

## Efeito da raça e do sistema integrado pecuária-floresta na hipertermia em novilhas leiteiras durante o verão

Clara Slade Oliveira<sup>(1)</sup>, Yara Beatriz Moreira<sup>(2)</sup>, Hugo Rocha Sabença Dias<sup>(2)</sup>, Victor Felipe Sophia da Costa Neves<sup>(3)(6)</sup>, Celio de Freitas<sup>(1)</sup>, Naiara Zoccal Saraiva<sup>(4)</sup>, Alexandre Ortega Gonçalves<sup>(5)</sup>, Bruno Campos Carvalho<sup>(4)</sup>, Luiz Sergio de Almeida Camargo<sup>(4)</sup> e Marcelo Dias Muller<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup>Analista, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. <sup>(2)</sup>Estagiário, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. <sup>(3)(6)</sup>Bolsista (Pibic/CNPq), Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. <sup>(4)</sup>Pesquisadores, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. <sup>(5)</sup>Pesquisador, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ. <sup>(6)</sup>E-mail: victorfelipecabofrio@hotmail.com.

**Resumo** — Uma abordagem promissora para mitigar os efeitos do estresse térmico na função reprodutiva é o uso de sistemas integrados pecuária-floresta (IPF). O objetivo deste estudo foi mensurar os benefícios do IPF na atenuação da hipertermia de novilhas Holandesas e Girolando, em comparação com pasto em pleno sol (PS). Foi coletada a temperatura vaginal em oito dias com limite de ITU acima de 78 (média de ITU 74.98), nos quais o sistema IPF atenuou ( $p = 0.04$ ) a hipertermia nas raças Holandesa e Girolando. Em outros sete dias coletados, com limite de ITU abaixo de 77.9 (média de ITU 69.18), não houve efeito ( $p = 0.29$ ) do sistema na hipertermia vaginal. Novilhas da raça Holandesa apresentaram hipertermia mais acentuada ( $p < 0.001$ ) do que novilhas Girolando, nas duas condições de ITU. Após o experimento, os animais dos dois grupos (IPF e PS) foram acompanhados por dois dias com limite de ITU acima de 78. Não houve diferença ( $p = 0.45$ ) entre as temperaturas coletadas entre os animais que passaram o verão no IPF ou PS, confirmando que os efeitos do sistema na atenuação da hipertermia, durante o experimento. A raça Holandesa continuou apresentando temperaturas mais altas ( $p = 0.04$ ) do que animais Girolando 3/4. Em conclusão, o sistema ILF demonstrou resultados promissores na atenuação da hipertermia de novilhas leiteiras, em dias de alto ITU, podendo contribuir para a mitigação do estresse térmico durante o verão, especialmente em novilhas da raça Holandesa.

Termos para indexação: sistema integrado, estresse térmico, temperatura vaginal, Girolando.

## Breed and integrated livestock-forestry system effects on dairy heifers hyperthermia during summer

**Abstract** — A promising approach to mitigate the effects of heat stress on reproductive function is the use of Integrated Livestock-Forest Systems (ILF). The objective of this study was to measure the benefits of ILF in mitigating hyperthermia in Holstein and Girolando heifers. Vaginal temperature was recorded on eight days with a THI (Temperature-Humidity Index) limit above 78 (average THI 74.98), during which the ILF system attenuated ( $p = 0.04$ ) hyperthermia in both Holstein and Girolando breeds. On another seven days with a THI limit below 77.9 (average THI 69.18), there was no effect ( $p = 0.29$ ) of the system on vaginal hyperthermia. Holstein heifers exhibited more pronounced hyperthermia ( $p < 0.001$ ) compared to Girolando heifers under both THI conditions. After the experiment, animals from both ILF and conventional Full Sun (FS) systems left the ILF and FS pasture and were monitored for two days with THI limit above 78, at a conventional pasture. There was no difference ( $p = 0.45$ ) in temperatures recorded between animals that spent the summer in ILF or FS, confirming the system's effects on attenuating hyperthermia during the experiment. Holstein breed heifers continued to exhibit higher temperatures ( $p = 0.04$ ) than 3/4 Girolando animals. In conclusion, the ILF system demonstrated promising results in attenuating hyperthermia in dairy heifers on high THI days, potentially contributing to the mitigation of heat stress during summer, especially for Holstein heifers.

Index terms: integrated system, thermal stress, vaginal temperature, Girolando.

## Introdução

O aquecimento global revela um futuro desafiador para a fertilidade de bovinos leiteiros, já que o estresse térmico afeta a função reprodutiva desses animais. O comprometimento da função reprodutiva está diretamente relacionado ao nível de estresse, podendo ser estimado indiretamente pelo índice de temperatura e umidade relativa do ar (ITU), como: leve (72 a 78); moderado (79 a 88) ou severo (89 a 98), para animais da raça Holandesa (Armstrong, 1994). O estresse térmico apresenta efeitos deletérios pronunciados e duradouros quando há o aumento das temperaturas corpóreas acima de 39.1 °C (HANSEN, 2019). A raça Girolando, entretanto, apresenta resistência maior ao calor, suportando temperaturas até 39.5 °C sem sofrer efeitos fisiológicos danosos evidentes (SOUZA-CÁCARES et al., 2019), porém seus efeitos sob a função reprodutiva não foram estimados. Uma estratégia para atenuar o ITU é alocar os animais em sistemas integrados, que reduzem a carga de radiação e a temperatura corporal dos animais, conferindo maior conforto térmico (NAVARINI et al., 2009). O objetivo desse estudo foi avaliar a ocorrência de hipertermia em novilhas Holandesas e Girolando 3/4 durante o verão, e como o sistema IPF pode atenuá-la.

## Material e métodos

**Caracterização do sistema** — O estudo foi conduzido na Embrapa Gado de Leite, Campo Experimental Santa Mônica – Valença, RJ, no Núcleo de Pesquisa, Desenvolvimento, Inovação e Transferência de Tecnologia em Intensificação Sustentável na Agropecuária – NISA, em uma área de quatro hectares, com declividade média de 20%; dois hectares de sistema integrado pecuária-floresta (IPF, *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, (clone 1407), plantadas em curvas de nível com espaçamento de 25 m entre linhas e 2 m dentro das linhas, 200 árvores por hectare) e 2 hectares de sistema de pastagem solteira, em pleno sol (PS). O período experimental foi de novembro de 2021 a março de 2022.

**Desenho experimental** — O experimento foi aprovado pela CEUA-EGL (7374130921). O ITU dos dias foi calculado com base em estação meteorológica INMET localizada fora do NISA, no CESM. A temperatura vaginal dos animais mantidos nos sistemas (n= 8 Holandesas e 8 Girolando ¾ em cada sistema, IPF e PS), no verão 2021–2022, foi coletada em 15 dias espaçados ao longo do verão. Ao final do ensaio, 2 dias adicionais foram coletados com os animais fora dos sistemas, para confirmar que os efeitos observados estavam relacionados ao sistema, e não ao grupo de animais utilizado.

**Coleta de temperatura vaginal e análise dos dados** — A temperatura vaginal foi coletada a cada 15 minutos, com implantes intravaginais de silicone contendo sensor iBotton data logger- DS1921H-F5# Thermochron (Maxim Integrated, San Jose, CA, USA). Para cada dia analisado foi gerado um gráfico e sua área acima da temperatura 39.1 °C calculada. Os valores de área do gráfico foram transformados em logaritmo para atingirem a distribuição normal. Os dados foram comparados utilizando modelo de regressão linear mista (lmer), ajustado com os efeitos fixos (sistema e raça) e aleatórios (animal e dia) com a verossimilhança de um modelo reduzido. Foi utilizado o Software R, pacotes: pROC, tidy, ggplot2, dplyr, graphics, tidyverse, ez, reshape2, emmeans, MASS, lme4 e lmerTest.

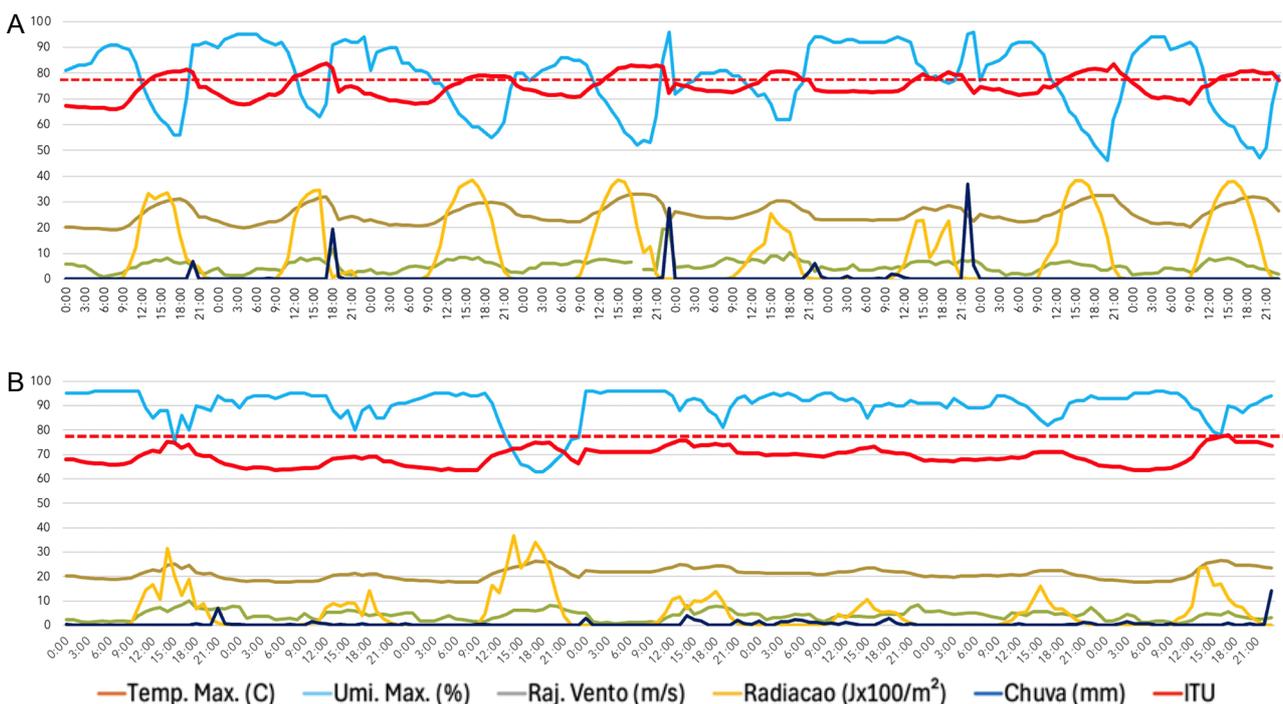
## Resultados e discussão

O experimento foi iniciado 24 meses após plantio, quando a ocupação florestal (AB/ha) era de 1.39 m<sup>2</sup>/ha (início do verão) a 2.14 m<sup>2</sup>/ha (final do verão). Dos 15 dias coletados,

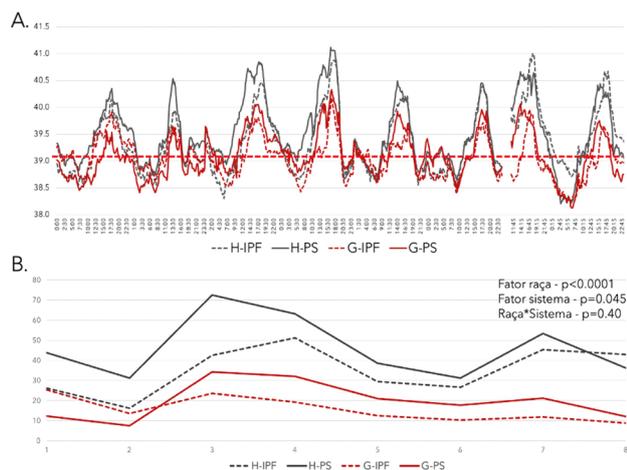
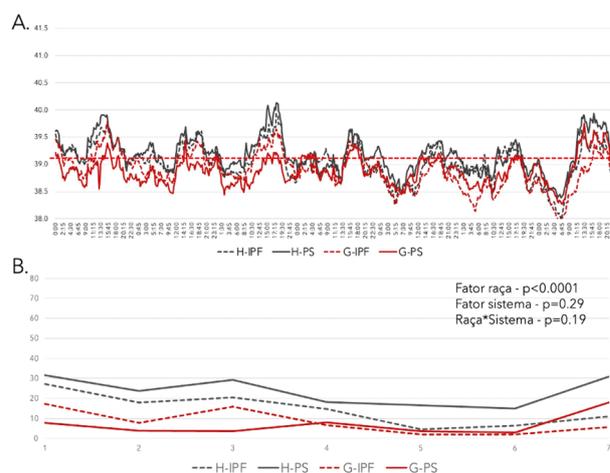
oito dias apresentaram limite de ITU acima de 78 (média de ITU  $74.98 \pm 4.50$ ) (Figura 1.A), e sete dias apresentaram limite de ITU abaixo de 77.9 (média de ITU  $69.18 \pm 3.56$ ) (Figura 1.B). Não houve interação ( $p > 0.05$ ) entre os fatores raça e sistema. Observamos que, em dias de ITU limítrofe acima de 78, o sistema IPF atenuou ( $p = 0.04$ ) a hipertermia nos animais (Figura 2.I.A e 2.I.B), e a hipertermia ocorreu mais intensamente ( $p < 0.001$ ) em animais da raça Holandesa. As médias e desvio padrão de temperatura vaginal nos oito dias analisados foram G-PS:  $39.10 \pm 0.55$ , G-IPF:  $39.05 \pm 0.50$ , H-PS:  $39.49 \pm 0.73$ , H-IPF:  $39.33 \pm 0.71$ . As médias e erro padrão de área do gráfico acima de  $39.1^\circ\text{C}$  para os dias analisados foram G-PS:  $19.80 \pm 3.36$ , G-IPF:  $15.69 \pm 2.20$ , H-PS:  $46.27 \pm 5.41$ , H-IPF:  $35.07 \pm 4.26$ .

No entanto, em dias de ITU limítrofe abaixo de 77.9 (Figura 2.II.A e 2.II.B), não houve efeito do sistema ( $p = 0.29$ ). Novilhas da raça Holandesa apresentaram hipertermia mais acentuada ( $p < 0.001$ ) do que novilhas Girolando, também nessas condições de ITU. As médias e desvio padrão de temperatura vaginal nos sete dias analisados foram G-PS:  $38.88 \pm 0.38$ , G-IPF:  $38.89 \pm 0.44$ , H-PS:  $39.18 \pm 0.51$ , H-IPF:  $39.06 \pm 0.47$ . As médias e erro padrão de área do gráfico acima de  $39.1^\circ\text{C}$  para os dias analisados foram G-PS:  $6.79 \pm 2.00$ , G-IPF:  $8.18 \pm 2.34$ , H-PS:  $23.58 \pm 7.13$ , H-IPF:  $14.61 \pm 3.02$ .

No ensaio pós-experimento, quando os animais dos grupos IPF e PS foram realocados em condições similares, em pleno sol (média de ITU  $74.08 \pm 5.01$ ), não houve diferença ( $p = 0.45$ ) entre os grupos. Este resultado confirma que as diferenças observadas eram devidas às condições de sombra no sistema IPF, durante o experimento. As temperaturas vaginais de fêmeas da raça Holandesa se mantiveram maiores ( $p = 0.04$ ) do que as das fêmeas Girolando. Não houve interação entre os fatores raça e sistema ( $p = 0.98$ ). As médias e desvio padrão de temperatura vaginal nos dois dias analisados foram G-PS:  $30.74 \pm 4.61$ , G-IPF:  $36.28 \pm 2.89$ , H-PS:  $44.71 \pm 8.26$ , H-IPF:  $53.04 \pm 12.15$ . As médias e desvio padrão de área do gráfico acima de  $39.1^\circ\text{C}$  para os dias analisados foram G-PS:  $6.79 \pm 2.00$ , G-IPF:  $8.18 \pm 2.34$ , H-PS:  $23.58 \pm 7.13$ , H-IPF:  $14.61 \pm 3.02$ .



**Figura 1.** Dados climáticos dos dias estudados. I. Dias com ITU limite acima ou igual a 78. II. Dias com ITU limite abaixo de 78.

I. Dias de ITU limítrofe  $\geq 78$ II. Dias de ITU limítrofe  $< 78$ 

**Figura 2.** Temperatura vaginal (A) e área do gráfico acima de 39.1 °C (B) para novilhas Girolando 3/4 e Holandesas mantidas durante o verão em sistema IPF ou Pleno Sol, em dias de limite de ITU acima ou igual 78 (I) e abaixo de 78 (II).

## Conclusões

A raça Holandesa foi mais exposta a temperaturas vaginais deletérias para a função reprodutiva ( $> 39.1^{\circ}\text{C}$ ) do que a raça Girolando, conforme esperado. Em dias nos quais o ITU excedeu o limite de 78, em ambas as raças, animais mantidos no Sistema IPF sob a ocupação florestal de 1.39  $\text{m}^2/\text{ha}$  - 2.14  $\text{m}^2/\text{ha}$  apresentaram atenuação da hipertermia em relação aos animais mantidos no Pleno Sol. Não foi observado esse efeito nos dias em quais o ITU não atingiu 78.

## Agradecimentos

Ao apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – Brasil, e Embrapa 20.20.03.040.00.00 e 20.22.06.007.00.00. Agradecemos à equipe do Laboratório de Reprodução Animal, Campo Experimental Santa Mônica e Núcleo de Intensificação Sustentável na Agropecuária pelo acompanhamento, orientação e apoio durante o período de estudos e treinamento.

## Referências

ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 7, p. 2044-2050, 1994.

HANSEN, Peter J.; Reproductive physiology of the heat-stressed dairy cow: implications for fertility and assisted reproduction. **Animal Reproduction**, v. 16, n. 3, p. 497-507, 2019.

NAVARINI, F. C.; KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A. T.; TEIXEIRA, R. A.; ALMEIDA, C. P. Thermal comfort of nelore bovine in pasture under several lighting conditions. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 4, p. 508-517, 2009.

SOUZA-CÁCARES, M. B.; FIALHO, A. L. L.; SILVA, W. A. L.; CARDOSO, C. J. T.; PÖHLAND, R.; MARTINS, M. I. M.; MELO-STERZA, F. A. Oocyte quality and heat shock proteins in oocytes from bovine breeds adapted to the tropics under different conditions of environmental thermal stress. **Theriogenology**, v. 130, p. 103-110, 2019.