzas, em condições tropicais são necessárias, a fim de buscar práticas adequadas de manejo ambiental, uma vez que muitos estudos ainda são realizados em condições edafoclimáticas diferentes das encontradas em regiões tropicais.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito do ambiente térmico sobre as respostas comportamentais de vacas Holandeses puras por cruzas na região de Montes Claros, norte de Mi-

nas Gerais.

Material e métodos

O estudo foi realizado no setor de bovinocultura de leite da Fazenda Experimental Hamilton de Abreu Navarro no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (Montes Claros – MG). Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante na região é o As - clima tropical com estação seca no verão, possuindo duas estações bem definidas, com registros de deficiência hídrica nos meses de maio a outubro, e média anual de temperatura e índice pluviométrico de 24,2 °C e 1.200 mm, respectivamente (ALVARES *et al.*, 2013).

O experimento foi realizado no ano de 2010 em duas fases experimentais, A: julho/agosto e B: outubro/novembro, sendo, a fase A na região considerada por possuir temperaturas mais baixas, já a fase B, temperaturas mais elevadas, sendo essa época próxima ao início das chuvas. Os dados comportamentais foram avaliados uma vez na semana durante seis semanas em cada fase de estudo, totalizando assim, doze dias de coleta de dados. Utilizou-se em cada período 12 vacas Holandeses predominantemente, com pelagem preta, múltiparas, puras por cruzas, provenientes de cruzamentos absorventes, com 95±21 e 110±16 dias de lactação, produção de leite de 15,8±0,8 e 14,6±1,1 kg/dia nas fases A e B, respectivamente.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com dois tratamentos (fases do ano) e 12 repetições (vacas) que foram homogeneamente distribuídas em função da produção de leite, peso corpóreo e ordem de lactação.

As vacas foram alojadas em galpão meia-água em posicionamento leste-oeste, com capacidade para 15 animais, coberto com telha de barro tipo francesa e estrutura de madeira, contendo cocho com 60 cm de largura, seis metros de comprimento e 40 centímetros de profundidade, sendo o piso de concreto. Adjacente à instalação havia piquete de livre acesso com

400 m² e árvores para sombreamento natural.

A dieta foi fornecida duas vezes ao dia *ad libitum* (11 e 16 horas na fase A e 8 e 16 horas na fase B), com relação concentrado:volumoso de 40:60 (base de matéria seca), tendo como único volumoso a silagem de sorgo, com 28% de matéria seca. O concentrado possuía 22,6% de proteína bruta e 71% de nutrientes digestíveis totais, composto por 70% de milho grão moído, 25% de farelo de soja, 3% de núcleo mineral-vitâmico e 2% de ureia.

Durante todo o experimento, o ambiente climático foi monitorado por meio do sistema de aquisição de dados (*data logger*), avaliando a temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR) e temperatura do ponto de orvalho de 30 em 30 minutos. Esse equipamento estava alojado em abrigo meteorológico localizado a 30 metros do local onde as vacas foram alojadas.

A partir dos registros climáticos, foi calculado o índice de temperatura e umidade (ITU), utilizado para avaliar o conforto térmico do animal, obtido segundo Buffington *et al.* (1981): $ITU = TA + 0,36 \times T_{po} + 41,5$, em que, TA = temperatura do bulbo seco (°C), T_{po} = Temperatura do ponto de orvalho (°C). Com os valores de TA e do ITU ao longo de 24 horas, foram observados o número de horas do dia em que a temperatura

foi inferior a 21°C (frio), entre 21 e 27°C (conforto) e superior a 27°C (quente). E com o ITU, o número de horas em que esse índice foi inferior a 70, entre 71 a 78, entre 79 a 82 e superior a 82 em cada fase experimental.

Para adaptação das vacas às condições experimentais, estabeleceu-se um período pré-experimental correspondente a 12 dias, em que foram realizados todos os procedimentos que seriam utilizados durante a coleta de dados comportamentais, com a presença do observador a fim de minimizar o estresse psicológico das vacas em virtude de situações novas.

As observações das atividades comportamentais foram realizadas pela avaliação visual e direta, método *Scan Sampling* (ALTMANN, 1974), com registros instantâneos a cada 15 minutos, com início às 8 horas, logo após a ordenha da manhã e termino às 18 horas, sendo às 15 horas as vacas foram conduzidas para a sala de ordenha, totalizando dessa forma, 9 horas de observação. No dia anterior a avaliação comportamental, cada vaca foi identificada com numeração de 1 a 12, marcadas com spray de tinta não tóxico nas laterais do corpo. Em planilhas específicas foram anotadas as atividades, classificando-as segundo, posição, localização, ambiente, comportamento ingestivo e outras atividades (TABELA 1).

Tabela 1 - Etograma considerado na descrição comportamental de vacas Holandês puras por cruzas na região norte de Minas Gerais

Posição	Localização	Ambiente	Ingestivo	Outras atividades
Em pé	Árvore	Sol	Alimentação	Fezes Urina
Deitada	Instalação	Sombra	Ruminação	Ingestão Água Andando
	Piquete		Ócio	Socializando

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Tempo de alimentação foi considerado como o período em que a vaca se encontrava ingerindo a ração ativamente no cocho. Tempo de ruminação foi classificado como o período em que a vaca não estava alimentando, mas remastigando (observado pelo movimento lateral da boca e do fluxo de bolo alimentar através do esôfago). Tempo de ócio representou o período em que não estava realizando nenhuma atividade. E os momentos em que estavam ingerindo água, caminhando e socializando, foram considerados como outras atividades.

Os dados comportamentais e meteorológicos foram submetidos ao teste de Cochran (homocedasticidade) e de Lilliefors (normalidade de dados) e quando essas premissas não foram atendidas os dados foram transformados utilizando logaritmo niperiano ($\ln x$) e, em seguida, submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade e eventuais diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey no programa SAEG versão 9.1 (2007) e logo após retransformados.

Resultados e discussão

Foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) na TA entre as fases A e B (23,8 e 29°C, respectivamente), no entanto, não houve efeito ($p > 0,05$) para a UR (50 e 53%, respectivamente), e assim, a alteração nos valores de ITU durante as fases de estudo foram devido, principalmente, ao incremento na TA. Por conseguinte, a quantidade de horas do dia em que

a TA foi acima de 27°C na fase B, foi o dobro da encontrada na fase A (10,2 e 5,1 horas do dia, respectivamente), verificando também que a TA máxima na fase B chegou a 32°C (TABELA 2). De forma geral, vacas Holandês preferem TA entre 5 e 25,8°C, a chamada zona de termoneutralidade, acima, a capacidade de dissipar o calor pode ser comprometida, podendo entrar em estresse por calor (ROENFELDT, 1998).

Tabela 2 - Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) da temperatura ambiente, índice de temperatura e umidade (ITU), umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e quantidade de horas do dia em diferentes categorias para a temperatura ambiente e ITU, durante as duas fases experimentais A (julho/agosto) e B (outubro/novembro) em Montes Claros, norte de Minas Gerais

Variável	Fase A	Fase B
Temperatura ambiente (°C)		
Média e desvio padrão	23,8±1,4	29,0±1,9
Mínima	21,5	24,7
Máxima	26,1	32
<i>p</i>	0,00000	
CV (%)	6,28	
Número de horas/dia		
< 21°C (frio)	13,0	3,7
21 A 27°C (conforto)	5,9	10,1
>27°C (quente)	5,1	10,2
ITU		
Média e desvio padrão	69±1,6	77±1,7
Mínimo	66	74
Máximo	79	85
<i>p</i>	0,00000	
CV (%)	2,29	
Número de horas/dia		
<70	16,2	6,1
71 a 78	7,8	12,4
79 a 82	0,0	4,3
>82	0,0	1,2
Umidade relativa do ar (%)		
Média e desvio padrão	50±4,8	53±11,1
Mínimo	41	33
Máximo	58	80
<i>p</i>	ns	
CV (%)	16,67	
Precipitação pluviométrica por fase (mm)	0	275,0

ns: não significativo pelo teste de Tukey ($p > 0,05$)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Atualmente, vacas leiteiras são mais suscetíveis ao estresse térmico devido ao incremento da produção de leite e consumo de alimentos. Desse modo, estudos recentes (ZIMBELMAN *et al.*, 2009; BERNABUCCI *et al.*, 2014) têm mostrado que o estresse térmico em vacas leiteiras pode iniciar a partir de um ITU de 68, aumentando os níveis de estresse com o incremento desses valores.

No presente estudo, as condições microclimáticas e a variável utilizada como marcadora de estresse térmico indicaram que as vacas sofreram estresse por calor durante um período de 5,5 horas do dia na fase B, pois foram expostas a ITU acima de 79 (TABELA 2), considerado estresse moderado a grave de acordo com Armstrong (1994), chegando a valor máximo de 85. No entanto, na fase A, pois o ITU máximo foi de 79, e a TA na maior parte do dia foi inferior a 27°C.

Assim, esses valores de TA encontrados na fase B para vacas Holandês puras podem ser considerados altos e em uma tentativa de manter a temperatura corporal, a vaca aumenta a perda e reduz a produção de calor por meio da alteração das respostas fisiológicas, produtivas e, primeiramente, comportamentais incluindo o aumento no uso de sombra e redução do tempo deitada (SCHÜTZ *et al.*, 2010), bem como, maior tempo próxima a água (LEGRAND *et al.*, 2011), além da diminuição do consumo de alimento (OMINSKI *et al.*, 2002).

Ao observar o comportamento ingestivo (TABELA 3), não houve efeito significativo ($p > 0,05$) entre as duas fases sobre o tempo despendido para alimentação, ruminação e ócio, podendo evidenciar que mesmo na fase B, em TA mais elevada, a troca de calor do organismo com o ambiente foi suficiente ao ponto de não alterar as respostas comportamentais ligadas à ingestão durante o período diurno.

Tabela 3 - Frequência média e quantidade de horas (parênteses) durante o período diurno (9 horas) das atividades comportamentais relacionadas a alimentação, ruminação, ócio e outras atividades para vacas Holandês puras por cruza durante as fases experimentais A (julho/agosto) e B (outubro/novembro)

Fase	Comportamento (% do tempo)			
	Alimentando	Ruminando	Ócio	Outras atividades
A	49,8 (4,5)	16,8 (1,5)	25,2 (2,3)	9,5 (0,8)
B	48,4 (4,4)	18,3 (1,6)	25,3 (2,3)	7,9 (0,7)
Média	49,1 (4,4)	17,5 (1,6)	25,2 (2,3)	8,7 (0,8)
<i>p</i>	ns	ns	ns	ns

ns: não significativo pelo teste de Tukey ($p > 0,05$)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Assim, durante o tempo de observação (9 horas) os animais passaram a maior parte do tempo se alimentando (4,4 horas), em seguida em ócio (2,3 horas) e, menos frequente, ruminando (1,6 horas). Lima *et al.* (2003) encontraram resultados semelhantes em avaliação também diurna (06:00 às 18:00, com intervalo de 2 horas para ordenha) para vacas leiteiras Holandês-Zebu consumindo silagem de milho, em que o tempo despendido para alimentação foi de 4,5 horas, já para o ócio, 3,79 horas e ruminação, 2,12 horas/10 horas de observação.

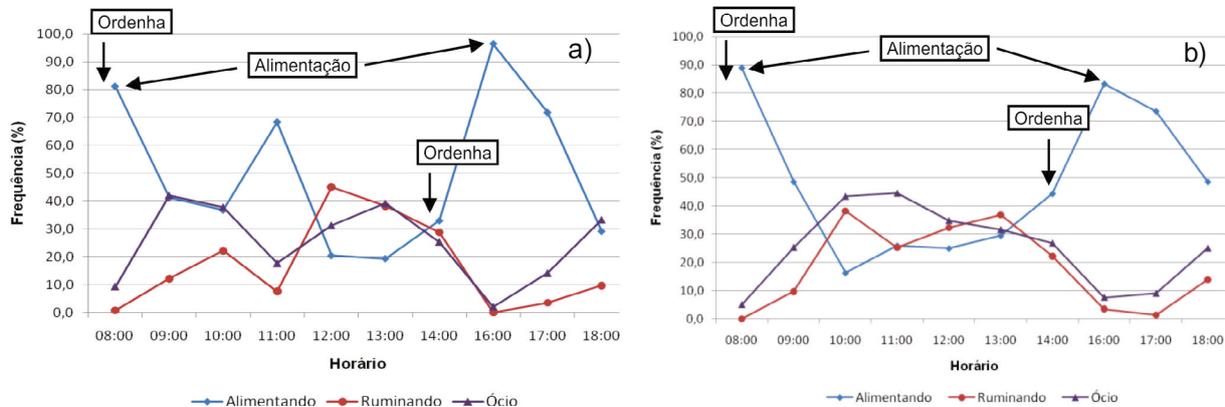
Pires *et al.* (2001) avaliaram o comportamento alimentar diurno de vacas leiteiras em confinamento durante o inverno (4 horas e 5 minutos) e verão (3 horas e 23 minutos) na região de Coronel Pacheco - Minas Gerais e obser-

varam o incremento de 5% dessa atividade no inverno se comparado ao verão.

No presente estudo, o tempo gasto com a alimentação teve maior frequência após a ordenha da manhã e da tarde. De acordo com Aharoni *et al.* (2005), temperaturas elevadas reduzem a frequência de alimentação nas horas mais quentes do dia e a procura por alimento fica mais intensa nas primeiras horas da manhã, conferindo esse fato na fase B do presente estudo (GRÁFICO 1b). De acordo com esses mesmos autores, as vacas elevam a produção de calor durante e após a alimentação, ocasionado deslocamento de grande parte do consumo de ração para a noite, quando a perda de calor para o ambiente é mais eficaz, resultando em menor gasto de energia durante o dia, ressaltando que

a frequência de alimentação foi mais elevada na fase B se comparado à fase A as 18 horas.

Gráfico 1 - Frequência das atividades comportamentais de alimentação, ruminação e ócio de vacas Holandês puras por cruza durante o período diurno da fase experimental A (julho/agosto) e B (outubro/novembro) em Montes Claros, norte de Minas Gerais



As vacas passaram em média 2,3 horas do tempo total de observação (9 horas) em ócio durante as fases A e B. Hedlund; Rolls (1977) encontraram tempo de 3,3 horas para vacas leiteiras confinadas, cujo período de observação foi de 15 horas por dia.

Verificou-se também que entre as 12 e 14 horas na fase A, 10 e 13 horas na fase B (GRÁFICO 1) houve incremento nas frequências de ruminação e ócio, pois de acordo com Blackshaw; Blackshaw (1994), as vacas buscam por sombra e reduzem suas atividades nas horas mais quentes do dia, permanecendo deitadas, nas áreas de descanso preferindo ruminar ou ócio, evitando alimentar.

Essa semelhança no comportamento ingestivo entre as fases do estudo pode ser devido a presença de árvores no piquete criando ambiente de conforto, mesmo na fase B, em TA mais elevada. Outro fator pode estar relacionado à adaptação desses animais as condições do ambiente climático na qual se encontravam, pois eram do próprio rebanho, provenientes de cruzamento absorvente, originando indivíduos puros por cruza.

Essas adaptações ao clima quente podem abranger uma grande variedade de alterações nos parâmetros fisiológicos e morfológicos dos animais (BERNABUCCI *et al.*, 2010). Esse fato pode ser confirmado em trabalho simultâneo na mesma área, período de coleta de dados e com as mesmas vacas realizado por Mata e Silva *et al.* (2013), que observaram alterações nas características do pelame de vacas Holan-

dês puras por cruza como forma de facilitar a liberação de calor. As vacas estudadas possuíam o pelame preto, o que pode ter auxiliado na proteção contra a radiação solar, bem como, o pelame menos denso, com pelos bem assentados e curtos, favoreceram as perdas de calor por meio da camada de pelos.

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) sobre a frequência de permanência dos animais a sombra (TABELA 4) com valores durante a fase A de 86,6%, e para a B de 95,31%, provavelmente, devido ao incremento da TA (23,8 a 29,0°C, respectivamente) e assim, das condições estressantes durante a fase B. Ressalta-se que a busca por sombra foi maior no período entre 12 e 17 horas e coincidiu com os horários de TA mais elevada, em média 32°C.

Como não houve efeito significativo ($p > 0,05$) no comportamento ingestivo, a procura de sombra pelas vacas durante o período B sugere que, possivelmente, estavam em situação de desconforto térmico, pois frequentemente utilizam esse recurso como forma de aliviar os efeitos negativos da carga de calor, estando positivamente relacionado ao incremento da radiação solar (TUCKER *et al.*, 2008). O conhecimento dessas alterações comportamentais devido ao estresse térmico é importante, a fim de projetar e fornecer sombra adequada para as vacas leiteiras na região do norte de Minas Gerais evitando a competição e assim, melhorando o bem-estar do animal.

Tabela 4 - Frequência média e quantidade de horas (parênteses) durante o período diurno (9 horas) em que as vacas Holandês puras por cruzas se localizavam ao sol e a sombra, além da frequência de permanência em pé ou deitada durante as fases experimentais A (julho/agosto) e B (outubro/novembro) em Montes Claros, norte de Minas Gerais

Fase	Ambiente (%)		Posição (%)	
	Sol	Sombra	Em pé	Deitada
A	13,2 (1,2)	86,6 (7,8)	81,2 (7,3)	18,7 (1,7)
B	3,9 (0,3)	95,3 (8,6)	80,6 (7,3)	19,6 (1,8)
Média	17,1 (1,5)	90,9 (8,2)	80,9 (7,3)	19,1 (1,71)
<i>p</i>	0,01835	0,00388	ns	ns

ns: não significativo pelo teste de Tukey ($p > 0,05$)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) em relação ao posicionamento, em pé (81,2 e 80,6%) ou deitada (18,7 e 19,6%) das vacas nas fases A e B, respectivamente (TABELA 4), embora de acordo com Schütz *et al.* (2010), a frequência de vacas leiteiras deitadas diminui em condições de estresse térmico. E no presente estudo, durante o período mais quente do dia na fase B (12 às 14 horas), as vacas tenderam a ficar mais tempo em pé, obtendo frequência média de 77,2%.

Nesse contexto, Anderson *et al.* (2013) ressaltaram que mais tempo em pé quando em desconforto térmico pode permitir melhorar a perda de calor sensível e latente, reduzindo a troca de calor a partir de uma superfície de repouso quente, bem como, aumentar a eficiência de respiração. E em estudo recente, Allen *et al.* (2015) relataram que o tempo de permanência das vacas em pé devido ao estresse por calor, pode estar relacionado também a prevalência de claudicação no rebanho.

Vários tipos de sombra, como árvores ou instalações podem criar diferentes microclimas (SCHÜTZ *et al.*, 2010). No presente estudo, observou-se que as vacas leiteiras permaneceram mais tempo localizadas a sombra da árvore, com frequência média de 26,0% e 27,7% durante as fases A e B, respectivamente. Já na instalação foi de 9,2% e 12,5% e no piquete (sem sombra), 15,9%, tanto na fase A como B. E nos valores de frequência encontrados para instalação foram excluídos o período em que os animais permaneciam alimentando, pois ao realizarem essa atividade, estavam obrigatoriamente na instalação.

Assim, de acordo com Armstrong *et al.* (1994) vacas leiteiras preferem a sombra criada

por árvores devido à eficiência no bloqueio da radiação solar e evaporação a partir das folhas, reduzindo a temperatura do ar circundante. No entanto, na região do norte de Minas Gerais, árvores podem ter uma variação na proporção de sombra fornecida em diferentes épocas do ano e, dessa forma, outros tipos de sombra podem ser necessárias para complementar a sombra das árvores, evitando assim, a competição por espaço, principalmente para animais a pasto.

Conclusão

O ambiente térmico não alterou as respostas comportamentais referentes à ingestão de alimento de vacas Holandês puras por cruzas na região do norte de Minas Gerais. Embora, houve o incremento da busca por sombra durante a fase em que ocorreu temperatura mais elevada, indicando que as vacas possivelmente estavam em desconforto térmico.

De acordo com os resultados, há a necessidade de buscar alternativas para diminuir os efeitos do ambiente térmico sobre as vacas leiteiras na região, durante a época do ano em que ocorre maior desconforto térmico, principalmente na parte da tarde.

Agradecimentos

Aos funcionários da Fazenda Experimental Hamilton de Abreu Navarro no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (Montes Claros – MG). A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

Comitê de Ética

Aprovação pelo: CETEA/UFMG no protocolo nº 43/2010.

Referências

- AHARONI, Y.; BROSH, A.; HARARI, Y. Night feeding for high-yielding dairy cows in hot weather: effects on intake, milk yield and energy expenditure. **Livestock Production Science**, v. 92, p. 207–219, 2005.
- ALLEN, J. D. *et al.* Effect of core body temperature, time of day, and climate conditions on behavioral patterns of lactating dairy cows experiencing mild to moderate heat stress. **Journal of Dairy Science**, v. 98, p. 118-127, 2015.
- ALTMANN, J. Observational study of behavior: Sampling methods. **Behaviour**, v. 48, p. 227-267, 1974.
- ALVARES, C. A. *et al.* Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711–728, 2013.
- ANDERSON, S. D. *et al.* Effects of adjustable and stationary fans with misters on core body temperature and resting behavior of lactating dairy cows in a semi-arid climate. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 4738-4750, 2012.
- ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 2044-2050, 1994.
- BERNABUCCI, U. *et al.* Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. **Animal**, v. 4, p. 1167–1183, 2010.
- BERNABUCCI, U. *et al.* The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle. **Journal of Dairy Cattle**, v. 97, p. 471-486, 2014.
- BLACKSHAW, J. K.; BLACKSHAW, A. W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavioral: a review. **Australia Journal of Experimental Agriculture**, v. 34, p. 285 – 295, 1994.
- BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H. Black Globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, p. 711-714, 1981.
- HEDLUND, L.; ROLLS, J. Behavior of lactating dairy cows during total confinement. **Journal of Dairy Science**, v. 60, p. 1807-1812, 1977.
- LEGRAND, A.; SCHÜTZ, K. E.; TUCKER, C. B. Using water to cool cattle: Behavioral and physiological changes associated with voluntary use of cow showers. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 3376–3386, 2011.
- LIMA, R. M. B. *et al.* Substituição do milho por palma forrageira: Comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 25, p. 347-353, 2003.
- MATA E SILVA, B. C. *et al.* Características morfológicas do pelame de vacas Holandesas puras por cruza na região semiárida de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1767-1772, 2013.
- NOGUEIRA, F. A. *et al.* Variação sazonal da contaminação por helmintos em matrizes ovinas e borregos submetidos a controle integrado e criados em pastagens tropicais. **Ciência Rural**, v. 39, p. 2544-2549, 2009.
- OMINSKI, K. H. *et al.* Physiological and production responses to feeding schedule in lactating dairy cows exposed to short-term, moderate heat stress. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 730–737, 2002.
- PIRES, M. F. A.; VERNEQUE, R. S.; VILELA, D. Ambiente e comportamento animal na produção de leite. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, p. 11-21, 2001.
- ROENFELDT, S. You can't afford to ignore heat stress. **Dairy Manage**. v. 35, p. 6–12, 1998.
- SCHÜTZ, K. E. *et al.* The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 125–133, 2010.
- TUCKER, C. B.; ROGERS, A. R.; SCHÜTZ, K. E. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 109, p. 141–154, 2008.
- ZIMBELMAN, R. B. *et al.* A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. **Proceedings...** v. 2, p. 158–169, 2009.