

## Hipertermia em novilhas leiteiras no verão e efeitos atenuantes do sistema integrado pecuária-floresta em diferentes estádios de crescimento

Victor Felipe Sophia da Costa Neves<sup>(1)(6)</sup>, Hugo Rocha Sabença Dias<sup>(2)</sup>, Celio de Freitas<sup>(3)</sup>, Marcelo Dias Muller<sup>(4)</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 Clara Slade Oliveira<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Bolsista (Pibic/CNPq.), Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. <sup>(2)</sup>Estagiário, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. <sup>(3)</sup>Analista, 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** — O uso de sistemas integrados pecuária-floresta (IPF) pode aumentar o conforto térmico de bovinos, especialmente no verão. Entretanto, poucas informações estão disponíveis a respeito do estágio de crescimento das árvores no sombreamento e na temperatura dos animais. O objetivo deste estudo foi verificar os efeitos do IPF na atenuação da hipertermia de novilhas Girolando 3/4, acompanhando o resultado por três verões subsequentes conforme o crescimento das árvores (24, 36 e 48 meses após a implantação do sistema), em comparação com pasto em pleno sol (PS). No primeiro ano analisado (2º ano de crescimento do sistema), as árvores apresentavam ocupação florestal (AB por ha) de 1.39 m<sup>2</sup>/ha (início do verão) a 2.14 m<sup>2</sup>/ha (final do verão), e nos oito dias analisados (ITU 74.98±4.50) não houve redução (p igual 0.47) da hipertermia dos animais no IPF. No 3º ano de crescimento, a ocupação florestal foi de 3.14 m<sup>2</sup>/ha (início do verão) a 4.18 m<sup>2</sup>/ha (final do verão), e nos 11 dias analisados (ITU 74.98±4.90) os efeitos atenuantes (p igual 0.06) da hipertermia foram estatisticamente significativos a nível de significância de 10%, no IPF. No 4º ano de crescimento, a ocupação florestal foi de 5.33 m<sup>2</sup>/ha (início do verão) a 6.60 m<sup>2</sup>/ha (final do verão), e nos 12 dias coletados (ITU 75.74±5.08) não houve efeito do IPF na temperatura vaginal dos animais (PS: 7.16±1.90, IPF: 9.55±2.27, p igual 0.46). Somado a outros dados, esse resultado pode contribuir para recomendações práticas de desbaste dos sistemas integrados.

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

### Hyperthermia in dairy heifers during summer and attenuating effects of an integrated livestock-forestry system in distinct stages of growth

**Abstract** — The use of integrated livestock-forest systems (ILF) can increase the thermal comfort of cattle, especially in the summer. However, there is little information available regarding the growth stage of the trees in shading and animal temperature. The objective of this study was to verify the effects of ILF in mitigating hyperthermia in Girolando heifers, monitoring the results over three subsequent summers as the trees grew (24, 36, and 48 months after system implementation), compared to pasture in full sun (FS). In the first year analyzed, the 2nd year of system growth, the trees had a forest occupation (AB per ha) of 1.39 m<sup>2</sup> per ha (beginning of summer) to 2.14 m<sup>2</sup> per ha (end of summer), and in the eight days analyzed (THI 74.98±4.50) there was no reduction (p equal 0.47) in animal hyperthermia in the ILF. In the 3rd year of growth, the forest occupation was 3.14 m<sup>2</sup> per ha (beginning of summer) to 4.18 m<sup>2</sup> per ha (end of summer), and in the 11 days analyzed (THI 74.98±4.90), the attenuating effects (p=0.06) of hyperthermia were statistically significant at a 10% significance level in the ILF. In the 4th year of growth, the forest occupation was 5.33 m<sup>2</sup> per ha (beginning of summer) to 6.60 m<sup>2</sup> per ha (end of summer), and in the 12 evaluated days (THI 75.74±5.08), there was no effect of ILF on the vaginal temperature of the animals

(PS:  $7.16 \pm 1.90$ , IPF:  $9.55 \pm 2.27$ ,  $p$  igual 0.46). Combined with other data, this result may contribute to practical recommendations for managing integrated systems.

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

## Introdução

O aquecimento global aponta um futuro desafiador para a fertilidade em bovinos leiteiros, já que o sistema reprodutivo apresenta efeitos deletérios pronunciados e duradouros quando há o aumento das temperaturas corpóreas acima de  $39,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Hansen, 2019). Além dos serviços ecossistêmicos da agrofloresta e seus inúmeros benefícios ambientais, os sistemas integrados pecuária-floresta (IPF) podem mitigar os efeitos do estresse térmico nos animais. Os sistemas IPF são alternativas para atenuar o índice de temperatura-umidade (ITU), um indicador amplamente utilizado para o estresse térmico (Armstrong, 1994), reduzindo a carga de radiação no pasto (Navarini et al., 2009). O efeito da sombra diminui a temperatura corporal, aumenta o conforto térmico e o desempenho (Navarini et al., 2009; Paciullo et al., 2014) em bovinos. Para a recomendação de manejo de novilhas leiteiras no sistema IPF, faz-se necessário entender o benefício da sombra em função da dinâmica de crescimento das árvores. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a ocorrência de hipertermia em novilhas Girolando 3/4 durante o verão, e como o sistema IPF pode atenuá-la em seus diferentes estádios de crescimento. Assim, comparamos os resultados durante três verões consecutivos a partir da implementação do Núcleo de Intensificação Sustentável na Agropecuária, no Campo Experimental Santa Mônica, de acordo com o crescimento das árvores, para entender a variação encontrada ao longo dos anos.

O conteúdo desse documento vai ao encontro dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) contidos na Agenda 2030, proposta pela Organização das Nações Unidas, da qual o Brasil é signatário, nos seguintes objetivos específicos: ODS 1 – “Erradicação da pobreza: Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares”; ODS 2 – “Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável”; ODS 8 – “Empregos dignos e crescimento econômico: Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos”; ODS 12 – “Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis”.

## 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 25m entre linhas e 2m dentro das linhas, 200 árvores por hectare) e dois hectares de sistema de pastagem solteira, em pleno sol (PS). O período experimental foi de novembro de 2021 a março de 2024.

**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 CEM. Três ensaios foram conduzidos para coletar a temperatura vaginal dos animais mantidos nos sistemas. No ensaio 1 ( $n = 8$  novilhas Girolando 3/4 em cada sistema, IPF e PS), conduzido no verão 2021–2022, os dados foram coletados em oito dias

(11/12, 12/12, 21/12, 22/12, 05/01, 06/01, 22/01 e 23/01). No ensaio 2, o sistema foi acompanhado no verão de 2022-2023 (n= 5 novilhas Girolando 3/4 em cada sistema, IPF e PS), em 11 dias (23/02, 24/02, 25/02, 26/02, 27/02, 28/02, 01/03, 02/03, 03/03, 04/03, 05/03). No ensaio 3, conduzido no verão de 2023-2024 (n = 5-6 novilhas Girolando 3/4 em cada sistema, IPF e PS), os dados foram coletados em 12 dias (23/12, 13/01, 14/01, 15/01, 16/01, 17/01, 18/01, 10/02, 11/02, 12/02, 13/02, 14/02). Em todos os dias coletados, o ITU superou o limite de 78.

**Coleta de temperatura vaginal e análise dos dados** - A coleta da temperatura vaginal foi realizada a cada 15m, por implantes intravaginais de silicone contendo sensor iBotton data logger- DS1921H-F5# Thermochron (Maxim Integrated, San Jose, CA, USA) envolvido com parafilm. 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.

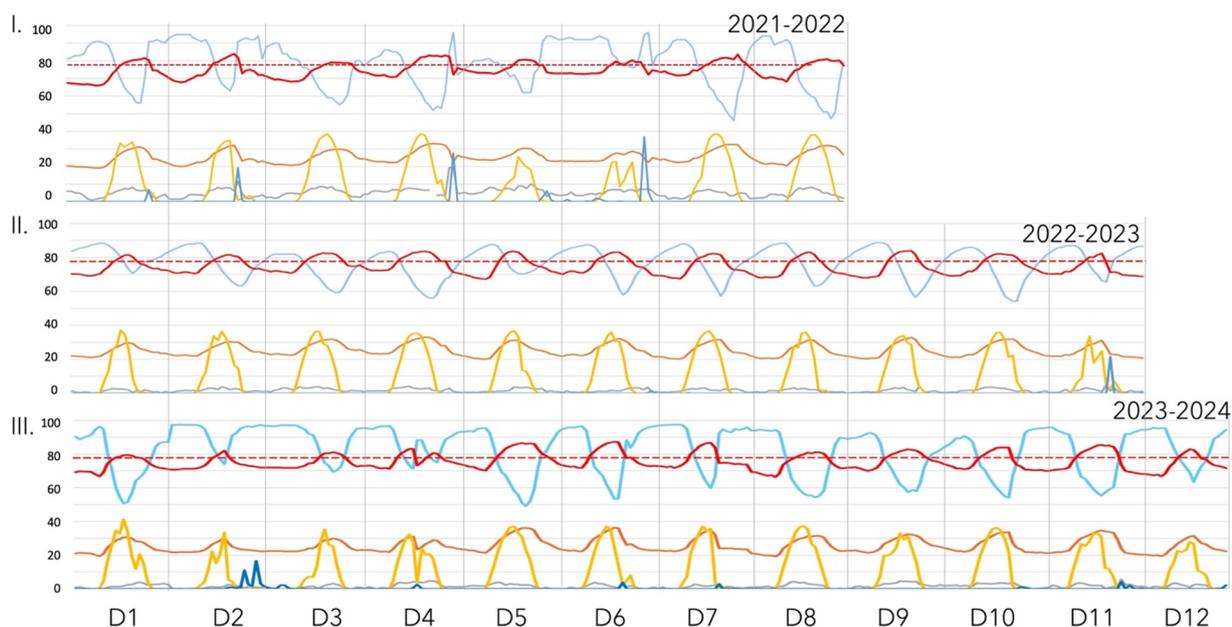
## Resultados e discussão

No ensaio 1, realizado no 2º ano de crescimento do sistema, com ocupação florestal (AB por ha) de 1.39 m<sup>2</sup> por ha (início do verão) a 2.14 m<sup>2</sup> por ha (final do verão), foram coletados oito dias com limite de ITU acima de 78 (média de ITU 74.98 ± 4.50) (Figura 1.I). Observamos que o sistema IPF não atenuou (p igual 0.47) a hipertermia nos animais (Figura 2.I.A e 2.II.A). As médias de área do gráfico acima de 39.1°C para os dias analisados foram PS:19.80 ± 3.36 e IPF:15.69 ± 2.20. As médias ± desvio padrão de temperatura vaginal nos oito dias analisados foram PS:39.10±0.55 e IPF:39.05 ± 0.50.

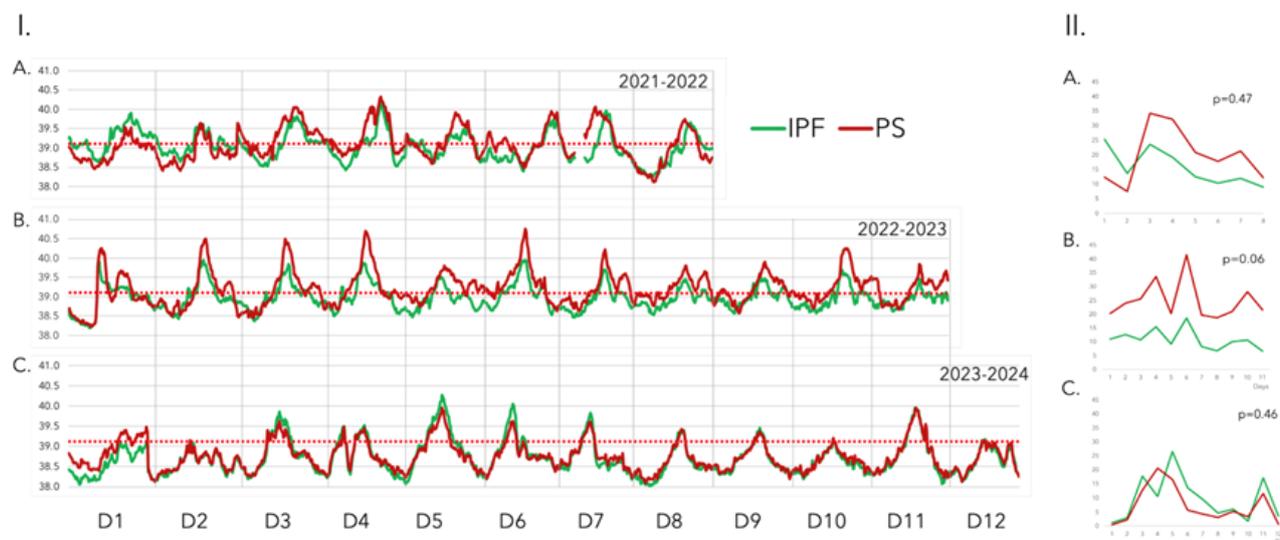
No ensaio 2, realizado no 3º ano de crescimento do sistema, a ocupação florestal foi de 3.14 m<sup>2</sup> por ha (início do verão) a 4.18 m<sup>2</sup> por ha (final do verão), foram coletados 11 dias com limite de ITU acima de 78 (média de ITU 74.98 ± 4.90) (Figura 1.II). Os efeitos atenuantes da hipertermia foram estatisticamente significativos a nível de significância de 10%, no IPF (PS:24.90 ± 4.85, IPF:10.90 ± 2.63, p = 0.06) (Figura 2.I.B e 2.II.B). As médias ± desvio padrão de temperatura vaginal nos 11 dias analisados foram PS:39.19 ± 0.41 e IPF:38.96 ± 0.53.

No ensaio 3, conduzido no 4º ano de crescimento do sistema (verão de 2023-2024), a ocupação florestal foi de 5.33 m<sup>2</sup> por ha (início do verão) a 6.60 m<sup>2</sup> por ha (final do verão), e os dias coletados apresentaram limite de ITU acima de 78 (média de ITU 75.74 ± 5.08) (Figura 1.III). Observamos que o sistema IPF não atenuou a hipertermia em animais Girolando 3/4 (PS: 7.16±1.90, IPF: 9.55±2.27, p igual 0.46) (Figura 2.I.C e 2.II.C). As médias ± desvio padrão de temperatura vaginal nos 12 dias analisados foram PS:38.68±0.53 e IPF:38.71±0.55.

Os resultados apresentados indicam que a ocupação florestal acima do encontrado aos 36 meses podem ser excessivos e especulamos que possivelmente ocasionou aumento da umidade, afetando a regulação da temperatura corpórea. Entretanto, é importante ressaltar que as temperaturas vaginais no ensaio 3 foram numericamente inferiores, até no pasto em pleno sol, por motivos não controlados neste experimento. Análises do microclima e condições do sistema podem auxiliar a entender o ocorrido, e definir recomendações para a redução desta ocupação, por meio de desbastes dos sistemas IPF para recria de novilhas em áreas montanhosas.



**Figura 1.** Dados climáticos dos dias (D) estudados, durante os três verões de acompanhamento do crescimento do sistema IPF. I. Verão 2021-2022, 24 meses após implantação. II. Verão 2022-2023, 36 meses após implantação. III. Verão 2023-2024, 48 meses após implantação.



**Figura 2.** Temperatura vaginal (I) e área do gráfico acima de 39.1 °C (II) para novilhas Girolando  $\frac{3}{4}$  mantidas em sistema IPF ou Pleno Sol. A. Verão 2021-2022, 24 meses após implantação; B. Verão 2022-2023, 36 meses após implantação; C. Verão 2023-2024, 48 meses após a implantação.

## Conclusões

A comparação de resultados obtidos nos três anos do sistema sugere maior benefício para a atenuação da hipertermia dos animais no 3º ano de crescimento do sistema, com ocupação florestal entre 3.14 m<sup>2</sup> por ha a 4.18 m<sup>2</sup> por ha). Ressaltamos que a comparação apresentada deve ser interpretada com cuidado, devido ao baixo número de animais estudados.

## 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 LRA, CEM e NISA 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.

PACIULLO, D.S.C.; PIRES, M.F.A.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; MAURÍCIO, R.M.; GOMIDE, C.A.M.; SILVEIRA, S.R. Sward characteristics and performance of dairy cows in organic grass-legume pastures shaded by tropical trees. **Animal**, v. 8, p. 1264-1271, 2014.