

Efeito da sazonalidade sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas leiteiras mestiças ao clima amazônico equatorial

Seasonality effect on the physiological and productive responses of crossbred dairy cows to the equatorial Amazon climate

Dayana Alves da Costa*¹ , Vinícius Moreira dos Santos² , Antônia Valcemira Domingos de Oliveira¹ , Clebson Lucas de Souza³ , Guilherme Rocha Moreira⁴ , Bruna Laurindo Rosa¹ , Eduardo Mitke Brandão Reis¹ , Adriano Melo de Queiroz³ 

¹Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

²Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Acre (IDAF), Rio Branco, Acre, Brasil

³Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC), Rio Branco, Acre, Brasil

⁴Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, Pernambuco, Brasil

*Autor correspondente: dayanazoo@yahoo.com.br

Resumo

O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos sazonais dos meses do ano sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas leiteiras mestiças criadas em clima amazônico. Foram avaliadas 20 vacas lactantes, alimentadas com pasto de *Brachiaria decumbens*, com acesso livre a água e suplementação mineral. Foram registrados dados das variáveis climáticas temperatura do ar (TA), umidade relativa do ar (UR), precipitação pluviométrica (PP) e índice de temperatura e Umidade (ITU) durante os meses de janeiro a abril de 2019. Os dados fisiológicos coletados foram: frequência respiratória (FR, mov/min), frequência cardíaca (FC, bat./min), temperatura retal (TR, °C), temperatura superficial do úbere (TSU, °C), temperatura superficial corporal (TSC, °C), temperatura superficial do dorso (TSD, °C), temperatura superficial da frente (TSF, °C) e temperatura superficial da canela (TSCA, °C). Também foi mensurada a produção de leite (PL, kg). Houve diferença significativa ($P < 0,05$) da TSCA e FR com valores variando de 34,8 a 35,5°C e 32,0 a 36,2 mov/min, respectivamente. Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para TSC e os valores observados para PL e ITU foram 3,8; 3,8; 4,6; 4,1 kg e 77,7; 79,7; 80,6; 80,1, respectivamente. Houve efeito sazonal dos meses avaliados sobre a taxa respiratória dos animais, no entanto, isso não alterou a PL nem o ITU. O ambiente amazônico é propício a causar estresse térmico em vacas lactantes mantidas a pasto, sendo necessário o uso de sombreamento para facilitar a capacidade de dissipação de calor corporal desses animais.

Palavras-chave: desempenho animal; estresse térmico; ordenha; temperatura ambiente.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the seasonal effect of months of the year upon the physiological and productive responses of crossbred dairy cows raised in an Amazonian climate. Twenty lactating cows were evaluated, fed on *Brachiaria decumbens* pasture, with free access to water and mineral supplementation. Data from climate variables air temperature (AT), relative humidity (RH), rainfall (RA) and temperature and humidity index (THI) were recorded during the months of January to April 2019. The physiological data collected were: respiratory rate (RR, mov/min), heart rate (HR, beats/min), rectal temperature (RT, °C), udder surface temperature (UST, °C), body surface temperature (BST, °C), dorsum surface temperature (DST, °C), front surface temperature (FST, °C) and rear shin temperature (RST). Milk production (MP) was also measured. There was a significant difference ($P < 0.05$) of RST and RR with values ranging from 34.8 to 35.5°C and 32.0 to 36.2 mov/min, respectively. There were no significant difference ($P > 0.05$) for BST, and the values for MP and THI were 3.8; 3.8; 4.6; 4.1 kg and 77.7; 79.7; 80.6; 80.1, respectively. It was concluded that there was a seasonal effect of the months of the year evaluated on the respiratory rate of animals, however, it did not change the MP and the THI. The Amazon environment is conducive to causing thermal stress in lactating cows raised on pasture, requiring the use of shading to facilitate the ability of these animals to dissipate heat.

Keywords: animal performance; thermal stress; milking; room temperature

1. Introdução

O estresse infligido pelas mudanças climáticas ambientais confere variações significativas correlacionadas ao bem-estar animal e à produtividade.

Dessa forma, torna-se imprescindível a preocupação com o ambiente em que o animal vive, pois os animais de produção podem não expressar todo o seu potencial devido ao estresse térmico ambiental imposto (¹). Nas

Recebido: 29 de julho de 2022. Aceito: 4 de novembro de 2022. Publicado: 2 de fevereiro de 2023



Este é um artigo de Acesso Aberto distribuído sob os termos da Creative Commons Attribution License, que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.

<https://revistas.ufg.br/vet/index>

regiões de clima tropical, como a Amazônia, fatores ambientais como alta temperatura, radiação solar e umidade relativa do ar devem ser considerados para garantir conforto aos animais, pois esses fatores estão entre as principais causas que limitam a produção bovina⁽²⁾.

Os índices de conforto térmico são indicativos de bem-estar animal e as respostas fisiológicas ao estresse térmico mais utilizadas para a elaboração dos índices são temperatura corporal, frequência respiratória e cardíaca, que permitem uma avaliação mais precisa da situação do ambiente⁽³⁾. As estratégias de controle climático e manejo ambiental segundo Cerutti et al.⁽⁴⁾ também podem ser estabelecidas para minimizar os efeitos do estresse térmico em vacas em lactação, visando aumentar, principalmente em regiões tropicais, o conforto térmico dos animais e que contribuam com ganhos econômicos na produção leiteira.

Para Zero e Mello⁽⁵⁾ as condições de estresse térmico causadas por altas temperaturas e umidade relativa do ar resultam em diminuição da produção de leite, eficiência reprodutiva, estresse térmico, e quando em condições mais severas, pode levar à morte dos animais, porém, em rebanhos compostos por vacas mestiças, os impactos são menores, pois são animais adaptados a regiões tropicais e, em geral, são uma boa opção para o regime de criação a pasto. As raças zebuínas apresentam maior rusticidade e menor taxa metabólica, o que as fazem suportar maiores variações de ambiente e sistemas de manejo, além de apresentarem menores custos de produção quando comparadas aos sistemas que utilizam animais de raças europeias⁽⁶⁾.

Segundo Pinheiro et al.⁽⁷⁾, a produção de leite está correlacionada com as condições ambientais em que os animais são mantidos e com a capacidade desses animais de manter a temperatura corporal dentro dos limites considerados normais, em sua faixa termoneutra, onde não precisam desviar os nutrientes destinados à produção para manter a temperatura corporal.

A região norte do Brasil apresenta diversidade edafoclimática e variações na temperatura do ar e do solo entre os meses do ano, com consequentes variações sazonais nas taxas de crescimento da forragem. Apesar de não estarem relacionados à qualidade intrínseca do leite, as quantidades e a sazonalidade da produção são critérios amplamente considerados para o pagamento do produto. Os laticínios têm interesse em captar leite de produtores que fornecem grandes quantidades diárias de leite e que apresentam pequena sazonalidade na produção, proporcionando melhor planejamento por parte da indústria e minimizando a ociosidade do parque industrial em determinadas épocas do ano.

Estudos que associam variações sazonais como os meses do ano e o ambiente quente e úmido do clima tropical com as respostas fisiológicas e produtivas de

vacas leiteiras mestiças criadas a pasto na Amazônia Ocidental são escassos. Nesse contexto, objetivou-se avaliar os efeitos das variáveis climáticas mensais sobre os índices fisiológicos e produtivos de vacas leiteiras mestiças mantidas a pasto em clima amazônico equatorial.

2. Material e métodos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, sob protocolo nº 008/2019. O experimento foi conduzido no período de janeiro a abril de 2019, em uma propriedade rural, localizada na bacia leiteira do município de Sena Madureira, Acre, com área média de 39 ha, produção de base familiar e baixo nível tecnológico.

A região está localizada no sudoeste da Amazônia, a 150 m acima do nível do mar, na latitude 09°03'57"S e longitude 68°39'25"W, possui clima do tipo tropical segundo a classificação de Köppen, temperaturas variando de 20°C a 33°C, precipitação anual acima de 1.600 mm, o período chuvoso ocorre de novembro a abril e o menos chuvoso de junho a setembro⁽⁹⁾.

Foram utilizadas vinte vacas mestiças múltiparas (3-4 lactações) 3/4 a 5/8 Holandês x Gir (500±25 kg) com 45±25 dias de lactação, produção 5,4±3,3 kg/dia e idade 72±5,5 meses, mantidas em sistema de pastejo extensivo com pastagem de *Brachiaria decumbens*. As vacas, independentemente do nível de produção, pastavam em piquetes, com livre acesso à água, sem sombra, com baixa suplementação de minerais e vitaminas e não recebiam ração balanceada ou concentrada.

Antes do início de cada ordenha, os animais ficavam em uma área de espera sem disponibilidade de cobertura (a céu aberto) com ventilação natural. Não houve modificação no manejo da ordenha, para evitar condições de estresse. Os animais foram ordenhados mecanicamente, por sistema "balde ao pé", uma vez ao dia, sem o bezerro, nos horários compreendidos entre 05:30 e 07:30 horas da manhã. Os ordenhadores não realizavam diagnóstico de mastite clínica (teste da caneca), pré e/ou pós-dipping. As instalações de ordenha tinham piso de cimento rugoso e cobertura com pé-direito de 5m e telhas de zinco. A produção de leite de cada animal foi quantificada através do controle leiteiro realizado quinzenalmente, a produção média foi medida com base em duas pesagens mensais.

Os parâmetros fisiológicos e climáticos avaliados foram mensurados quatro vezes ao mês, com intervalos de 10 dias. As medições da temperatura ambiente (TA, °C) e umidade relativa do ar (UR, %) foram registradas por sensores datalogger HOBO®, modelo U12-012 (Onset, Brasil) com intervalos de 30 minutos. As médias da temperatura máxima do ar (Tmax, °C), temperatura

mínima do ar (Tmin, °C) e UR, %, medidas na sala de ordenha durante o período experimental foram 26,8°C, 25,9°C e 93,8%, respectivamente, para calcular o índice de temperatura e umidade (ITU) utilizou-se a equação matemática proposta por ⁽⁹⁾.

$$ITU = (0,8 \times T + (UR / T - 14,4)) + 46,4$$

Onde: ITU = índice de temperatura e umidade; UR = umidade relativa (%); T = temperatura média do ar (°C).

Os parâmetros fisiológicos mensurados durante a ordenha foram: 1) a frequência respiratória (FR, mov/min) foi determinada por meio de avaliação visual, observando os movimentos do flanco direito do animal por 15 segundos, mantendo o observador a uma distância de dois metros do animal, multiplicando por quatro para determinar os movimentos por minuto; 2) a frequência cardíaca (FC, batimentos/min) foi medida por auscultação com o uso de estetoscópio, do lado esquerdo do animal, entre o terceiro e quinto espaços intercostais, sendo a auscultação realizada por 15 segundos e multiplicando-se o resultado por quatro para determinar a frequência cardíaca por minuto; 3) a temperatura retal (TR, °C) foi registrada por meio de termômetro clínico digital, inserido aproximadamente 5 cm no reto do animal até o disparo do sonarizador (aproximadamente 60 segundos); 4) para a temperatura de superfície corporal (TSC), foram medidos quatro pontos no corpo do animal: frente, dorso, canela posterior e úbere, respeitando-se uma distância de 30 cm da pele do animal, utilizando-se termômetro digital infravermelho portátil, no início e final da ordenha. A média ponderada foi calculada atribuindo peso de 10% para a frente, 70% para o dorso, 12% para a canela posterior e 8% para o úbere, conforme equação matemática proposta por Pinheiro et al.⁽¹⁰⁾:

$$TSC = 0,10 \times T.\text{frente} + 0,70 \times T.\text{dorso} + 0,12 \times T.\text{canela} + 0,08 \times T.\text{úbere}$$

Onde: TSC= temperatura de superfície corporal; T = temperatura (°C).

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados com quatro tratamentos (meses do ano) com vinte repetições (animais) por tratamento. As variáveis fisiológicas foram submetidas a testes para verificação de normalidade e homocedasticidade, foram analisados os desdobramento dos tratamentos em regressão linear, quadrática e desvio através do teste de Fisher (P<0,05).

3. Resultado e discussão

Durante este estudo, a temperatura máxima do ar (Tmax) foi de 30,3 °C em abril e a mínima (Tmin) foi de 24,5 °C em janeiro, e a umidade relativa do ar (UR) variou de 92,1 a 94,1 % no período de janeiro a abril, respectivamente, e a precipitação pluviométrica média foi de 248 (mm/mês) durante o período experimental.

Os dados climáticos e ITU (Tabela 1) apresentados neste estudo segundo Bertocelli et al.⁽¹¹⁾ mostraram-se desfavoráveis à produção leiteira, pois à medida que aumenta a umidade relativa do ar, altera-se a suscetibilidade dos bovinos ao estresse térmico. Resultados semelhantes sob alta temperatura e umidade foram encontrados por Cowley et al.⁽¹²⁾ demonstrando que, sob condições de estresse térmico e com um ITU maior que 72, vacas leiteiras em lactação exibem alterações no estado fisiológico que afetam a produção de leite, e análises mais recentes mostram que o limite de 68 para ITU é capaz de afetar vacas de alta produção leiteira.

Tabela 1. Descrição estatística das variáveis climáticas durante o período experimental (janeiro à abril de 2019)

Variáveis	Meses do ano				
	Jan.	Fev	Mar.	Abr.	CV (%)
Tmax. °C)	27,3±0,5	28,9±0,3	29,2±0,1	30,3±0,5	16,5
Tmin. (°C)	24,5±0,1	24,7±0,7	25,8±0,2	25,0±0,5	18,6
Umidade Relativa (%)	92,1±1,0	95,7±1,2	93,4±1,1	94,1±1,3	24,3
Índice Temperatura e Umidade	77,7±2,1	79,7±2,5	80,6±2,6	80,1±1,3	26,1
Precipitação Pluviométrica (mm/meses)	257,0±10,5	260,2±20,8	271,3±37,5	204,5±28,9	19,8

Tmax = Temperatura do ar máxima; Tmin = Temperatura do ar mínima, CV = Coeficiente de variação; Médias não diferem pelo teste de Fisher (p<0,05).

Os valores de FR foram inferiores aos obtidos por Barros Junior et al.⁽¹³⁾ (49,57 a 58,10 mov/min) avaliando as características termorregulatórias de vacas mestiças em lactação em região semiárida durante a estação chuvosa. A baixa quantidade de mov/min para os animais avaliados neste estudo pode indicar que, segundo a classificação de Nóbrega et al.⁽¹⁴⁾, a FR manteve-se abaixo da frequência de 40-60 mov/min classificada como baixo nível de estresse.

A FR média foi maior nos meses de março e abril (P<0,004) sendo menor nos meses de janeiro e fevereiro, a FR variou de 30,4 a 36,2 mov/min (Tabela 2) indicando que, possivelmente, os meses de março e abril proporcionaram um microclima favorável para aumentar a FR e produção de leite, portanto os animais precisaram gastar menos energia para manter a homeostase.

Tabela 2. Modelos de regressão durante o período experimental (janeiro a abril de 2019) da frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), temperatura retal (TR) e produção de leite (PL) de vacas mestiças criadas a pasto na Amazônia Ocidental

Variáveis	Período Chuvoso				EPM	Valor P	
	Jan	Feb	Mar	Apr		L ¹	Q ¹
FR (mov/min) ²	32,0	30,4	35,1	36,2	4,97	<0,004	0,208
FC (bat/min)	66,3	68,1	66,5	66,1	3,38	0,759	0,458
TR (°C)	38,2	38,2	37,8	38,1	0,77	0,399	0,165
PL (L/vaca/dia)	3,8	3,8	4,6	4,1	11,1	0,081	0,203

¹Efeito de ordem linear (L) e quadrático (Q) relativo ao período experimental, a 5% de probabilidade. ² $\hat{y} = 30,83 + 0,058x$ ($R^2 = 69,0$); EPM = Erro padrão da média.

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) da interação entre os meses estudados e a variável FC (Tabela 2). Os valores observados neste estudo foram próximos a 67,1 batimentos/min, obtidos por Cerutti et al.⁽⁴⁾ ao avaliar o efeito da aclimatação em vacas holandesas em lactação em uma região de clima subtropical, e superiores (65,4 e 60,7 batimentos/min) aos valores relatados por Moreira et al.⁽¹⁵⁾ estudando a interação do clima semiárido em vacas mestiças mantidas a pasto nos meses compreendido de fevereiro a novembro.

Os resultados médios da variável FC observados neste estudo estiveram dentro da normalidade para a espécie bovina, e os animais não apresentaram indicio de estresse térmico, pois, segundo Moreira et al.⁽¹⁵⁾, somente acima de 120 batimentos/min bovinos refletem carga de calor excessiva; no entanto, condições de estresse térmico não necessariamente causam aumento na variável FC. Segundo Cerutti et al.⁽⁴⁾, os dados de FC na literatura científica em vacas mestiças em lactação são na maioria das vezes discrepantes, devido às diferentes condições ambientais em que foram obtidos e à variação entre os animais: animais menores têm maior FC, fato estritamente ligado à intensidade do metabolismo do animal.

Os valores obtidos para TR ($P > 0,05$) mostraram que não houve interação entre os meses estudados (Tabela 2). Verificou-se que todos os animais avaliados mantiveram a TR dentro da normalidade, corroborando com a classificação de Klein⁽¹⁶⁾ que estabeleceu uma condição normal para bovinos leiteiros que mantêm a TR entre 38,0 e 39,3°C. Os valores médios de TR neste estudo foram inferiores aos obtidos por Tosetto et al.⁽¹⁷⁾ ao avaliar a influência do clima da cidade de Passo Fundo - RS no conforto térmico de vacas leiteiras da raça Holandesa em sistema de semiconfinamento, indicando que os animais avaliados não foram submetidos a nenhum estresse térmico.

A produção de leite não variou significativamente ($P > 0,05$) entre os meses estudados (Tabela 2). Provavelmente o número de animais e a diversidade genética entre eles impediram detectar diferenças significativas. As médias absolutas foram maiores em março e abril (4,6 e 4,1 L/vaca/dia, respectivamente) e

menores em janeiro e fevereiro (3,8 L/vaca/dia). As médias de produção de leite diferem das observadas por Souza et al.⁽¹⁸⁾ quando afirmaram que em ambiente com alta temperatura, os animais aumentam a sudorese, TR e FR, evitando o acúmulo de calor no corpo, conseqüentemente desviando energia que poderia ser utilizado para a produção de leite, o que resultaria em redução do desempenho animal.

Acredita-se que a baixa produção média de leite encontrada neste estudo esteja relacionada ao baixo nível tecnológico e ao manejo inadequado adotado na propriedade onde era realizada a ordenha e não havia fornecimento de ração animal concentrada. Os resultados corroboram com aqueles encontrados por Bertoncelli et al.⁽¹¹⁾ que afirmaram que, em situações onde o manejo nutricional é insuficiente com altas temperaturas e umidade, o estresse térmico dos animais aumenta e, conseqüentemente, a ingestão de alimentos e a produção de leite são subitamente reduzidas.

Os dados médios encontrados para produção de leite neste estudo foram inferiores aos obtidos por Vitor Neto e Bittar⁽¹⁹⁾ (14,6 L/vaca/dia) ao analisar o conforto térmico em vacas mestiças mantidas a pasto em região de clima tropical e não observaram reflexos do estresse térmico ou interferência de variáveis climáticas na produção de leite.

Em relação a produção de leite, comportamento semelhante foram obtidos por Santos et al.⁽²⁰⁾ que não observaram efeito de variáveis climáticas sobre a produção de leite de vacas F1 Holandês x Zebu, indicando, assim como neste estudo, a adaptação dos animais às condições climáticas do ambiente de criação.

Dessa forma, é possível inferir que, mesmo em regiões onde há condições climáticas de alta temperatura, é possível obter resultados satisfatórios na produção de leite, desde que se invista em áreas sombreadas, manejo nutricional e sanitário adequado, fácil acesso à água abundante e de qualidade, tornando o ambiente mais confortável para os animais.

Não houve efeito significativo dos meses estudados para a variável TSF ($P = 0,808$) e TSD ($P = 0,418$), porém a variável TSCA teve aumento linear significativo ($P = 0,021$). Os valores obtidos para a variável RST neste estudo (Tabela 3) mantiveram-se próximos (34,7°C) aos obtidos por Martello et al.⁽²¹⁾ em vacas holandesas alojadas em instalações climatizadas, o que pode indicar ausência de estresse térmico nos animais avaliados neste estudo. Entretanto, acredita-se que apenas a alteração da temperatura medida superficialmente na pelagem dos animais não seja suficiente para a detecção de alterações fisiológicas e ocorrência de estresse térmico nos animais, pois, segundo Martello et al.⁽²¹⁾, essa variável não é homogênea e apresenta variações conforme a superfície anatômica, e está mais sujeita às influências do meio externo.

Tabela 3. Modelos de regressão durante o período experimental (janeiro a abril de 2019) de vacas mestiças criadas a pasto na Amazônia Ocidental.

Variáveis	Período Chuvoso				EPM	Valor P	
	Jan	Feb	Mar	Apr		L ¹	Q ¹
TSF (°C)	35,9	35,9	35,8	35,9	1,06	0,694	0,808
TSD (°C)	36,7	36,6	36,4	36,6	0,50	0,418	0,082
TSCA (°C) ²	34,8	34,9	35,2	35,5	1,05	<0,021	0,533
TSU (°C)	37,5	36,9	37,2	37,6	0,52	0,517	0,724
TSC (°C)	36,4	36,3	36,2	36,4	0,50	0,952	0,246

¹ Efeito de ordem linear (L) e quadrática (Q), relativo ao período experimental, a 5% de probabilidade; ² $\hat{y} = 3475 + 0,0007667x$ (R = 93,3). TSF = Temperatura Superficial da Frente; TSD = Temperatura Superficial do Dorsal; TSCA = Temperatura Superficial da Canela Posterior; TSU = Temperatura da Superfície do Úbere; TSC = Temperatura da Superfície Corporal; EPM = Erro padrão da média.

Não houve diferença significativa (P>0,05) na avaliação do TSU nos meses avaliados, indicando que os meses estudados não influenciaram o TSU dos animais (Tabela 3). Os valores absolutos da variável TSU encontrados neste estudo foram superiores aos 35,8°C registrados por Zotti et al.⁽²²⁾ que avaliaram o efeito da climatização da sala de espera em vacas mestiças criadas a pasto. Valores absolutos elevados para a variável TSU obtidos nos animais avaliados podem indicar reações inflamatórias dos tecidos mamários.

Não houve diferença significativa (P>0,05) na TSC, demonstrando que a vasodilatação periférica realizada pelos animais como forma de perda de calor para o ambiente foi semelhante durante os meses estudados (Tabela 3). Os valores absolutos obtidos para TSC neste estudo foram superiores aos observados por Ávila et al.⁽²³⁾, que avaliaram o efeito do clima no município de Palmeira das Missões – RS sobre os parâmetros fisiológicos de vacas holandesas em lactação. A ausência de estrutura na propriedade avaliada, aliada à não disponibilidade de árvores ou proteção dos animais contra a radiação solar, contribuíram para a maior TSC observado nos animais.

4. Conclusão

Nos meses de março a abril, vacas leiteiras mestiças 3/4 a 5/8 Holandês x Gir criadas a pasto com produção de leite de 5,4±3,3 kg/dia têm a frequência respiratória alterada, mas não se alterou a produção de leite. A sazonalidade amazônica é propícia para causar estresse inicial ou leve em vacas em lactação outros resultados podem ser obtidos utilizando-se vacas de diferentes grupos genéticos não adaptadas, com uso de sombreamento ou em um ano com condições climáticas atípicas.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses

Contribuições do autor

Conceituação: D. A. Costa e V. M. Santos. *Curadoria de dados:* G. R. Moreira e D. A. Costa. *Análise formal:* C. L. Souza, G. R. Moreira e D. A. Costa. *Investigação:* D. A. Costa. *Metodologia:* C. L. Souza, G. R. Moreira e D. A. Costa. *Aquisição de financiamento:* D. A. Costa. *Gerenciamento do projeto:* D. A. Costa e V. M. Santos. *Validação e Visualização:* D. A. Costa e V. M. Santos. *Supervisão:* D. A. Costa e V. M. Santos. *Redação (esboço original):* D. A. Costa e V. M. Santos. *Redação (revisão e edição):* A. V. D. Oliveira, A. M. Queiroz, E. M. B. Reis e B. L. Rosa.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de iniciação científica PIBIC/CNPq e ao grupo de pesquisa GPEAS do IFAC – Campus Sena Madureira.

Referências

1. Nascimento GV, Cardoso EA, Batista NL, Souza BB, Cambú GB. Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais de vacas de leite. Revisão de Literatura. Revista Agropecuária Científica no Semiárido - ACSA. 2013; 9(4), 28-36.
2. Rezende SR, Munhoz SK, Nascimento MRBM, Guimarães JLN. Características de termorregulação em vacas leiteiras em ambiente tropical: revisão. Veterinária Notícias. 2016; 21(1), 18-29. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/VTV21n1a2015.24709>
3. Silva IM, Pandorfi H, Almeida GLP, Guiselini C, Caldas AM. Análise espacial das condições térmicas pré-ordenha de bovinos leiteiros sob regimes de climatização. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental – RBEEA. 2012; 16(8), 903-909. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000800013>
4. Cerutti WG, Bermudes, RF, Viégas J, Martins CMMR. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas ou não a sombreamento e aspersão na pré-ordenha. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. 2013; 14(3), 406-412.
5. Zero RC, Mello SP. Fatores Ambientais na Resposta Fisiológica e Comportamental de Vacas Leiteiras. Nucleus Animalium [Internet]. 2015 Dec 17 [cited 2020 Oct 13];7(2):93-103. Disponível em: <https://doi.org/10.3738/1982.2278.1508>.
6. Daltro AM, Bettencourt AF, Ximenes CAK, Daltro DS, Pinho APS. Efeito do estresse térmico por calor na produção de vacas leiteiras. Pesquisa Agropecuária Gaúcha 2020; 26(1), 288-311. Disponível em: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261288-3117>.
7. Pinheiro AC, Saraiva EP, Saraiva CAS, Fonseca VFC, Almeida MEV, Santos SGGC, Amorim MLCM, Rodrigues Neto PJ. Características anatomofisiológicas de adaptação de bovinos leiteiros ao ambiente tropical. Agropecuária Técnica. 2015; 36(1), 280-293. Disponível em: <https://doi.org/10.25066/agrotec.v36i1.22280>
9. Hahn GL. Management and housing of farm snimsl in hot environments. In: Yosef MK. (ed). Estress physiology in livestock, Boca Raton. CRC. PRESS. 1985; 151-174.
10. Pinheiro MG, Nogueira JR, Lima MLP, Leme PR, Macari M, Naas A, Laloni IA, Roma LC, Titto EA, Pereira AF. 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. Revista Portuguesa de Zootecnia. 2005; 12(2), 37-43.

11. Bertonecelli P, Martin T, Ziech MF, Paris W, Cella P. Conforto Térmico Alterando a Produção Leiteira. EnciBio [Internet]. 1º de dezembro de 2013 [citado 15º de maio de 2022];9(17). Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3061>
12. Cowley FC, Barber DG, Houlihan AV, Poppi DP. Immediate and residual effects of heat stress and restricted intake on milk protein and casein composition and energy metabolism. *Journal of Dairy Science*. 2015; 98(4). Disponível em <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8442>
13. Barros Junior CP, Luz CSM, Fonseca WJL, Araújo ES, Sousa GGT, Sousa Júnior SCS. Avaliação da influência do clima via características termorreguladoras de vacas leiteiras nos períodos seco e chuvoso do ano em Bom Jesus Piauí. *Revista Pubvet – Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2012; 6(35), p. Art. 1472-1477.
14. Nóbrega GH, Silva EMN, Souza BB, Manguieira JMA. Produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa (GVAA)*. 2011; 6(1), 67-73. Disponível em: <https://doi.org/10.18378/rvads.v6i1.592>
15. Moreira SJM, Carvalho CCS, Santos LV, Ruas JRM, Andrade Júnior IO, Aiura ALO, Gonçalves GAM. Respostas Fisiológicas e Adaptabilidade de Vacas ¾ Holandês X Zebu ao Clima do Semiárido. *Boletim de Indústria Animal*. 2017; 74 (3), 162-168. Disponível em: <https://doi.org/10.17523/bia.v74n3p162>
16. Klein BG. *Cunningham trato de fisiologia veterinária*. - 5ª. Ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
17. Tosetto MR, Maia APA, Sarubbi J, Zancanaro BMD, Lima CZ, Sippert MR. Influência do macroclima e do microclima sobre conforto térmico de vacas leiteiras. *Journal of Animal Behaviour Biometeorology*. 2014; 2 (1), 6-10. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14269/2318-1265.v02n01a02>
18. Souza BB, Silva IJO, Mellace EM, Santos RFS, Zotti CA, Garcia PR. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. *ACSA -Agropecuária Científica no Semi-Árido*. 2010; 6 (2), 59-65. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v6i2.69>
19. Vitor Neto O, Bittar DY. Análise do conforto térmico e sua influência na produção e qualidade do leite em ambiente de domínio de cerrado. *Revista Pubvet – Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2018 Abr;4(a75):1-6. Disponível em: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n4a75.1-6>
20. Santos LV, Carvalho CCS, Ruas JRM, Diniz TA, Silva EAS, Moreira SJM. Impacto do microclima sobre a fisiologia, pelame e produção de leite de vacas lactantes em diferentes estações do ano. *Revista de Ciências Agroveterinárias*. 2018; 7 (3), 368-376. Disponível em: <https://doi.org/10.5965/223811711732018368>
21. Martello L, Savastano Júnior H, Silva SL, Titto EAL. Respostas Fisiológicas e Produtivas de Vacas Holandesas em Lactação Submetidas a Diferentes Ambientes. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2004; 33(1), 181-191.
22. Zotti CA, Zotti MLN, Petrolli TG, Basso AC. Climatização da sala de espera para vacas criadas a pasto sem sombreamento. *Archivos de zootecnia*. 2017; 66(254):167-171. Disponível em: <https://doi.org/10.21071/az.v66i254.2318>.
23. Avila AS, Jácome IMTD, Faccenda A, Panazzolo DM, Müller ER. Evaluation and correlation of physiological parameters and bioclimatic indexes holstein cows in different seasons. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*. 2013; 14(14), 2878–2884. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2236117010747>