

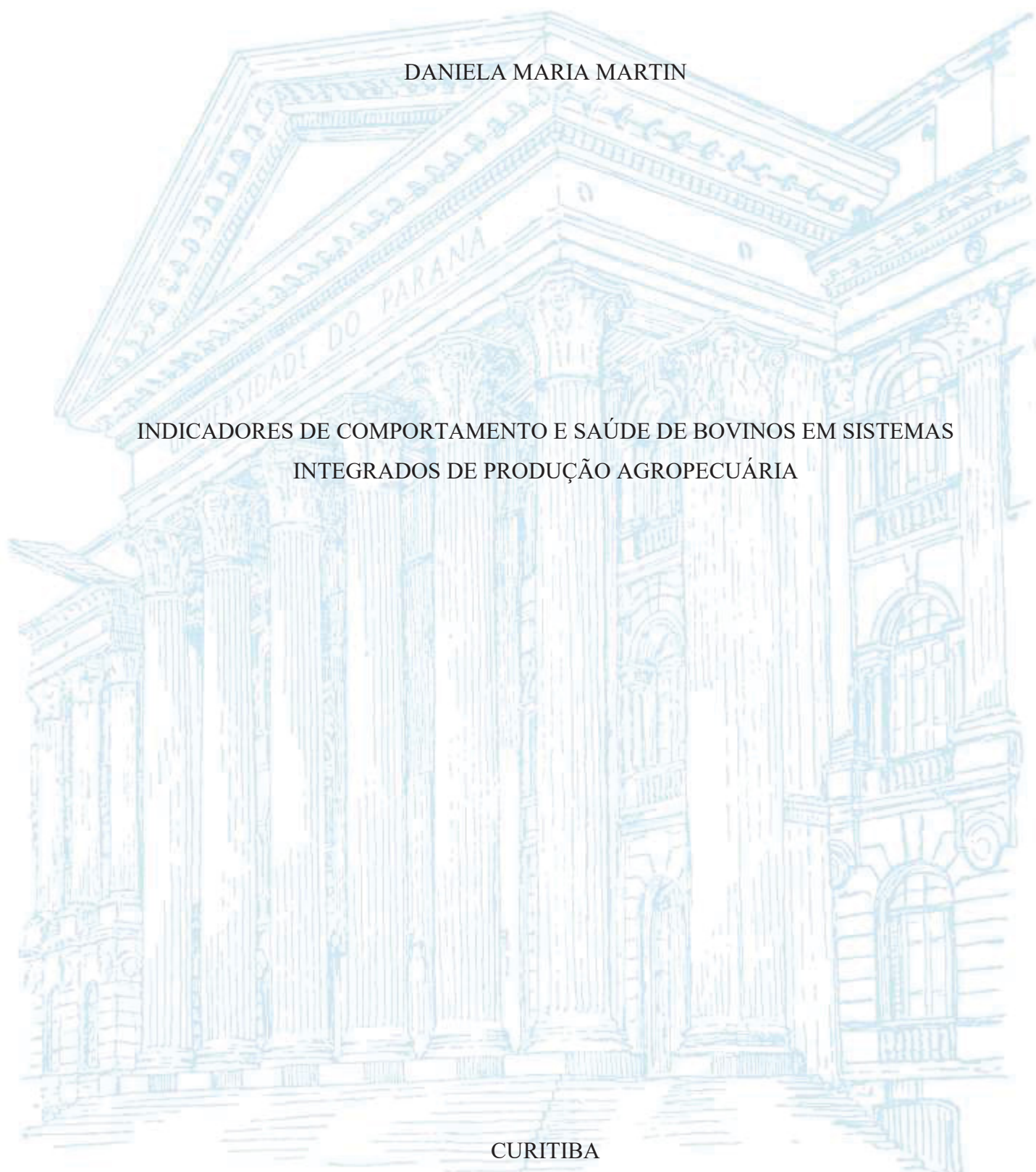
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DANIELA MARIA MARTIN

INDICADORES DE COMPORTAMENTO E SAÚDE DE BOVINOS EM SISTEMAS
INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

CURITIBA

2022



DANIELA MARIA MARTIN

INDICADORES DE COMPORTAMENTO E SAÚDE DE BOVINOS EM SISTEMAS
INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Anibal de Moraes

Coorientador: Prof. Dr. Leandro Bittencourt de Oliveira

CURITIBA

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Martin, Daniela Maria

Indicadores de comportamento e saúde de bovinos em sistemas integrados de produção agropecuária / Daniela Maria Martin. – Curitiba, 2022.

1 recurso online: PDF.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal).

Orientador: Prof. Dr. Anibal de Moraes

Coorientador: Prof. Dr. Leandro Bittencourt de Oliveira

1. Agrossilvicultura. 2. Comportamento animal. 3. Bioética. I. Moraes, Anibal de. II. Oliveira, Leandro Bittencourt de. III. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal). IV. Título.

Bibliotecária: Telma Terezinha Stresser de Assis CRB-9/944



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL) - 40001016031P6

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **DANIELA MARIA MARTIN** intitulada: **INDICADORES DE COMPORTAMENTO E SAÚDE DE BOVINOS EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**, sob orientação do Prof. Dr. ANIBAL DE MORAES, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutora está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 26 de Agosto de 2022.

Assinatura Eletrônica
30/08/2022 07:46:51.0
ANIBAL DE MORAES
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
29/08/2022 14:19:42.0
MARCELO BELTRÃO MOLENTO
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
31/08/2022 10:32:45.0
RUDIGER DANIEL OLLHOFF
Avaliador Externo (PONTIFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO
PARANA)

Assinatura Eletrônica
12/09/2022 14:57:53.0
JEAN CARLOS MEZZALIRA
Avaliador Externo (CONSULTORIA EM SISTEMAS INTEGRADOS DE
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA)

À minha família que sempre alicerçou os meus sonhos,

dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus que me concedeu a vida e me proporciona diariamente a possibilidade de viver os meus sonhos.

Aos meus pais Jamur J. Martin e Margarete S. Martin, pelo apoio irrestrito, pelas palavras, abraços, pelos exemplos, por tudo que fizeram e fazem por mim e, principalmente, por acreditarem e terem me ajudado a tornar este momento possível.

Aos meus irmãos Camila C. Martin e Tiago J. Martin, a quem devo meu amor e minha gratidão por terem tão docemente dividido tudo comigo e estarem cada vez mais e sempre ao meu lado.

Ao meu amado esposo Bruno Bora, pela parceria, incentivo e valorização do meu trabalho. Por abraçar os meus sonhos e me confortar nos momentos difíceis.

As minhas amigas, Barbara E. S. Ruthes, Bruna B. Santos, Camila V. Castro, Georgia B. Kleina, Heloísa F. Cavalli, Karllas S. Freitas e Renata F. Moraes por sempre estarem por perto trazendo alegria, me incentivando e dividindo comigo os momentos bons e ruins.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Anibal de Moraes, que durante toda minha jornada, desde a graduação, teve a paciência e a sabedoria de me orientar pelo caminho acadêmico e me trazer até este momento. Por todos os ensinamentos, exemplos e amizade.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Leandro Bittencourt de Oliveira, que me incentivou, e se dedicou junto comigo para a conclusão deste trabalho. Pela dedicação, amizade e encorajamento.

A toda equipe do NITA, pela acolhida pelos bons momentos passados juntos e por toda a colaboração. Em especial, agradeço à Profa. Dra. Claudete Reisdorfer Lang, à Profa. Dra. Alda L. Gomes Monteiro, ao Prof. Dr. Marcelo B. Molento, à Renata F. Moares, à Barbara E. S. Ruthes, ao Thales B. Portugal, ao Charles L. G. Sanchês e ao Silvano Kruchleski pela ajuda nas avaliações e elaboração deste trabalho.

Ao programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal pela oportunidade, em especial à Lucimara Antunes da coordenação sempre prestativa, e à Maria Emília Kudla do Laboratório de Fitotecnia que não mede esforços para ajudar os alunos.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos viabilizando a realização deste trabalho.

“Uma vida não questionada não merece ser vivida.”

Platão

RESUMO

Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) distinguem-se pela reconhecida redução dos principais desafios enfrentados pelo setor do agronegócio. Contudo, ainda existem lacunas no conhecimento a respeito de todos os benefícios que os SIPA são capazes de gerar. Objetiva-se com este trabalho avaliar a influência da adoção de sistemas integrados de produção agropecuária sobre o escore de infestação, número de aplicações de acaricidas e ganho médio diário de novilhos de corte em pastejo (Capítulo 1), o bem-estar de bovinos de corte em sistemas integrados de produção agropecuária utilizando medidas baseadas em recursos e nos animais a partir de critérios extraídos do protocolo Welfare Quality® (Capítulo 2) e o temperamento de bovinos em pastejo (Capítulo 3). Os experimentos dos três capítulos da tese foram realizados na fazenda experimental Canguiri da Universidade Federal do Paraná, em Pinhais-PR, no protocolo experimental de longo prazo do Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA). No capítulo 1, foi avaliada a influência dos componentes agrícola e florestal sobre o nível de infestação por carrapatos nos bovinos. Constatou-se que a rotação espaço-temporal com o componente lavoura resultou em menor infestação por carrapatos, uma vez que a presença da lavoura interrompeu o ciclo de vida dos carrapatos no ambiente pastoril. Para o capítulo 2, foram realizadas avaliações de bem-estar com medidas baseadas em recursos e nos animais, pesquisando a influência do componente arbóreo sobre as variáveis. A relação ser humano-animal melhor se configurou no sistema pecuária-floresta, possivelmente pela presença das árvores no ambiente favorecendo o ocultamento dos animais e conferindo maior sensação de segurança. Já no capítulo 3, foi testada a interferência da inclusão do componente arbóreo sobre o temperamento dos bovinos em pastejo, o qual apresentou efeito positivo evidenciado pela redução no escore de reatividade dos animais. Este efeito pode estar associado ao enriquecimento ambiental promovido pela inserção das árvores no ambiente pastoril. Assim, conclui-se que a adoção dos sistemas integrados de produção agropecuária é um instrumento eficaz para a manutenção do bem-estar animal de bovinos em pastejo.

Palavras-chave: silvipastoril, ectoparasito, bioética, comportamento animal, sustentabilidade.

ABSTRACT

Integrated Crop-Livestock Systems (ICLS) are distinguished by the recognized reduction of the main challenges faced by the agribusiness sector. However, there are still gaps in knowledge regarding all the benefits that ICLS are capable of generating. The objective of this work is to evaluate the influence of the adoption of Integrated Crop-Livestock Systems on the infestation score, number of acaricide applications and average daily gain of heifers in grazing (Chapter 1), the welfare of beef cattle in Integrated Crop-Livestock Systems using measures based on resources and animals based on criteria extracted from the Welfare Quality® protocol (Chapter 2) and the temperament of cattle on grazing (Chapter 3). The experiments of the three chapters of the thesis were carried out at the Canguiri experimental farm of the Federal University of Paraná, in Pinhais-PR, in the long-term experimental protocol of the Center for Technological Innovation in Agriculture (NITA). In chapter 1, the influence of crop and forestry components on the level of tick infestation in cattle was evaluated. It was found that the spatio-temporal rotation with the crop component resulted in less infestation by ticks, since the presence of the crop interrupted the life cycle of ticks in the livestock environment. For chapter 2, welfare assessments were carried out with measures based on resources and on animals, by the research of the influence of the forestry component on the variables. The human-animal relationship was better configured in the livestock-forest system, possibly due to the presence of trees in the environment, favoring the hiding of animals and providing a greater sense of security. In chapter 3, the interference of the inclusion of the forestry component on the temperament of cattle in grazing was tested, which showed a positive effect evidenced by the reduction in the reactivity score of the animals. This effect may be associated with the environmental enrichment promoted by the insertion of trees in the pastoral environment. Thus, it is concluded that the adoption of Integrated Crop-Livestock Systems is an effective instrument for the maintenance of animal welfare of cattle on grazing.

Keywords: silvopastoral, ectoparasite, bioethics, animal behavior, sustainability.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - Valores médios dos escores de infestação, número de aplicações de acaricida por animal e GMD em função do sistema de produção (A, B e C respectivamente) e valores médios dos escores de infestação, número de aplicações de acaricidas por animal e GMD em função dos três anos e estações (D, E, F respectivamente).....	28
FIGURA 2.2 - Frequência (%) dos escores de infestação e valores de ganho de peso médio diário (GMD) em função dos sistemas de produção, estações do ano e ano de avaliação.	29
FIGURA 3.1 - Representação dos sistemas pecuária (P) e pecuária-floresta (PF), caracterização do componente arbóreo presente no sistema pecuária-floresta (PF) e caracterização das pastagens de inverno e verão presentes nos sistemas pecuária-floresta (PF) e pecuária (P).	41
FIGURA 3.2 - Exemplo de foto tirada da câmera termográfica FLIR C2®	43
FIGURA 3.3 - Temperaturas diárias médias (°C), Temperatura de ponto de orvalho (°C) e umidade relativa (%) nos sistemas pecuária (P) e pecuária-floresta (PF) nos dez meses de avaliação.	44
FIGURA 3.4 - Frequência (%) de atividades de pastejo, ruminação e outras atividades nos três horários de avaliação 1 (05:30 - 09:30), 2 (09:35 - 14:30) e 3 (14:35 - 17:30), na média dos sistemas e épocas de avaliação.	47
FIGURA 3.5 - Frequência de ocorrência de secreção nasal, tosse e lesões em função dos sistemas pecuária (P) e pecuária-floresta (PF) e das épocas de avaliação.....	50
FIGURA 3.6 - Frequência dos escores de reatividade (1, 2, 3, 4 e 5) e valores médios de velocidade de saída ($m s^{-1}$) em função dos sistemas pecuária (P) e pecuária-floresta (PF) e das épocas de avaliação.	51
Figure 4.1 - Frequency of steers in each class of the reactivity score (RS) in the mean of the months of evaluation in the livestock (L) and livestock-forest (LF) production systems.	80

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 - Valores de probabilidade da análise de variância dos fatores sistemas (S), estações (E) e anos (A) para as variáveis escore de infestação, ganho de peso médio diário (GMD) e número de aplicações de acaricida por animal ao Nível de significância máxima de 5%.	27
TABELA 2.2 - Modelo de regressão logística linear para avaliar a frequência (%) e número absoluto de animais que ganharam ou perderam peso de acordo com o sistema de produção (P: pecuária; LP: lavoura-pecuária; PF: pecuária-floresta; LPF: lavoura-pecuária-floresta).....	29
TABELA 2.3 - Ganho de peso médio diário (GMD) para os escores de infestação nas três estações do ano - média ponderada entre sistemas e anos de avaliação.	30
TABELA 2.4 - Modelo de regressão logística linear para avaliar a frequência (%) e número absoluto de animais que ganharam ou perderam peso de acordo com o escore de infestação por carrapatos.	30
TABELA 3.1 - Princípios, critérios e medidas para avaliação de bem-estar de bovinos de corte.	42
TABELA 3.2 - Valores médios de escore de condição corporal (ECC) e ganho de peso médio diário (GMD - $\text{kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) em função dos sistemas pecuária (P) e pecuária-floresta (PF), e das épocas de avaliação.	46
TABELA 3.3 - Valores médios de temperatura corpórea externa ($^{\circ}\text{C}$) e índice e temperatura e umidade (THI) função dos sistemas pecuária (P) e pecuária-floresta (PF) e das épocas de avaliação.	48
TABELA 3.4 - Valores médios de escore de locomoção, escore de consistência fecal e escore de infestação por bernes, carrapatos de moscas em função dos sistemas pecuária (P) e pecuária-floresta (PF) e das épocas de avaliação.	49
TABELA 3.5 - Valores médios de vocalizações e distância de fuga em função dos sistemas pecuária (P) e pecuária-floresta (PF) e das épocas de avaliação.	50
Table 4.1 - Microclimate, animal and sward characterization in livestock (L) and livestock-forest (LF) production systems in the three evaluation periods.	78
Table 4.2 - Means and standard deviation for number of vocalizations and flight speed (m s^{-1}) for the systems (L and LF) and evaluation periods (1, 2 and 3).....	79

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ADG	- <i>daily gain consumption</i>
AIC	- critério de informação Akaike
ANI	- <i>Animal Needs Index</i>
ANOVA	- <i>analysis of variance</i>
APA	- área de proteção ambiental
BCS	- <i>body condition score</i>
ECC	- escore de condição corporal
EF	- escore de consistência fecal
EL	- escore de locomoção
GMD	- ganho de peso médio diário
ICLS	- Integrated Crop-Livestock Systems
L	- <i>livestock</i>
LF	- <i>livestock-forest</i>
LP	- lavoura-pecuária
LPF	- lavoura-pecuária-floresta
P	- pecuária
PEC	- pecuária
PF	- pecuária-floresta
RS	- <i>reactivity score</i>
SIPA	- sistemas integrados de produção agropecuária
THI	- índice de temperatura e umidade
UFPR	- Universidade Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 REFERÊNCIAS	17
2 CAPÍTULO 1. SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA REDUZEM A INFESTAÇÃO POR CARRAPATOS EM BOVINOS	20
2.1 RESUMO	21
2.2 INTRODUÇÃO.....	21
2.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
2.3.1 Local de estudo	23
2.3.2 Delineamento experimental e tratamentos	23
2.3.3 Pastagem.....	24
2.3.4 Animais.....	24
2.3.5 Mensuração das variáveis.....	25
2.3.6 Análise dos dados	25
2.4 RESULTADOS	26
2.4.1 Efeito dos sistemas	26
2.4.2 Relação do escore de infestação de carrapatos com o desempenho individual.....	30
2.5 DISCUSSÃO.....	30
2.6 CONCLUSÃO.....	33
2.7 REFERÊNCIAS	33
3 CAPÍTULO 2. O COMPONENTE ARBÓREO NA EXPRESSÃO DO BEM-ESTAR DE BOVINOS DE CORTE EM PASTEJO	37
3.1 RESUMO	38
3.2 INTRODUÇÃO.....	38
3.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3.3.1 Local de estudo	39
3.3.2 Delineamento experimental e tratamentos	40
3.3.3 Animais.....	41
3.3.4 Mensuração das variáveis.....	42
3.3.4.1 Boa alimentação	42
3.3.4.2 Bom alojamento	43
3.3.4.3 Boa saúde	44
3.3.4.4 Comportamento apropriado.....	45

3.3.5 Análise dos dados	45
3.4 RESULTADOS	46
3.4.1 Boa alimentação	46
3.4.2 Bom alojamento.....	46
3.4.3 Boa saúde.....	48
3.4.4 Comportamento apropriado	50
3.5 DISCUSSÃO	52
3.5.1 Boa alimentação	52
3.5.2 Bom alojamento.....	52
3.5.3 Boa saúde.....	53
3.5.4 Comportamento apropriado	54
3.6 CONCLUSÃO.....	55
3.7 REFERÊNCIAS	55
4 CAPÍTULO 3. BEEF CATTLE BEHAVIOR IN INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS	60
4.1 ABSTRACT	61
4.2 INTRODUCTION	63
4.3 MATERIALS AND METHODS	65
4.3.1 Variable measurements.....	66
4.3.2 Data analysis.....	67
4.4 RESULTS AND DISCUSSION	68
4.5 CONCLUSION	70
4.6 ACKNOWLEDGMENTS.....	70
4.7 ETHICS AND BIOSAFETY COMMITTEE	70
4.8 CONFLICTS OF INTEREST	70
4.9 AUTHORS' CONTRIBUTION	71
4.10 REFERENCES	71
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
REFERÊNCIAS	84

1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional desafia o setor do agronegócio a produzir de acordo com a demanda crescente em condições de exaustão dos recursos ambientais (ALTIERI et al., 2012; SMITH et al., 2013; DESCHEEMAEKER et al., 2016). A modernização agrícola ocorrida nos últimos 70 anos agravou os problemas ambientais em decorrência da industrialização e mecanização do setor, que culminaram no desenvolvimento de sistemas degradados, rotações curtas, poluição da água, erosão do solo e perda da biodiversidade (SEKARAN et al., 2021).

A produção pecuária, quando manejada incorretamente, contribui para a perda da integridade da biosfera (LIEBMAN & SCHULTE, 2015), o superpastejo que intensifica a degradação do solo (FLEISCHNER, 1994), emissão de gases de efeito estufa (IPCC, 2014) e poluição ambiental devido ao descarte dos dejetos animais e resíduos de antibióticos, impactando negativamente a saúde humana e a segurança alimentar (SEKARAN et al., 2021).

Neste sentido, a produção sustentável e a segurança alimentar podem ser alcançadas por meio da adoção de manejos que propiciem a intensificação sustentável, como o proposto pelos sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA; FRANZLUEBBERS, 2007; FAO, 2010; SALTON et al., 2014; BROOM, 2017; MANCERA et al., 2018; CHARÁ et al., 2019; ZUBIETA, et al., 2021; HUERTAS et al., 2021; LEMES et al., 2021; BURGESS et al., 2022). Os SIPA são sistemas arranjados para interação planejada de diferentes cultivos agrícolas, pecuários e florestais em diferentes escalas espaço-temporais (MORAES, et al., 2014). Os principais benefícios da pecuária, provindos da interação com os diferentes cultivos nos SIPA, são: redução da emissão de gases de efeito estufa (DA SILVEIRA PONTES, et al., 2018; DE SOUZA FILHO et al., 2019), melhor aproveitamento da água (BARSOTTI et al., 2022), maior sequestro de carbono e eficiência no uso dos nutrientes do solo (BREWER & GAUDIN, 2020) e redução dos riscos financeiros devido à diversificação da renda (BELL et al., 2021).

Contudo, alguns obstáculos enfrentados pela pecuária ainda são preocupantes. Como é o caso do controle de ectoparasitos como o carrapato (*Rhipicephalus microplus*) cujos custos anuais variam entre US\$20 e US\$30 bilhões e o nível de infestação dos rebanhos segue crescente, a nível mundial (LEW-TABOR & RODRIGUEZ VALLE, 2016; RASHID et al., 2019). Também, o mercado consumidor está cada vez mais consciente dos modelos de produção animal elevando a exigência pelo bem-estar animal e pelo consumo de carne com “qualidade ética” (WARRISS, 2000).

Assim, parte-se da hipótese que os sistemas integrados de produção agropecuária são capazes de (I) reduzir a população de carrapatos no ambiente pastoril e a consequente infestação nos bovinos por meio da rotação espaço-temporal entre a lavoura e a pecuária, (II) fornecer recursos para beneficiar os animais no alcance do bem-estar e (III) fornecer enriquecimento ambiental aos animais por meio da inclusão do componente arbóreo atenuando o temperamento dos bovinos em pastejo. Objetiva-se com este trabalho avaliar a influência da adoção de sistemas integrados de produção agropecuária sobre o escore de infestação, número de aplicações de acaricidas e ganho médio diário de novilhos de corte em pastejo (Capítulo 1), o bem-estar de bovinos de corte em sistemas integrados de produção agropecuária utilizando medidas baseadas em recursos e nos animais a partir de critérios extraídos do protocolo *Welfare Quality*® (Capítulo 2) e o temperamento de bovinos em pastejo (Capítulo 3).

1.1 REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M.A.; FUNES-MONZOTE, F.R.; PETERSEN, P. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. **Agronomy for sustainable development**, v. 32, n. 1, p. 1-13, 2012.
- BARSOTTI, M.P.; MACEDO, M.C.; LAURA, V.A.; ALVES, F.V.; WERNER, J.; DICKHOEFER, U. Assessing the freshwater fluxes related to beef cattle production: A comparison of integrated crop-livestock systems and a conventional grazing system. **Agricultural Water Management**, v. 269, p. 107665, 2022.
- BELL, L.W.; MOORE, A.D.; THOMAS, D.T. Diversified crop-livestock farms are risk-efficient in the face of price and production variability. **Agricultural Systems**, v. 189, p. 103050, 2021.
- BREWER, K.M.; GAUDIN, A.C.M. Potential of crop-livestock integration to enhance carbon sequestration and agroecosystem functioning in semi-arid croplands. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 149, p. 107936, 2020.
- BROOM, D. M. Components of sustainable animal production and the use of silvopastoral systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, p. 683-688, 2017.
- BURGESS, A.J.; CANO, M.E.C.; PARKES, B. The deployment of intercropping and agroforestry as adaptation to climate change. **Crop and Environment**, v.1, p. 145-160, 2022.
- CHARÁ, J. REYES, E.; PERI, P.; OTTE, J.; ARCE, E.; SCHNEIDER, F. Silvopastoral systems and their contribution to improved resource use and sustainable development goals: evidence from Latin America. 2019.
- DA SILVEIRA PONTES, L.; BARRO, R.S.; SAVIAN, J.V.; BERNDT, A.; MOLETTA, J.L.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V., BAYER, C.; DE FACCIO CARVALHO, P. C. Performance and methane emissions by beef heifer grazing in temperate pastures and in

integrated crop-livestock systems: The effect of shade and nitrogen fertilization. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 253, p. 90-97, 2018.

DESCHEEMAEKER, K.; OOSTING, S.J.; HOMANN-KEE TUI, S.; MASIKATI, P.; FALCONNIER, G. N.; GILLER, K. E. Climate change adaptation and mitigation in smallholder crop–livestock systems in sub-Saharan Africa: a call for integrated impact assessments. **Regional Environmental Change**, 16(8), 2331-2343, 2016.

DE SOUZA FILHO, W.; DE ALBUQUERQUE NUNES, P.A., BARRO, R.S., KUNRATH, T.R., DE ALMEIDA, G.M., GENRO, T.C.M.; BAYER, C.; DE FACCIO CARVALHO, P. C. Mitigation of enteric methane emissions through pasture management in integrated crop-livestock systems: trade-offs between animal performance and environmental impacts. **Journal of Cleaner Production**, v. 213, p. 968-975, 2019.

FLEISCHNER, T.L. Ecological costs of livestock grazing in western North America. **Conservation biology**, v. 8, n. 3, p. 629-644, 1994.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **An international consultation on integrated crop-livestock systems for development: The way forward for sustainable production intensification**. Integrated Crop Management, 13, 2010

FRANZLUEBBERS, A. J. Integrated crop–livestock systems in the southeastern USA. 2007.

HUERTAS, S.M.; BOBADILLA, P.E.; ALCÁNTARA, I.; AKKERMANS, E.; VAN EERDENBURG, F.J. Benefits of Silvopastoral Systems for Keeping Beef Cattle. **Animals**, v. 11, n. 4, p. 992, 2021.

IPCC, C.C. Mitigation of Climate Change. **Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, v. 1454, p. 147, 2014.

LEMES, A.P.; GARCIA, A. R.; PEZZOPANE, J.R.M.; BRANDÃO, F.Z.; WATANABE, Y.F.; COOKE, R.F.; GIMENES, L.U. Silvopastoral system is an alternative to improve animal welfare and productive performance in meat production systems. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 1-17, 2021.

LEW-TABOR, A. E.; VALLE, M. R. A review of reverse vaccinology approaches for the development of vaccines against ticks and tick borne diseases. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 7, p. 573-585, 2016.

LIEBMAN, M.; SCHULTE, L.A. Enhancing agroecosystem performance and resilience through increased diversification of landscapes and cropping systems Diversity affects agroecosystem performance and resilience. **Elementa: Science of the Anthropocene**, v. 3, 2015.

MANCERA, K.F.; ZARZA, H., DE BUEN, L. L.; GARCÍA, A. A. C.; PALACIOS, F. M.; GALINDO, F. Integrating links between tree coverage and cattle welfare in silvopastoral systems evaluation. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 38, n. 2, p. 1-9, 2018.

MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S.B.C.; COSTA, S.E.V.G.A.; KUNRATH, T.R. Integrated Crop-Livestock Systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, v. 57 p. 4-9, 2014.

RASHID, M., RASHID, M. I., AKBAR, H., AHMAD, L., HASSAN, M. A., ASHRAF, K., SAEED, K., GHARBI, M. A systematic review on modelling approaches for economic losses studies caused by parasites and their associated diseases in cattle. **Parasitology**, v. 146, p. 129-141, 2019.

SALTON, J.C.; MERCANTE, F.M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J.A.; CONCENÇO, G.; SILVA, W.M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 190, pp.70-79, 2014.

SEKARAN, U.; LAI, L.; USSIRI, D. A.; KUMAR, S.; CLAY, S. Role of integrated crop-livestock systems in improving agriculture production and addressing food security-A review. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 5, p. 100190, 2021.

SMITH, J.; SONES, K.; GRACE, D.; MACMILLAN, S.; TARAWALI, S.; HERRERO, M. Beyond milk, meat, and eggs: Role of livestock in food and nutrition security. **Animal Frontiers**, v. 3, n. 1, p. 6-13, 2013.

WARRISS, P.D. **Meat science: an introductory text**. (chapters 1 and 10). Wallingford: CABI Publishing, 310 p, 2000.

ZUBIETA, A.; SAVIAN, J.V.; DE SOUZA FILHO, W.; WALLAU, M.O.; GÓMEZ, A.M.; BINDELLE, J.; BONNET, O.J.F.; DE FACCIO CARVALHO, P.C. Does grazing management provide opportunities to mitigate methane emissions by ruminants in pastoral ecosystems? **Science of the Total Environment**, v. 754, p. 142029, 2021.

2 Capítulo 1. Sistemas Integrados de Produção Agropecuária reduzem a infestação por carrapatos em bovinos

2.1 RESUMO

O carrapato bovino (*Rhipicephalus microplus*) gera perdas produtivas e eleva os custos de produção, quando presente em alta infestação. Este estudo parte da hipótese de que a rotação espaço-temporal proposta pelos sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) reduz a população de carrapatos no ambiente pastoril e a consequente infestação nos bovinos. O objetivo foi avaliar o escore de infestação, número de aplicações de acaricidas e ganho médio diário de novilhos de corte em pastejo em quatro arranjos de integração de sistemas. O estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Paraná, em Pinhais, Brasil. Foram avaliados de 2017 a 2020 bovinos da raça Angus. Os animais em cada uma das três estações foram mantidos em pastagem em lotação contínua com taxa de lotação variável em quatro sistemas produtivos: lavoura-pecuária (LP), pecuária-floresta (PF), lavoura-pecuária-floresta (LPF) e pecuária (P). Os sistemas foram arranjos em delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições. Foram atribuídos escores de infestação de carrapatos de 1 a 4 e estimado o ganho de peso médio diário (GMD) animal ao longo dos anos. O escore de infestação foi de 17,6 e 29,4% menor nos animais no LP e LPF respectivamente, quando comparado ao P e PF. Consequentemente, o número de aplicações de acaricida por animal também foi menor nos bovinos alocados no LP e LPF. Porém, o GMD foi similar entre todos os sistemas avaliados. A regressão logística linear permitiu observar que a chance de perda de peso dos animais com maior infestação de carrapatos (3 e 4) foi 12,6 vezes maior, em relação aos animais com menores escores de infestação (0, 1 e 2). A rotação espaço-temporal dos componentes pecuária e lavoura proposta pelos SIPA é eficiente na redução da infestação por carrapatos em novilhos de corte, e associado ao tratamento seletivo dos bovinos, reduz o número de aplicações de acaricidas. Sugere-se que o controle da infestação deve ser realizado no escore de infestação 2 a fim de não reduzir o desempenho produtivo dos bovinos.

Palavras-chave: silvipastoril, ectoparasito, acaricidas, epidemiologia.

2.2 INTRODUÇÃO

Durante o século XIX, o mundo apresentou um aumento da população urbana em nações recém industrializadas, elevando a demanda por fontes de proteína, culminando no aumento do rebanho bovino mundial (GEORGE et al., 2004). Com isso, programas de melhoramento genético, passaram a utilizar a variação genética para elevar os índices

zootécnicos e a produtividade dos bovinos (VAN EENENNAAM & YOUNG, 2019). Neste cenário, houve a substituição de raças zebuínas adaptadas por raças taurinas melhoradas, em áreas com grande infestação por carrapatos, acarretando maiores infestações deste ectoparasito e doenças por ele transmitidas, algumas das quais zoonóticas (GEORGE et al., 2004; PÉREZ DE LEÓN et al., 2020).

O carrapato bovino *Rhipicephalus microplus* está amplamente distribuído nas regiões tropicais e subtropicais do planeta e é considerado o ectoparasito de maior impacto econômico. Este parasito é importante vetor de patógenos como *Babesia bovis*, *B. bigemina* e *Anaplasma marginale* (IQBAL et al., 2017; PÉREZ DE LEÓN et al., 2020; GILBERT, 2021). Estima-se que o custo global anual associado ao carrapato varia entre US\$20 e US\$30 bilhões/ano, sendo o custo médio anual por animal próximo a US\$ 50,7 (LEW-TABOR & RODRIGUEZ VALLE, 2016; RASHID et al., 2019). O impacto econômico devido ao parasitismo por *R. microplus* está associado à redução na produção de leite e no ganho de peso, danos na pele, maior ocorrência de miíases nos bovinos e o aumento dos custos produtivos (MOREL et al., 2017; RASHID et al., 2019).

Na tentativa de reduzir os impactos negativos gerados pela alta prevalência do carrapato, diversas instituições governamentais e do setor privado concentram esforços em pesquisas e formulações de produtos para o tratamento de bovinos infestados (GEORGE et al., 2004). O controle químico por meio de acaricidas foi, por muito tempo, o principal método de controle utilizado contra os carrapatos, o que garantiu sua inclusão no ranking global das principais pragas resistentes aos pesticidas (PÉREZ DE LEÓN et al., 2020). Métodos alternativos de controle têm sido buscados, como a exploração do efeito acaricida de alguns óleos essenciais de plantas (MARCHESINI et al., 2020; SALMAN et al., 2020; KLAFKE et al., 2021), vacinas (STUTZER et al., 2018; DE LA FUENTE & ESTRADA-PEÑA, 2019) e a redução na frequência e no número de controles químicos anuais por meio do controle estratégico e tratamento seletivo dos bovinos (MOLENTO, 2004; NAVA et al., 2014, 2015; SCHAFASCHEK, et al., 2021). O tratamento seletivo dos bovinos consiste no tratamento com acaricidas apenas nos animais com alta infestação pelo ectoparasito. Deste modo, permite a manutenção de populações de carrapatos em refúgio, retardando o aparecimento de populações resistentes (MOLENTO et al., 2013).

Embora estes avanços sejam importantes, poucos estudos abordam modificações espaço-temporais nos sistemas de produção de bovinos em pastejo, para auxiliar no controle estratégico do carrapato bovino. Uma das estratégias é o repouso (pousio) da pastagem promovido pelo método de pastejo rotacionado, que visa a recuperação da pastagem e pode

reduzir a população do ectoparasito no ambiente por meio do menor contato entre o hospedeiro e o carrapato (MONDAL et al., 2013; IQBAL et al., 2017). Contudo, sabe-se que as larvas de *R. microplus* podem sobreviver por até 3 meses no ambiente mesmo na ausência dos bovinos (a depender das condições climáticas). Esta condição sugere um improvável efeito do tempo de repouso da pastagem na redução da população de carrapatos, sugerida pelo pastejo rotacionado (KAAYA, 1992; GAUSS & FURLONG, 2002).

Assim, a fim de manter a área de pastejo sem a presença de hospedeiros e ao mesmo tempo preservar sua produtividade, propõe-se a adoção dos sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) como ferramenta para o controle seletivo do carrapato bovino. Os SIPA, por meio da diversificação do sistema produtivo, potencializam as interações entre os componentes tornando o ambiente produtivo mais resiliente (CARVALHO et al., 2014, MORAES et al., 2014). Este estudo parte da hipótese que a rotação espaço-temporal entre a lavoura e a pecuária proporcionada pelo SIPA, reduz a população de carrapatos no ambiente pastoril e a consequente infestação nos bovinos. O objetivo foi avaliar o escore de infestação, número de aplicações de acaricidas e ganho médio diário de novilhos de corte em pastejo em quatro arranjos de integração de sistemas.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

2.3.1 Local de estudo

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Canguiri da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Pinhais, Brasil, localizado 25°24'4,31''S de latitude e 49°7'15,02''O de longitude. A altitude da área é de 918 m. O clima da região é descrito por Köpen como Cfb, com precipitação anual média de 1400 mm e temperaturas médias entre 12,5°C e 22,5°C, sujeito a geadas frequentes e severas.

2.3.2 Delineamento experimental e tratamentos

As avaliações do presente estudo foram realizadas por três anos consecutivos de 2017 a 2018, de 2018 a 2019 e 2019 a 2020. Os tratamentos avaliados foram arranjos em um delineamento de blocos ao acaso com 4 sistemas, em 3 repetições. Os sistemas foram: lavoura-pecuária (LP), no qual há rotação espaço-temporal entre o cultivo de milho (*Zea mays*) no ano-safra 2016/17, e três anos posteriores foram dedicados à produção pecuária; pecuária-floresta (PF), que apresenta integração concomitante entre o componente pecuário e

florestal, sendo a pastagem cultivada no entre renque do eucalipto (*Eucalyptus benthamii*), plantado em 2013, com espaçamento de 14 m entre linhas e 2 m entre plantas, mais detalhes em Kruchelski et al. (2021); lavoura-pecuária-floresta (LPF), que é uma junção dos sistemas supracitados, onde ocorre a pecuária em integração espaço-temporal com o componente agrícola e em integração concomitante com o componente florestal; pecuária (P), onde é realizada apenas a produção pecuária ao longo dos anos, sem integração com os demais componentes.

2.3.3 Pastagem

A pastagem de verão foi implantada no verão de 2012/13 com a semeadura do capim aries [*Megathyrus* (ex *Panicum*) *maximum*] que apresenta frequência de 71% na composição da pastagem de verão somada a 29% de espécies espontâneas como Estrela Africana (*Cynodon plectostachyus*), Hemarthria (*Hemarthria altissima*), capim Papuã [*Urochloa* (ex *Brachiaria*) *plantaginea*], capim kikuio (*Pennisetum clandestinum*), entre outras espécies. Nos meses de abril de 2017, maio de 2018 e abril de 2019 foram sobressemeados 80 kg. ha⁻¹ de aveia-preta (*Avena strigosa*) em sistema de plantio direto sem dessecação compondo 67% da frequência na pastagem de inverno somada à 33% de espécies espontâneas como, azevém (*Lolium multiflorum*), trevo-branco (*Trifolium repens*) e ervilhaca (*Vicia sp*).

Durante todos os anos de avaliação, em todos os sistemas, os animais foram mantidos sob o método de pastoreio contínuo com taxa de lotação variável segundo a metodologia *put and take* (Mott & Lucas 1952). A meta de manejo foi a altura média de 24 cm para a pastagem de inverno e de verão.

2.3.4 Animais

Foram utilizados novilhos predominantemente da raça angus e cruzas, com o peso inicial médio de 173 kg (DP ± 60 kg) e idade média de 12 meses. Em cada sistema de produção foram mantidos 3 animais *testers*, e um número variável de animais reguladores.

Em todos os anos, a entrada dos bovinos na área experimental ocorreu quando a pastagem de inverno atingiu a altura de 24 cm e a saída se deu no final do verão, quando os animais já apresentavam peso de 403 kg (DP ± 62 kg). Desta forma, o período de duração dos experimentos foi de 308, 231 e 283 dias nos anos 2017/18, 2018/19 e 2019/20, respectivamente.

O presente trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no uso de animais do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná - protocolo número 069_2016.

2.3.5 Mensuração das variáveis

O ganho de peso médio diário (GMD) foi obtido por meio da diferença entre o peso inicial e o peso final a cada 28 dias, sendo expresso na média das estações inverno, primavera e verão.

O grau de infestação por carrapatos foi estimado quinzenalmente atribuindo escores de 0 a 4 para a quantificação da infestação. Para tanto, foram atribuídos escores de infestação obtidos através da contagem de carrapatos fêmeas adultas (teleóginas ingurgitadas) com tamanho acima de 4,0 mm em um lado do animal (plano mediano). O escore 0 foi atribuído ao animal que apresentou contagem de carrapatos igual a 0. O escore 1 foi conferido ao animal com contagem de carrapatos entre 1 e 5. A partir daí, a evolução dos escores se deu pelo acréscimo de 5 carrapatos na contagem, de modo que o escore 4 (contagem entre 15 e 20 carrapatos) é considerado limitante, exigindo o controle da infestação neste animal.

Para o controle da infestação por carrapatos nos animais foi utilizada a metodologia de Tratamento Seletivo dos Bovinos descrita por Molento, 2004, a qual preconiza aplicações individuais de acaricidas nos animais com alta infestação. Sendo assim, a aplicação de acaricidas foi realizada apenas nos animais com escore de infestação 4, via transcutânea, nas seguintes formulações comerciais: fluazuron 2,5% (Acatok, Novartis - São Paulo, Brasil) na dose de 1ml/10kg de PV; fluazuron 2,5% + fipronil 1,25% (TickGard, MSD Saúde Animal - São Paulo, Brasil) na dose de 1ml/10kg de PV; cipermetrina 5,0% + clorpirifós 7,0% + citronelal 0,5% (Colosso FC30, Ouro Fino - São Paulo, Brasil) na dose de 1ml/10kg de PV; e fipronil 1,0% (TopLine, Merial - São Paulo, Brasil) na dose de 1ml/10kg de PV. Todos os animais tratados foram observados por 12h para determinar efeitos adversos. Os animais ficaram separados do restante dos animais para evitar o contato de animais tratados e animais sem tratamento – evitando o efeito residual pelo ato de esfregação entre animais do mesmo grupo.

2.3.6 Análise dos dados

O experimento foi conduzido em três anos (anos) de avaliação que foram considerados medidas repetidas no tempo. Foi utilizado um modelo de efeito misto com efeito

fixo de sistemas, estações e anos, e o efeito aleatório dos animais alocados nos tratamentos, utilizando o procedimento MIXED. A homogeneidade das variâncias foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk e foi realizado o teste de Bartlett para verificar a homogeneidade das variâncias e foi testada a independência dos erros. As variáveis, escore de infestação e número de aplicação de acaricidas não apresentaram comportamento normal mesmo após a transformação e foi realizada a análise de variância para dados não paramétricos por meio do teste de Kruskal-Wallis. A variável GMD, apresentou normalidade e foi comparada pelo recurso lsmeans, quando significativa a 5%. Foram realizados testes de seleção de estrutura utilizando o menor valor do Critério de Informação Akaike (AIC) para determinar o modelo que melhor representou os dados. A interação entre sistemas, estações e anos foi desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o SAS versão 9.4.

As variáveis foram submetidas à análise de regressão logística linear para estimar odds ratios e intervalos de confiança de 95%, através do software RStudio versão 4.0.4. A correlação entre as variáveis escore de infestação e GMD foi avaliada a partir da correlação de Spearman para dados não paramétricos, utilizando o programa GraphPad Prism (versão 5, 12 março de 2007).

2.4 RESULTADOS

2.4.1 Efeito dos sistemas

Na média das estações e dos anos de avaliação, os escores de infestação foram menores (TABELA 2.1) nos sistemas integrados com o componente lavoura (LP e LPF) em relação aos demais sistemas (P e PF - FIGURA 2.1A). Consequentemente, o número de aplicações de acaricidas por animal foi 17,6% e 29,4% menor (TABELA 2.1) nos sistemas LP e LPF, respectivamente, quando comparado à média dos sistemas sem integração com o componente lavoura (TABELA 2.1 - FIGURA 1B). Mesmo assim, o GMD foi de 0,740 kg an⁻¹ dia⁻¹ similar (TABELA 2.1) entre os sistemas de produção (FIGURA 2.1C).

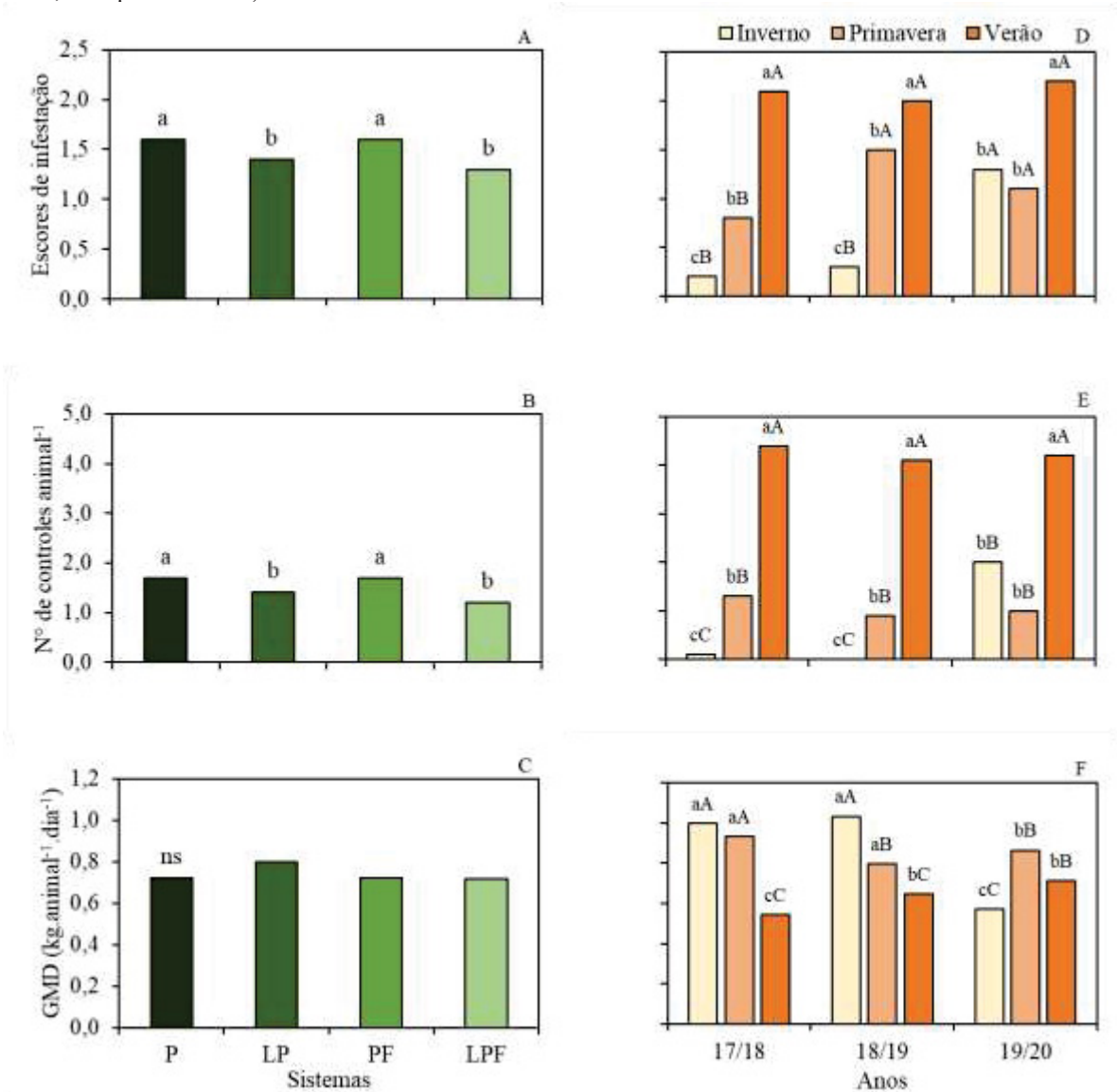
Para as variáveis escores de infestação, número de aplicações de acaricidas e GMD houve interação entre os fatores estação e ano (TABELA 2.1). Os maiores escores de infestação e número de aplicações de acaricidas ocorreram no verão nos três anos avaliados (FIGURA 2.1D, E). No verão dos anos 17/18 e 18/19 houve uma redução média no GMD na

ordem de $0,346 \text{ kg an}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ se comparado às estações de inverno e primavera destes mesmos anos (FIGURA 2.1F).

TABELA 2.1 - Valores de probabilidade da análise de variância dos fatores sistemas (S), estações (E) e anos (A) para as variáveis escore de infestação, ganho de peso médio diário (GMD) e número de aplicações de acaricida por animal ao Nível de significância máxima de 5%.

Fatores	Escore de infestação	GMD ($\text{kg.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$)	Número de aplicações animal ⁻¹
Sistemas (S)	0,032	0,623	0,049
Estações (E)	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Anos (A)	< 0,001	< 0,001	0,003
S*E	0,576	0,306	0,428
S*A	0,948	0,144	0,372
E*A	< 0,001	< 0,001	< 0,001
E*A*S	0,208	0,240	0,101

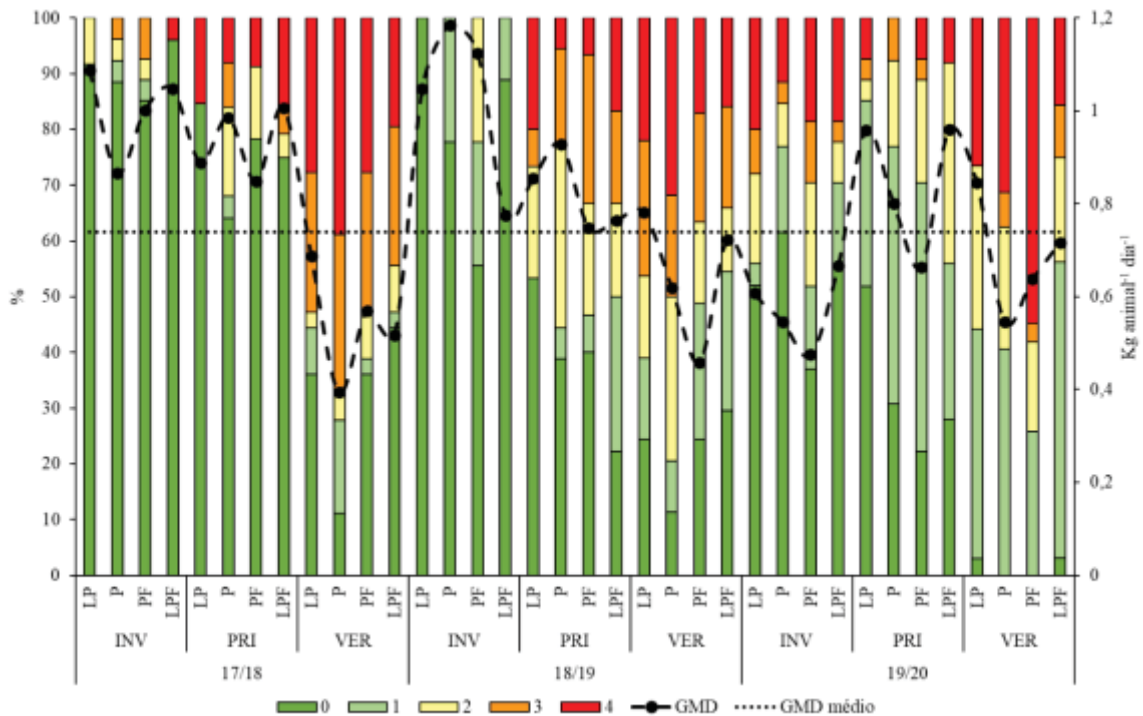
FIGURA 2.1 - Valores médios dos escores de infestação, número de aplicações de acaricida por animal e GMD em função do sistema de produção (A, B e C respectivamente) e valores médios dos escores de infestação, número de aplicações de acaricidas por animal e GMD em função dos três anos e estações (D, E, F respectivamente).



Nota: Sistemas pecuária (P), lavoura-pecuária (LP), pecuária-floresta (PF) e lavoura-pecuária-floresta (LPF). Letras minúsculas demonstram diferença entre as estações e letras maiúsculas demonstram diferença entre anos de avaliação, ao nível de significância de 5%.

Em todos os sistemas avaliados, foi possível observar que com o aumento na frequência de escores de menor infestação (0, 1 e 2) houve aumento do GMD (FIGURA 2.2). Destaca-se que, frequências acima dos 60%, nos escores 0, 1 e 2 resultaram em GMD acima da média observada em todos os anos de avaliação (FIGURA 2.2).

FIGURA 2.2 - Frequência (%) dos escores de infestação e valores de ganho de peso médio diário (GMD) em função dos sistemas de produção, estações do ano e ano de avaliação.



Nota: Sistemas pecuária (P), lavoura-pecuária (LP), pecuária-floresta (PF) e lavoura-pecuária-floresta (LPF). Estações inverno (INV), primavera (PRI) e verão (VER).

Os animais mantidos no sistema LP apresentaram 3,4 vezes mais chances de ganhar peso em relação aos animais mantidos no P, enquanto, os animais do LPF e PF não diferiram dos animais do P (TABELA 2.2).

TABELA 2.2 - Modelo de regressão logística linear para avaliar a frequência (%) e número absoluto de animais que ganharam ou perderam peso de acordo com o sistema de produção (P: pecuária; LP: lavoura-pecuária; PF: pecuária-floresta; LPF: lavoura-pecuária-floresta).

Variável	Sistemas (n)			
	P	LP	LPF	PF
Ganho de peso	91,73% (222)	97,44% (229)	93,75% (225)	92,79% (219)
Perda de peso	8,26% (20)	2,55% (6)	6,25% (15)	7,20% (17)
OR	...	3,44	1,35	1,16
IC - 95%	...	1,36-8,72	0,67-2,71	0,59-2,27
P valor		0,009	0,396	0,665

Nota: Sistemas pecuária (P), lavoura-pecuária (LP), pecuária-floresta (PF) e lavoura-pecuária-floresta (LPF). *Entre parênteses número de unidade amostrais encontrados em cada escore.

2.4.2 Relação do escore de infestação de carrapatos com o desempenho individual

O desempenho individual dos animais foi significativamente menor com o aumento do escore de infestação quando avaliado no inverno, na primavera e no verão, na média dos anos e sistemas (TABELA 2.3).

TABELA 2.3 - Ganho de peso médio diário (GMD) para os escores de infestação nas três estações do ano - média ponderada entre sistemas e anos de avaliação.

EC	GMD (n)				P-valor		
	INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO	MÉDIA	Estação	Escore	E*E
0	0,958 (173)	1,052 (134)	0,895 (86)	0,976 ^a	0,027	<0,0001	0,068
1	0,84 (20)	0,922 (49)	0,986 (94)	0,949 ^a			
2	0,389 (19)	0,739 (42)	0,602 (67)	0,615 ^b			
3	0,26 (10)	0,645 (18)	0,402 (77)	0,430 ^b			
4	0,225 (19)	0,214 (26)	0,320 (119)	0,292 ^c			
MÉDIA	0,817 ^A	0,871 ^A	0,630 ^B				

Letras maiúsculas demonstram diferença entre linhas enquanto letras minúsculas demonstram diferença entre colunas, ao nível de significância de 5%. Entre parênteses número de unidade amostrais encontrados em cada escore.

Animais com escore de infestação 3 e 4 apresentaram 12,6 vezes mais chances de perder peso em relação aos animais com os demais escores (TABELA 2.4).

TABELA 2.4 - Modelo de regressão logística linear para avaliar a frequência (%) e número absoluto de animais que ganharam ou perderam peso de acordo com o escore de infestação por carrapatos.

Variável	Escore de infestação	
	0, 1 e 2 (n)	3 e 4 (n)
Ganho de peso	97,59% (770)	76,22 (125)
Perda de peso	2,41% (19)	23,78% (39)
OR	12,64	
IC - 95%	7,08-22,58	
P-valor	<0,001	

Entre parênteses número de unidade amostrais encontrados em cada escore.

2.5 DISCUSSÃO

A integração do sistema agrícola com o sistema pecuário reduziu a infestação de carrapatos nos animais nos três anos avaliados, demonstrado pelos menores escores de infestação nos sistemas LP e LPF (FIGURA 2.1A). A causa da redução na infestação nestes

sistemas se deve a queda na população de carrapatos, ocasionada pela retirada dos bovinos durante o cultivo do milho. Muito embora não se tenha estudado o papel de outros hospedeiros do carrapato (cães, capivaras, etc.) no local, praticamente elimina a possibilidade da presença de larvas de carrapatos. *R. microplus* é um parasita hematófago obrigatório e seu ciclo de vida pode ser resumido em duas etapas: a fase de vida livre e a fase parasitária (GARCIA et al., 2019).

Neste trabalho, observamos que a ausência do hospedeiro, durante 15 meses, nos sistemas LP e LPF em decorrência do cultivo agrícola no ano-safra 2016/17, resultou na interrupção da passagem da fase de vida livre para a fase parasitária das larvas de *R. microplus*. Somado a isso, a ausência dos bovinos no ano agrícola impediu a contaminação ambiental e a consequente ovipostura das teleóginas nos sistemas LP e LPF, resultando em menor infestação por carrapatos nestes sistemas nos anos seguintes. Destaca-se ainda, que o efeito da redução na infestação por carrapatos decorrente da integração com a lavoura foi evidenciado nos três anos posteriores ao cultivo agrícola (TABELA 2.1), evidenciando a relevância da integração lavoura-pecuária como ferramenta para frear a infestação por carrapatos nos bovinos em pastejo.

O número de aplicações de acaricidas foi menor nos sistemas LP e LPF, na ordem de 17,6 e 29,4%, respectivamente, quando comparados aos sistemas P e PF (FIGURA 2.1B). Morel et al. (2017) destacam a importância da utilização de estratégias que impliquem na redução do uso de acaricidas e consequente redução dos custos produtivos. O menor número de aplicações de acaricidas observado na estação do inverno, é resultado da menor infestação por carrapatos neste clima (FIGURA 2.1D, E), o que é condizente com a literatura. Igualmente, a maior infestação por carrapatos no verão, condiz com a epidemiologia de *R. microplus* em regiões subtropicais, que é caracterizada por três gerações anuais com incremento na população no final da primavera até o outono, e decréscimo no inverno até início da primavera (NAVA et al., 2013, 2015; CANEVARI et al., 2016, MASTROPAOLO et al., 2017; MOREL et al., 2017). Por consequência, nas estações de inverno e primavera houve a maior frequência dos escores de baixa infestação e foram observados os maiores GMD. Assim como, os altos escores de infestação do verão resultaram em menores GMD (FIGURA 2.1D, F).

O baixo grau de infestação observado (FIGURA 2.1A) em todos os sistemas avaliados derivam da recente introdução dos bovinos na área experimental (2015), a qual não possuía histórico de produção pecuária. Ainda, a realização do experimento em área de proteção ambiental, sem o uso de agrotóxicos, aliado a integração com o componente arbóreo

podem ter contribuído para a manutenção de inimigos naturais dos carrapatos, como roedores, formigas, pássaros e aranhas (WILLADSEN, 2004; IQBAL et al., 2017), reduzindo assim a infestação por carrapatos nos bovinos. Além disso, o tratamento seletivo dos bovinos impediu que a infestação por carrapatos atingisse maiores níveis. Sabe-se que, se não contida, a infestação por carrapatos pode alcançar contagens indefinidamente maiores.

Uma das consequências da alta infestação por carrapatos é a perda de desempenho produtivo, especialmente em raças taurinas (TABOR et al., 2017; ANDREOTTI, et al., 2018). A redução no desempenho dos bovinos infestados está atrelada às picadas do carrapato que causam irritação e inquietação, resultando na redução do consumo e que pode levar à queda em sua produção (IQBAL et al., 2017). Além disso, o *R. microplus* é vetor de patógenos que causam anaplasmose e babesiose em bovinos, elevando as perdas decorrentes da infestação por carrapatos (INOKUMA et al., 1993; PETER et al., 2005; YAWA et al., 2020). Vale ressaltar que, na média, os animais com alto escore de infestação não apresentaram perda de peso e sim uma redução no ganho de peso médio diário.

No presente estudo, os escores de infestação 3 e 4 apresentaram maior probabilidade de perda de peso (12,6 vezes) se comparado aos escores de infestação 0, 1 e 2 (TABELA 2.4). Somado a isso, a redução gradativa e significativa do GMD com a evolução dos escores de infestação, (FIGURA 2.2; TABELA 2.4), sugerem que o controle com acaricidas poderia ser antecipado para o escore de infestação 2 (de 5 a 10 fêmeas de carrapatos adultas em um lado do animal - plano mediano) de modo a manter o potencial produtivo dos animais. Neste sentido, Nicaretta et al. (2021) demonstram que a intervenção química realizada em níveis de infestação baixos, até 30 fêmeas de carrapatos adultas em todo o animal, reduz o número de controles químicos por animal. O controle de carrapatos em função do nível de infestação também é evidenciado por Zapa et al. (2020) que revelam o impacto negativo do alto nível de infestação por *R. microplus* sobre a eficácia dos acaricidas transcutâneos devido à redução na biodisponibilidade da molécula do ingrediente ativo. Ainda, destaca-se a importância do Tratamento Seletivo dos Bovinos, afim de reduzir a pressão de seleção e geração de populações resistentes e evitar o uso excessivo de acaricidas que elevam os riscos de intoxicação aos animais e resíduos no ambiente (MOLENTO, 2004; IQBAL et al., 2017).

Os protocolos de controle para *R. microplus* visam a redução da infestação de carrapatos no animal por meio da utilização de acaricidas que interrompem o ciclo de vida do ectoparasita (NAVA et al., 2019; NICARETTA et al., 2021). Contudo, fatores como a falta de testes de resistência e rotação entre acaricidas, aplicações sequenciais e venda indiscriminada de pesticidas sintéticos, resultam na geração de populações resistentes e na contaminação

ambiental (SUNGIRAI et al., 2016; MOREL et al., 2017; NAVA et al., 2019; YAWA et al., 2020; ZAPA et al., 2020), tornando o controle químico ineficaz e justificando o esforço de diversos países, ao longo de mais de um século, no controle e erradicação do carrapato e das doenças por ele transmitidas (PÉREZ DE LEÓN et al., 2020). Torna-se, então, imperativa a busca por alternativas de controle. Este trabalho traz novas informações a respeito da integração de sistemas produtivos como ferramenta eficiente no controle estratégico de *R. microplus* que, associado ao tratamento seletivo, reduz a infestação por carrapatos e o número de aplicações de acaricidas por animal, sem interferir no desempenho produtivo dos bovinos e possibilitando a redução nos custos produtivos associados a epidemiologia do carrapato bovino.

2.6 CONCLUSÃO

A integração dos sistemas lavoura-pecuária e lavoura-pecuária-floresta reduz o grau de infestação por carrapatos nos bovinos em pastejo e reduz o número de aplicações de acaricidas por animal ao longo do ano.

O grau de infestação por carrapatos influencia negativamente o ganho de peso médio diário, sugerindo que o controle com acaricidas seja realizado no escore de infestação 2 (de 5 a 10 fêmeas de carrapatos adultas em um lado do animal - plano mediano), em novilhos de corte de raças britânicas.

2.7 REFERÊNCIAS

- ANDREOTTI, R., BARROS, J.C., GARCIA, M.V., RODRIGUES, V.S., HIGA, L.O.S., DUARTE, P.O., BLECHA, I.M.Z., BONATTE-JUNIOR, P. Cattle tick infestation in Brangus cattle raised with Nellore in central Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, p. 1099-1113, 2018.
- CANEVARI, J.T., MANGOLD, A.J., GUGLIELMONE, A.A., NAVA, S. Population dynamics of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in a subtropical subhumid region of Argentina for use in the design of control strategies. **Medical and Veterinary Entomology**, v.31, p.6-14, 2016.
- CARVALHO, J. L. N., RAUCCI, G. S., FRAZAO, L. A., CERRI, E. C.; BERNOUX, M., CERRI, C. C. Crop-pasture rotation: a strategy to reduce soil greenhouse gases emissions in the Brazilian Cerrado. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.183, p. 167-175, 2014.
- DE LA FUENTE, J., ESTRADA-PEÑA, A. Why new vaccines for the control of ectoparasite vectors have not been registered and commercialized? **Vaccines**, v. 75, 2019.

GARCIA, M.V., RODRIGUES, V.D.S., KOLLER, W.W., ANDREOTTI, R. Biologia e importância do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Embrapa Gado de Corte- Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2019.

GAUSS, C.L.B., FURLONG, J. Comportamento de larvas infestantes de *Boophilus microplus* em pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, v.32, p. 467-472, 2002.

GEORGE, J.E., POUND, J.M., DAVEY, R.B. Chemical control of ticks on cattle and the resistance of these parasites to acaricides. **Parasitology**, v.129, p. 353-366, 2004.

GILBERT, L. The impacts of climate change on ticks and tick-borne disease risk. **Annual Review of Entomology**, v. 66, p. 373-388, 2021.

INOKUMA, H., KEDIN, R.L., KEMP, D.H., WILLADSEN, P. Effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation on the bovine immune system. **Veterinary Parasitology**, v.47, p.107-118, 1993.

IQBAL, A., USMAN, M., ABUBAKAR, M. Mini Review: Current tick control strategies in Pakistan are possible environmental risks. **Iraqi Journal of Veterinary Sciences**, v.31, p.81-86, 2017.

KAWA, G.P. Non-chemical agents and factors capable of regulating tick populations in nature: a mini review. **International Journal of Tropical Insect Science**, v.13, p.587-594, 1992.

KLAFKE, G. M., THOMAS, D. B., MILLER, R. J., & DE LEÓN, A. A. P. Efficacy of a water-based botanical acaricide formulation applied in portable spray box against the southern cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae), infesting cattle. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v.12, p.101721, 2021.

KRUCHELSKI, S., TRAUTENMÜELLER, J.W., DEISS, L., TREVISAN, R., CUBBAGE, F., PORFÍRIO-DA-SILVA, V., MORAES, A. *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage growth and wood density in integrated crop-livestock systems. **Agroforest Systems**. v. 95, p. 1577-1588, 2021.

LEW-TABOR, A. E.; VALLE, M. R. A review of reverse vaccinology approaches for the development of vaccines against ticks and tick borne diseases. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 7, p. 573-585, 2016.

MARCHESINI, P., NOVATO, T. P., CARDOSO, S. J., DE AZEVEDO PRATA, M. C., DO NASCIMENTO, R. M., KLAFKE, G., COSTA-JÚNIOR, L.M., MATURANO, R., LOPES, W.D.Z., BITTENCOURT, V.R.E.P., MONTEIRO, C. Acaricidal activity of (E)-cinnamaldehyde and α -bisabolol on populations of *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) with different resistance profiles. **Veterinary Parasitology**, v.286, p.109226, 2020.

MASTROPAOLO, M., MANGOLD, A.J., GUGLIELMONE, A.A., NAVA, S. Non-parasitic lifecycle of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in *Panicum maximum* pastures in northern Argentina. **Research in Veterinary Science**, v.115, p.138-145, 2017.

MOLENTO, M.B., FORTES, F.S., BUZATTI, A., KLOSTER, F.S., SPRENGER, L.K., COIMBRA, E. E SOARES, L.D. Partial selective treatment of *Rhipicephalus microplus* and

- breed resistance variation in beef cows in Rio Grande do Sul, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v.192, p.234-239, 2013.
- MOLENTO, M.B. Resistência de helmintos em ovinos e caprinos. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.13, p.82-87, 2004.
- MONDAL, D., SARMA, K., SARAVANAN, M. Upcoming of the integrated tick control program of ruminants with special emphasis on livestock farming system in India. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v.4, p.1-10, 2013.
- MORAES, A.D., CARVALHO, P.C.F., ANGHINONI, I., LUSTOSA, S.B.C., DE ANDRADE, S.E.V.G., KUNRATH, T.R. Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, v.57, p.4-9, 2014.
- MOREL, N., SIGNORINI, M.L., MANGOLD, A.J., GUGLIELMONE, A.A. NAVA, S. Strategic control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* infestation on beef cattle grazed in *Panicum maximum* grasses in a subtropical semi-arid region of Argentina. **Preventive Veterinary Medicine**, v.144, p.179-183, 2017.
- MOTT, G.O., LUCAS, H.L. 1952, August. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In International grassland congress (Vol. 6, No. 1952, p. 1380-1395).
- NAVA, S., MANGOLD, A.J., CANEVARI, J.T., MOREL, N., GUGLIELMONE, A.A. Strategic treatments with systemic biocides to control *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) in northwestern Argentina. **InVet**, v.16, p.23-30, 2014.
- NAVA, S., MANGOLD, A.J., CANEVARI, J.T., GUGLIELMONE, A.A. Strategic applications of long-acting acaricides against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in northwestern Argentina, with an analysis of tick distribution among cattle. **Veterinary Parasitology**, v.208, p.225-230, 2015.
- NAVA, S., MASTROPAOLO, M., GUGLIELMONE, A.A., MANGOLD, A.J. Effect of deforestation and introduction of exotic grasses as livestock forage on the population dynamics of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) in northern Argentina. **Research in Veterinary Science**, v. 95, p.1046-1054, 2013.
- NAVA, S., TOFALETTI, J.R., MOREL, N., GUGLIELMONE, A.A., Efficacy of winter–spring strategic control against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* infestations on cattle in an area with ecological conditions highly favorable for the tick in northeast Argentina. **Medical and Veterinary Entomology**, v.33, p. 312-316, 2019.
- NICARETTA, J.E., COUTO, L.F.M., HELLER, L.M., FERREIRA, L.L., CAVALCANTE, A.S.A., ZAPA, D.M.B., CRUNIVEL, L.B., MELO JUNIOR, R.D., GONTIJO, L.M.A., SOARES, V.E., MELLO, I.A.S., MONTEIRO, C.M.O., LOPES, W.D.Z. Evaluation of different strategic control protocols for *Rhipicephalus microplus* on cattle according to tick burden. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 12, p. 101737, 2021.
- PARANÁ. Decreto nº 1753, de 06 de maio de 1996. Área de Proteção Ambiental do Iraí. Curitiba, PR.

PÉREZ DE LEÓN, A.A., MITCHEL III, R.D., WATSON, D.W. Ectoparasites of Cattle. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.36, p.173-185, 2020.

PETER, R.J., VAN DEN BOSSCHE, P., PENZHORN, B.L., SHARP, B. Tick, fly, and mosquito control lessons from the past, solutions for the future. **Veterinary Parasitology**, v.132, p. 205-215, 2005.

RASHID, M., RASHID, M. I., AKBAR, H., AHMAD, L., HASSAN, M. A., ASHRAF, K., SAEED, K., GHARBI, M. A systematic review on modelling approaches for economic losses studies caused by parasites and their associated diseases in cattle. **Parasitology**, v. 146, p. 129-141, 2019.

SALMAN, M., ABBAS, R. Z., ISRAR, M., ABBAS, A., MEHMOOD, M. K., KHAN, M. K., SINDHU, Z.D., HUSSAIN, R., SALEEMI, M.K., SHAH, S. Repellent and acaricidal activity of essential oils and their components against *Rhipicephalus* ticks in cattle. **Veterinary Parasitology**, v. 283, p.109178, 2020.

SCHAFASCHECK, A. I. I., PORTUGAL, T. B., FILUS, A., MORAES, A., GUARALDO, A. C., PRITSCH, I. C., MOLENTO, M. B. Transient Threshold Abundance of *Haematobia Irritans* (Linnaeus, 1758) In Cattle Under Integrated Farming Systems. **International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences**, v. 11, p. 322-340, 2021.

STUTZER, C., RICHARDS, S. A., FERREIRA, M., BARON, S., MARITZ-OLIVIER, C. Metazoan parasite vaccines: present status and future prospects. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 8, p. 67, 2018.

SUNGIRAI, M., MOYO, D.Z., DE CLERCQ, P., MADDER, M. Communal farmers' perceptions of tick-borne diseases affecting cattle and investigation of tick control methods practiced in Zimbabwe. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v.7, p.1-9, 2016.

TABOR, A.E., REHMAN, G., GARCIA, G.R., ZANGIROLAMO, A.F., MALARDO, T., JONSSON, N.N. Cattle Tick *Rhipicephalus microplus*-Host Interface: A Review of Resistant and Susceptible Host Responses. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 7, p. 506, 2017.

VAN EENENNAAM, A. L.; YOUNG, A.E. Genetic improvement of food animals: past and future. p. 171-180, 2019.

WILLADSEN P. Anti-tick vaccines. **Parasitology**, v. 129, p.367-387, 2004.

YAWA, M., NYANGIWE, N., JAJA, I.F., KADZERE, C.T., MARUFU, M.C. Communal cattle farmer's knowledge, attitudes and practices on ticks (Acari: Ixodidae), tick control and acaricide resistance. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, p. 3005-30013, 2020.

ZAPA, D.M.B., COUTO, L.F.M., HELLER, L.M., CAVALCANTE, A.S.A., NICARETTA, J.E., CRUNIVEL, L.B., MELO JUNIOR, R.D., FERREIRA, L.L., BASTOS, T.S.A., SOARES, V.E., MELLO, I.A.S., LOPES, W.D.Z. Do rainfall and tick burden affect the efficacy of pour-on formulations against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*? **Preventive Veterinary Medicine**, v.177, p. 104950, 2020.

**3 Capítulo 2. O componente arbóreo na expressão do bem-estar de bovinos de corte em
pastejo**

3.1 RESUMO

Para atender a demanda crescente por alimentos e a necessidade de redução dos impactos ambientais a produção pecuária tem como alternativa a adoção de sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA). Isso porque este modelo de produção é reconhecido por promover a intensificação sustentável. Neste sentido objetivou-se avaliar o bem-estar de bovinos de corte em sistemas integrados de produção agropecuária utilizando medidas baseadas em recursos e nos animais a partir de critérios extraídos do protocolo *Welfare Quality*[®]. Foram avaliados 18 bovinos da raça angus e cruzas por um período de 10 meses consecutivos. Os tratamentos utilizados foram os sistemas pecuária e pecuária-floresta no qual os bovinos permaneceram em pastejo contínuo com lotação variável ao longo de todo o período experimental. Foram avaliados o escore de condição corporal, ganho de peso médio diário, tempo destinado ao ócio, pastejo e ruminação, temperatura da superfície corporal, presença de lesões, tosse secreção nasal e respiração dificultada, escore de locomoção, escore de consistência fecal, infestação por ecto e endoparasitas, distância de fuga, número de vocalizações, escore de reatividade e velocidade de saída. A integração pecuária-floresta demonstrou ser capaz de melhorar a relação ser humano-animal, observado pela distância de fuga dos animais 63% inferior e, também, o sistema pecuária-floresta mostrou ser um alojamento melhor aos animais pois reduziu o escore de reatividade em 85% dos animais nele alocados. Para as demais variáveis não foram observadas diferenças entre os sistemas, acredita-se que isso se deve ao fato de ambos os sistemas terem sido bem manejados ofertando aos animais condições para atingirem o bem-estar nas medidas avaliadas. Destaca-se a importância conjunta de tecnologias e manejos para o alcance do bem-estar animal e a consequente produtividade dos animais.

Palavras-chave: silvipastoril, conforto térmico, bioética.

3.2 INTRODUÇÃO

Para os desafios enfrentados pela pecuária, os SIPA já foram reconhecidos pela redução de gases de efeito estufa (SAVIAN et al., 2014; ZUBIETA et al., 2021), aumento da eficiência no uso do solo, produtividade e biodiversidade (LEMAIRE et al., 2014; SAVIAN et al., 2014; SOUSSANA & LEMAIRES et al., 2014) e, para os animais, os principais benefícios da adoção dos SIPA estão relacionados ao bem-estar, principalmente ao conforto

térmico devido ao sombreamento gerado pelo componente florestal (GIRO et al., 2019; JUNIOR et al., 2021; DO NASCIMENTO BARRETO, et al., 2022).

O bem-estar é o estado do indivíduo no que diz respeito às suas tentativas de lidar com seu ambiente (BROOM, 1986). Por ser multidimensional e apresentar diferentes componentes (WEBSTER, 2012), as avaliações de bem-estar não são medidas diretas e envolvem muitas vezes a avaliação da saúde dos animais, comportamento, função do sistema imune, presença de lesões corporais e dimensionamento das instalações, na tentativa de estimar a resposta animal ao manejo e a outros estímulos ambientais impostos aos animais (BROOM, 2014; BROOM & FRASER, 2015; KIM et al., 2019).

Um dos primeiros protocolos para avaliação do bem-estar de bovinos foi desenvolvido em 1985 com o objetivo de avaliar o bem-estar de vacas leiteiras austríacas (BARTUSSEK, 1991). Em 1991 foi atualizado e hoje é conhecido como *Animal Needs Index* (ANI), o qual utiliza medidas baseadas em recursos, como elementos estruturais, relação ser humano-animal e manejo para estimar o bem-estar de bovinos (BARTUSSEK, 1991; BARTUSSEK et al., 2000; DE ROSA et al., 2019). Contudo, protocolos que utilizam apenas medidas baseadas em recursos são criticados por indicar apenas os fatores de risco das instalações e dos manejos e não incluir medidas baseadas nos animais como saúde, necessidades fisiológicas e etológicas (JOHNSEN et al., 2001; DE GRAAF et al., 2016).

Portanto, há um interesse crescente na utilização de protocolos que combinem avaliações baseadas nos recursos e nos animais (CROYLE et al., 2018; DE ROSA et al., 2019). Neste sentido, o protocolo *Welfare Quality*® é tido como capaz de descrever o estado real do bem-estar de animais em fazendas por utilizar medidas baseadas nos recursos e, principalmente, medidas baseadas nos animais (LAVEN & FABIAN, 2016; DE ROSA et al., 2019). Este trabalho tem como objetivo avaliar o bem-estar de bovinos de corte em sistemas integrados de produção agropecuária utilizando medidas baseadas em recursos e nos animais a partir de critérios extraídos do protocolo *Welfare Quality*®.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

3.3.1 Local de estudo

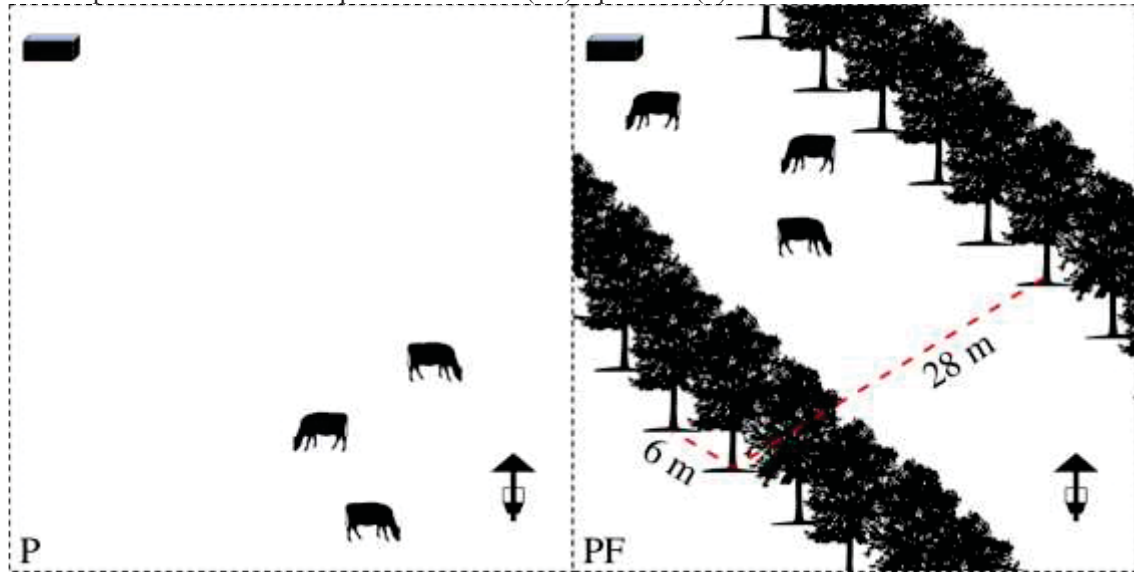
O experimento foi realizado no município de Pinhais, Brasil, na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Paraná (UFPR), sob as coordenadas 25°24'4,31''S de latitude e 49°7'15,02''O de longitude e altitude de 918 m. A região apresenta o clima cfb

com temperaturas médias entre 12,5°C e 22,5°C, precipitação anual média de 1400 mm e geadas severas e frequentes num período médio de ocorrência de 10 a 25 dias anualmente, conforme descrito por Köpen. A área de estudo pertence à Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual do Iraí, na qual o uso de agrotóxicos é vetado em conformidade com o decreto n°. 1.753, de 06 de maio de 1996.

3.3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi realizado no período de 31/07/2020 a 02/04/2021, totalizando 245 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando dois sistemas de produção pecuária como tratamentos e nove repetições em cada tratamento. Os sistemas avaliados foram, pecuária-floresta (PF), caracterizado pela integração do *Eucalyptus benthamii* com a produção pecuária, e o sistema especializado pecuária (P) (FIGURA 1). Em ambos os sistemas a pastagem de inverno, formada por aveia-preta (*Avena strigosa*) em consórcio (2:1) com azevém (*Lolium multiflorum*), foi semeada no final do mês de maio de 2020. A pastagem de inverno é composta também por outras espécies forrageiras espontâneas como trevo-branco (*Trifolium repens*) e ervilhaca (*Vicia sp*) (FIGURA 3.1). No verão do ano-safra 2013/14, em ambos os sistemas, foi realizada a semeadura do capim-áries [*Megathyrsus* (ex *Panicum*) *maximum*] que compõe a pastagem de verão junto com a presença de espécies espontâneas como Estrela Africana (*Cynodon plectostachyus*), Hemarthria (*Hemarthria altíssima*), capim Papuã [*Urochloa* (ex *Brachiaria*) *plantaginea*], capim kikuio (*Pennisetum clandestinum*) (FIGURA 3.1).

FIGURA 3.1 - Representação dos sistemas pecuária (P) e pecuária-floresta (PF), caracterização do componente arbóreo presente no sistema pecuária-floresta (PF) e caracterização das pastagens de inverno e verão presentes nos sistemas pecuária-floresta (PF) e pecuária (P).



Caracterização do componente arbóreo¹

Espécie	<i>Eucalyptus benthamii</i>		
Idade (anos)	7		
Espaçamento (m)	28 x 6		
Sombreamento (%)	26		
Densidade (nº árvores/ha)	47		
Caracterização da pastagem de inverno			
Composição (%)	<i>Avena strigosa</i>	P	PF
	<i>Lolium multiflorum</i>	60,5	41,9
	Outras ²	13,3	2,8
Oferta (%)		26,2	55,3
Taxa de lotação (kg. ha ⁻¹)		16	26
		716,9	397,3
Caracterização da pastagem de verão			
Composição (%)	<i>Megathyrsus maximum</i>	P	PF
	Outras ³	79,3	91,5
Oferta (%)		20,7	8,5
Taxa de lotação (kg. ha ⁻¹)		22	21
		1002,3	827,7

¹Fonte: Kruchelski et al. (em preparação).

²*Megathyrsus maximum*, *Trifolium repens* e *Viccia sp*

³*Avena strigosa*, *Lolium multiflorum*, *Cynodon plectostachyu*, *Hemarthria altissima*, *Urochloa* (ex *Brachiaria*) *plantaginea* e *Pennisetum clandestinum*.

3.3.3 Animais

Foram avaliados bovinos da raça Angus e cruzas na fase de recria em sistema extensivo, com peso inicial médio de 177kg ± 40kg e idade de 12 meses. Em cada sistema foram mantidos 3 animais testes (n=18) em lotação contínua com um número variável de reguladores de raça, peso e idade semelhantes, a fim de manter a altura meta de pastejo de 24 cm no inverno e no verão.

Em todos os sistemas os animais tiveram acesso à bebedouros com enchimento após consumo por meio de boia. A dieta dos animais era composta exclusivamente pela pastagem e sal mineralizado *ad libitum* fornecido em cochos cobertos.

Esse trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no uso de animais do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná - protocolo número 076_2019

3.3.4 Mensuração das variáveis

As avaliações foram realizadas mensalmente a partir da chegada dos animais até a saída, totalizando 10 avaliações de julho de 2020 a abril de 2021. Foram selecionados 8 critérios de bem-estar para abordar os 4 princípios de bem-estar estabelecidos pelo protocolo *Welfare Quality*[®] (BLOKHUIS, 2009 - TABELA 3.1). A seleção das medidas foi feita levando em consideração as condições locais de produção pecuária extensiva (HUERTAS et al., 2009), a viabilidade e a relevância da medida como reflexo do bem-estar promovido pelo sistema de produção.

TABELA 3.1 - Princípios, critérios e medidas para avaliação de bem-estar de bovinos de corte.

Princípios de bem-estar		Crítérios de bem-estar	Medidas
Boa alimentação	1	Ausência de fome prolongada	Escore de condição corporal e ganho de peso médio diário (GMD).
	2	Ausência de sede prolongada	Abastecimento de água.
Bom alojamento	3	Conforto para descanso	Tempo destinado ao ócio e ruminação.
	4	Conforto térmico	Temperatura da superfície corporal.
Boa saúde	5	Ausência de lesões	Lesões de pele e escore de locomoção.
	6	Ausência de doença	Tosse, secreção nasal, respiração dificultada, diarreia e infestação por endoparasitas e ectoparasitas.
Comportamento apropriado	7	Boa relação ser humano-animal	Distância de fuga e número de vocalizações.
	8	Ausência de medo	Escore de reatividade e velocidade de saída.

Adaptado de *Welfare Quality*[®] Protocolo de avaliação de bovinos (BLOKHUIS, 2009).

3.3.4.1 Boa alimentação

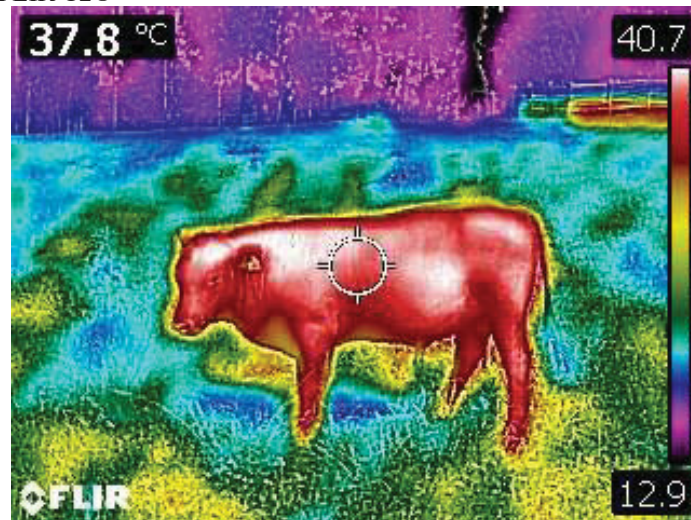
O escore de condição corporal (ECC) foi avaliado baseado na escala de 0 a 5 pontos (de muito magro a muito gordo) segundo a metodologia de Lowman et al. (1976), e o ganho de peso médio diário (GMD) foi obtido por meio da diferença de peso entre pesagens. As variáveis foram avaliadas na periodicidade de 28 dias. A ausência de sede prolongada foi avaliada pelo monitoramento semanal do abastecimento de água.

3.3.4.2 Bom alojamento

O conforto para descanso foi mensurado por meio de avaliações mensais de comportamento diurno a fim de mensurar o uso do tempo pelo animal para as atividades de pastejo, ruminação e outras atividades (ócio, socialização, ingestão de água, consumo de sal mineralizado). A avaliação foi realizada pela observação dos animais ao longo de 13h consecutivas, do nascer ao pôr-do-sol, e registrada a atividade que cada animal realizava no intervalo de 5 minutos. Por meio da análise de *Cluster* os dados foram organizados em três horários de avaliação, sendo horário 1 (05:30 - 09:30), horário 2 (09:35 - 14:30) e horário 3 (14:35 - 17:30).

O conforto térmico foi avaliado mensalmente por meio de fotos obtidas por câmera termográfica FLIR C2[®] com o objetivo de mensurar a temperatura corpórea externa dos bovinos (FIGURA 3.2). As regiões do tronco e do dorso foram utilizadas para a avaliação pois, correspondem à região que mais recebe radiação solar direta durante o dia (GIRO et. al., 2019).

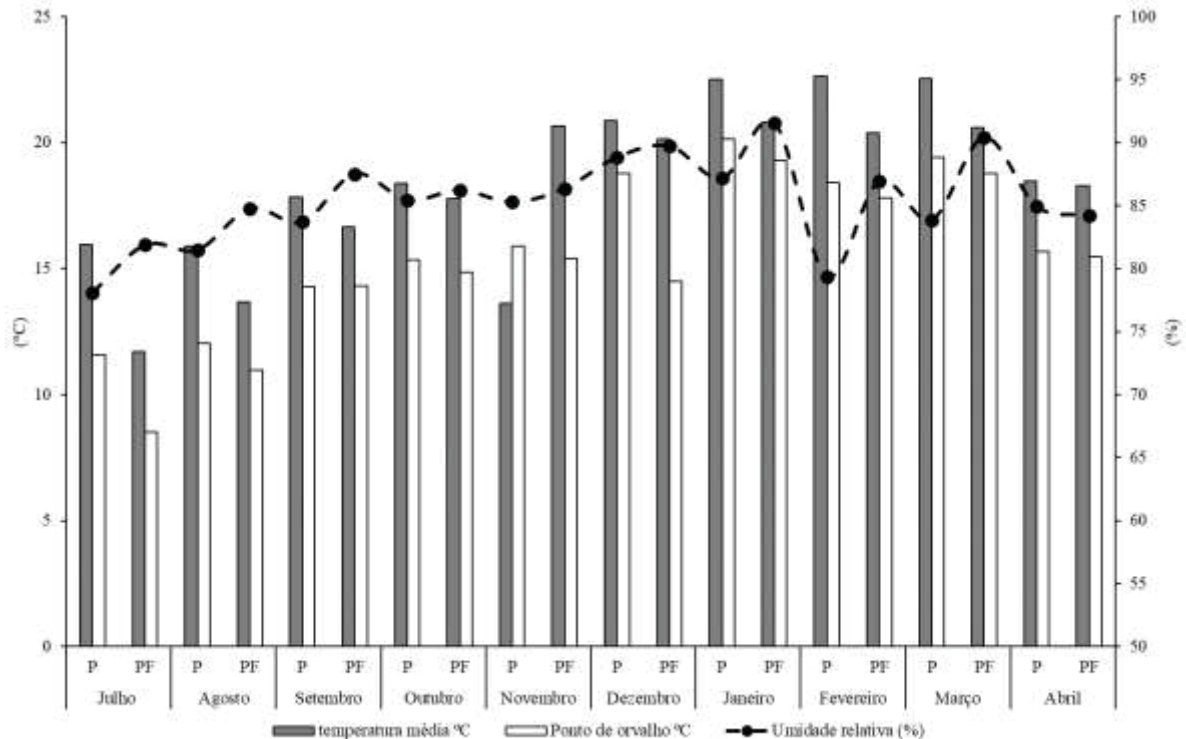
FIGURA 3.2 - Exemplo de foto tirada da câmera termográfica FLIR C2[®]



Também, foi mensurado o índice de temperatura e umidade (THI) descrito por Thom (1958), o qual indica que valores menores ou iguais a 70 correspondem à condição normal, não estressante ao animal; de 71 a 78 correspondem a uma condição crítica; de 79 a 83 indica perigo; e acima de 83 constitui estado de emergência. Os dados de temperatura, umidade relativa do ar, radiação global e ponto de orvalho, foram coletados diariamente a partir de

estações meteorológicas, HOBO RX Station - RX3000®, situadas nos sistemas pecuária e

FIGURA 3.3 - Temperaturas diárias médias (°C), Temperatura de ponto de orvalho (°C) e umidade relativa (%) nos sistemas pecuária (P) e pecuária-floresta (PF) nos dez meses de avaliação.



3.3.4.3 Boa saúde

A ausência de lesões foi monitorada semanalmente ao longo de todo o período de avaliação, no qual foi registrada a presença ou ausência de lesões em qualquer parte do corpo do animal. As variáveis de tosse, secreção nasal e respiração dificultada foram monitoradas semanalmente sendo registrada a ausência ou presença destas.

O escore de locomoção (EL) foi avaliado mensalmente baseado na escala de 1 a 5 pontos, sendo 1 atribuído ao animal que andava normalmente e 5 ao animal com claudicação severa, segundo a metodologia descrita por Shearer et al. (2013). A ocorrência de diarreia foi avaliada mensalmente seguindo o escore de consistência fecal (EF) baseado na escala de 0 a 3 (de fezes bem firmes a diarreia intensa) descrito por Walker et al. (1998).

A infestação por ectoparasitas foi monitorada por meio da contagem de mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*), bernes (*Dermatobia hominis*) e carrapatos (*Rhipicephalus microplus*) em um lado (plano-mediano) de cada animal e atribuído um escore de infestação para cada ectoparasita. Para a infestação por bernes e carrapatos os escores baseiam-se na escala 0 a 4, com evolução na pontuação pelo acréscimo de 5 ectoparasitas na contagem. Já o

escore de infestação por moscas baseia-se na escala de 0 a 4, com evolução na pontuação pelo acréscimo de 10 moscas na contagem.

3.3.4.4 Comportamento apropriado

A distância de fuga foi avaliada mensalmente com auxílio de trena a laser, na qual foi medida a distância máxima de aproximação entre o observador e o animal até que este reaja (FORDYCE et al., 1982; BURROW, 1997). O número de vocalizações foi contabilizado no tronco de contenção durante as pesagens realizadas a cada 28 dias.

O escore de reatividade foi avaliado segundo a metodologia adaptada de Hearnshaw e Morris (1984) no tronco de contenção durante as pesagens considerando a agitação e movimentação do animal, baseado na escala de 1 a 5 (de animal com cabeça orelhas e cauda relaxados a animal paralisado com tremor muscular). A velocidade de saída foi mensurada a partir do tempo que o animal levava para sair do tronco de contenção (distância conhecida) segundo a metodologia adaptada de Burrow et al. (1988).

3.3.5 Análise dos dados

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos (PEC e PF) e nove repetições em cada tratamento. O experimento foi conduzido em dez períodos de avaliação, os quais foram considerados como medidas repetidas no tempo. Foi utilizado um modelo de efeito misto com efeito fixo de tratamentos e períodos de avaliação e os efeitos aleatórios dos animais alocados nos tratamentos, utilizando o procedimento MIXED. Foi realizada a análise de normalidade para todas as variáveis pelo teste de Shapiro-Wilk. Foi realizado o teste de Bartlett para verificar a homogeneidade das variâncias e foi testada a independência dos erros. Apenas as variáveis, ganho de peso médio diário, e frequência das atividades de pastejo, ruminação e outras atividades apresentaram normalidade. Quando observadas diferenças, as médias foram comparadas pelo recurso lsmeans. Foram realizados testes de seleção de estrutura utilizando o menor valor do Critério de Informação Akaike (AIC) para determinar o modelo que melhor represente os dados. A interação entre tratamentos e períodos de avaliação foi desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade. As demais variáveis que não apresentaram comportamento normal mesmo após a transformação foram submetidas à análise de variância para dados não paramétricos por meio do teste de Kruskal-Wallis. O programa estatístico utilizado foi o RStudio versão 4.0.4. Foi adotado 5% como nível de significância máximo das análises.

3.4 RESULTADOS

3.4.1 Boa alimentação

Para as variáveis de ECC e GMD, na média de todas as épocas de avaliação, não houve diferença estatística entre os sistemas P e PF ($P = 0,092$ e $P = 0,961$, respectivamente; TABELA 3.2). Entre as épocas de avaliação, na média dos sistemas, os maiores ECC foram observados da avaliação 6 a 10 ($P < 0,001$), enquanto os maiores GMD foram observados nas avaliações 2 e 3 ($P < 0,001$; TABELA 2). Não houve interação entre os sistemas e épocas de avaliação para as variáveis ECC ($P = 0,173$) e GMD ($P = 0,085$).

TABELA 3.2 - Valores médios de escore de condição corporal (ECC) e ganho de peso médio diário (GMD - $\text{kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) em função dos sistemas pecuária (P) e pecuária-floresta (PF), e das épocas de avaliação.

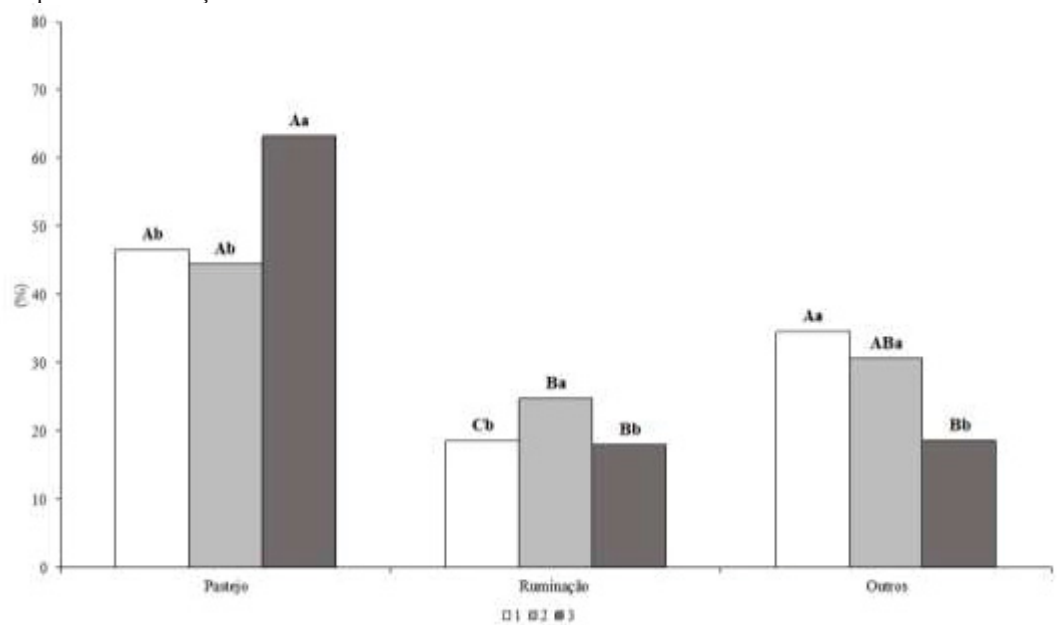
		ECC	GMD
Sistemas	P	2,8	0,873
	PF	2,7	0,878
<i>P-valor</i>		<i>0,092</i>	<i>0,961</i>
Avaliação	1	2,02 ^d	-
	2	2,39 ^{cd}	1,43 ^a
	3	2,66 ^{cd}	1,15 ^{ab}
	4	2,69 ^{bc}	0,99 ^{bc}
	5	2,86 ^{bc}	1,07 ^b
	6	2,92 ^b	1,01 ^b
	7	2,97 ^b	0,52 ^c
	8	3,00 ^b	0,58 ^c
	9	2,88 ^b	0,09 ^d
	10	3,47 ^a	1,03 ^b
<i>P-valor</i>		<i>< 0,001</i>	<i>< 0,001</i>

3.4.2 Bom alojamento

A porcentagem de tempo dispendido para as atividades de pastejo, ruminação e outras atividades não apresentou diferença estatística entre os sistemas avaliados ($P = 0,890$), entre as épocas de avaliação ($P = 0,618$) e não houve interação entre as variáveis sistemas e épocas de avaliação ($P = 0,369$).

Entre os horários de avaliação, na média dos sistemas e épocas de avaliação, foi observada diferença estatística entre horários de avaliação ($P < 0,001$) e frequência de atividades ($P = 0,009$) e não houve interação entre horários de avaliação e frequência de atividades ($P = 0,618$). A maior frequência de pastejo foi observada no horário 3, a maior frequência de ruminação no horário 2 e maior frequência de outras atividades nos horários 1 e 2 (FIGURA 3.4). No horário 1 foi observada a maior frequência de pastejo e outras atividades, no horário 2 a frequência de ruminação foi inferior à frequência de pastejo, e no horário 3 a frequência de pastejo foi superior que as demais atividades (FIGURA 3.4).

FIGURA 3.4 - Frequência (%) de atividades de pastejo, ruminação e outras atividades nos três horários de avaliação 1 (05:30 - 09:30), 2 (09:35 - 14:30) e 3 (14:35 - 17:30), na média dos sistemas e épocas de avaliação.



Letras maiúsculas representam diferenças entre a frequência de atividades (pastejo, ruminação e outras) em cada horário de avaliação (1, 2 e 3), ao nível de significância de 5%.

Letras minúsculas representam diferenças entre os horários de avaliação (1, 2 e 3) em cada atividade (pastejo, ruminação e outras), ao nível de significância de 5%.

A temperatura corpórea externa dos bovinos diferiu entre os sistemas avaliados ($P < 0,001$), sendo $2,5^{\circ}\text{C}$ inferior nos bovinos alocados no sistema PF em comparação aos alocados no P, na média de todas as avaliações (TABELA 3.3). Na média dos sistemas, a temperatura superficial dos bovinos foi superior nas avaliações 6, 9 e 10, não diferindo das avaliações 7 e 8 (TABELA 3.3). Não houve interações entre sistema e avaliação para a variável temperatura corpórea externa ($P = 0,062$).

O THI não diferiu entre os sistemas avaliados ($P = 0,915$; TABELA 3.3). Entre as épocas de avaliação, na média dos sistemas, o THI foi superior nas avaliações 7, 8, 9 e 10, e

inferior na avaliação 1, não diferindo da avaliação 2 ($P < 0,001$; TABELA 3.3). Não houve interação entre sistemas e avaliações para a variável THI ($P = 0,121$).

TABELA 3.3 - Valores médios de temperatura corpórea externa ($^{\circ}\text{C}$) e índice e temperatura e umidade (THI) função dos sistemas pecuária (P) e pecuária-floresta (PF) e das épocas de avaliação.

		Temp. corpórea externa ($^{\circ}\text{C}$)	THI
Sistemas	P	35,3 ^a	67,2
	PF	32,8 ^b	67,4
<i>P-valor</i>		$< 0,001$	$0,915$
Avaliação	1	32,9 ^b	56,06 ^c
	2	33,3 ^b	57,6 ^{bc}
	3	33,7 ^{ab}	58,9 ^b
	4	32,8 ^b	59,0 ^b
	5	33,1 ^b	59,4 ^b
	6	35,1 ^a	62,5 ^b
	7	34,8 ^{ab}	70,7 ^a
	8	34,81 ^{ab}	71,8 ^a
	9	34,9 ^a	68,9 ^a
	10	35,7 ^a	71,4 ^a
<i>P-valor</i>		$< 0,001$	$< 0,001$

3.4.3 Boa saúde

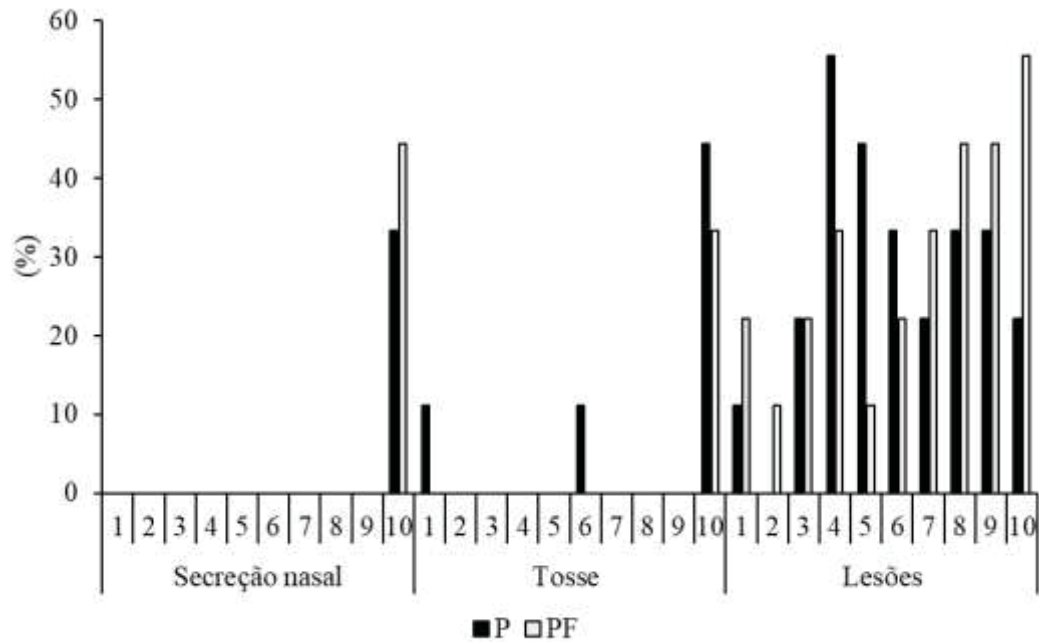
Não foi observada diferença estatística entre os sistemas P e PF para as variáveis de escore de locomoção ($P = 0,158$), escore de consistência fecal ($P = 0,853$) e escore de infestação por bernes ($P = 0,412$), carrapatos ($P = 0,663$) e moscas ($P = 0,700$), independente da época de avaliação (TABELA 3.4). O escore de consistência fecal foi maior na avaliação 3 e menor na avaliação 1, em ambos os sistemas (TABELA 3.4). Na média dos sistemas, o escore de infestação por bernes foi superior nas avaliações 4 a 8 ($P < 0,001$), enquanto os escores de infestação por carrapatos foram inferiores nas avaliações, 1, 2, 4 e 9 ($P < 0,001$), e o escore de infestação por moscas foi inferior nas avaliações 1, 2 e 9 ($P < 0,001$). Não houve interação significativa entre sistemas e épocas de avaliação para as variáveis escore de locomoção ($P = 0,621$), escore de consistência fecal ($P = 0,231$) e escore de infestação por bernes ($P = 0,172$), carrapatos ($P = 0,091$) e moscas ($P = 0,217$).

TABELA 3.4 - Valores médios de escore de locomoção, escore de consistência fecal e escore de infestação por bernes, carrapatos de moscas em função dos sistemas pecuária (P) e pecuária-floresta (PF) e das épocas de avaliação.

		Escore de locomoção	Escore de consistência fecal	Escore de infestação		
				Bernes	Carrapatos	Moscas
Sistemas	P	1	1,8	0,8	1,7	0,6
	PF	1	1,9	1,0	1,9	0,7
<i>P-valor</i>		<i>0,158</i>	<i>0,853</i>	<i>0,412</i>	<i>0,663</i>	<i>0,700</i>
Avaliação	1	1	1,44 ^b	0,00 ^d	0,00 ^c	0,00 ^c
	2	1	1,83 ^{ab}	0,22 ^d	0,389 ^c	0,00 ^c
	3	1	2,33 ^a	0,61 ^c	2,55 ^b	0,78 ^{ab}
	4	1	1,83 ^{ab}	2,22 ^a	0,17 ^c	0,72 ^b
	5	1	1,83 ^{ab}	1,16 ^b	2,17 ^b	0,89 ^a
	6	1	2,00 ^{ab}	0,72 ^{bc}	3,89 ^a	0,89 ^a
	7	1	1,72 ^{ab}	1,89 ^{ab}	2,61 ^b	1,39 ^a
	8	1	1,67 ^{ab}	1,50 ^b	3,85 ^a	1,28 ^a
	9	1	2,05 ^{ab}	0,50 ^{cd}	0,22 ^c	0,11 ^c
	10	1	1,78 ^{ab}	0,22 ^d	2,11 ^b	0,61 ^b
<i>P-valor</i>		<i>0,084</i>	<i>0,008</i>	<i>< 0,001</i>	<i>< 0,001</i>	<i>< 0,001</i>

A frequência de ocorrência de secreção nasal não diferiu entre os sistemas P e PF ($P = 0,703$), porém foi observada frequência de ocorrência significativamente superior ($P < 0,001$) de secreção nasal na avaliação 10, em ambos os sistemas (FIGURA 3.5). A frequência de ocorrência de tosse apresentou interação entre os sistemas avaliados e épocas de avaliação ($P < 0,001$) sendo superior no sistema P nas avaliações 1 e 6, e semelhante entre os sistemas nas demais avaliações (FIGURA 3.5). A frequência de lesões não diferiu entre os sistemas P e PF ($P = 0,744$) e entre as avaliações ($P = 0,259$). Não houve interação entre os sistemas e épocas de avaliação para as variáveis frequência de ocorrência de secreção nasal ($P = 0,415$) e lesões ($P = 0,623$). Não foi observada respiração dificultada em nenhum dos animais avaliados em todas as avaliações.

FIGURA 3.5 - Frequência de ocorrência de secreção nasal, tosse e lesões em função dos sistemas pecuária (P) e pecuária-floresta (PF) e das épocas de avaliação.



3.4.4 Comportamento apropriado

O número de vocalizações não diferiu entre os sistemas avaliados ($P = 0,352$) e entre as épocas de avaliação ($P = 0,194$; TABELA 3.5). A distância de fuga média foi significativamente superior no sistema P em comparação ao sistema PF na ordem de 63%, independente da época de avaliação ($P < 0,001$; TABELA 3.5). A distância de fuga apresentou diferença estatística entre as épocas de avaliação ($P < 0,001$), sendo superior nas avaliações 1, 2 e 3 em relação as demais avaliações, em ambos os sistemas (TABELA 3.5). Não houve interação entre os sistemas e épocas de avaliação para as variáveis vocalizações ($P = 0,271$) e distância de fuga ($P = 0,473$).

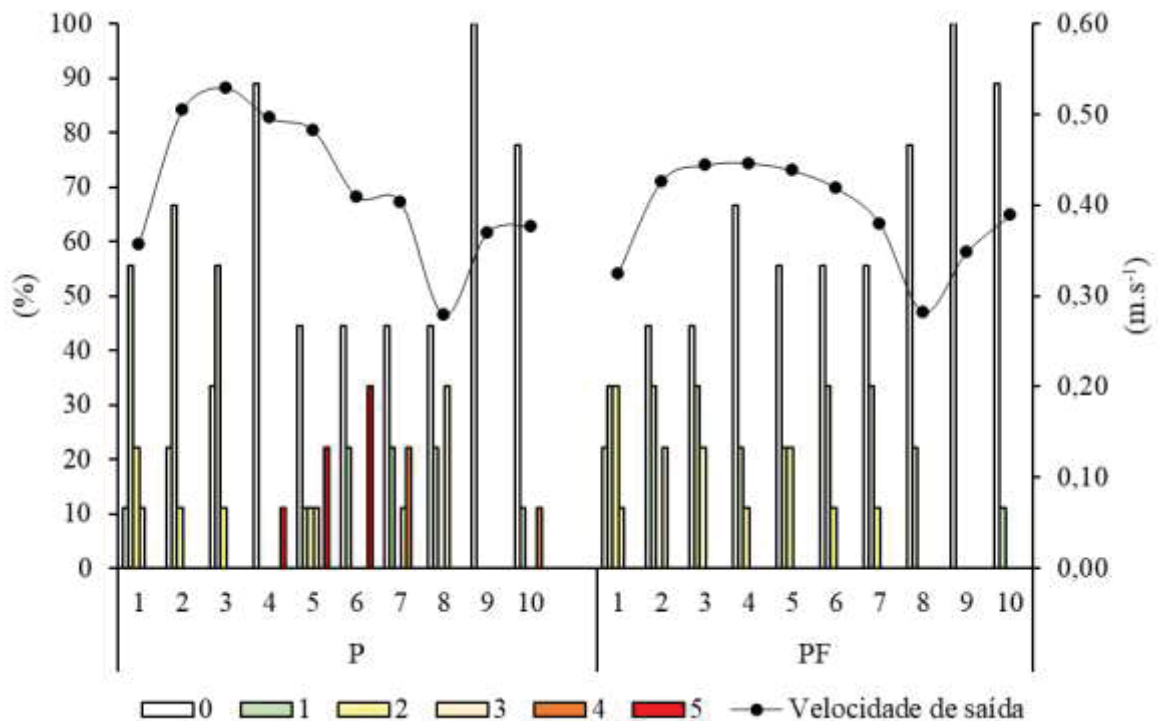
TABELA 3.5 - Valores médios de vocalizações e distância de fuga em função dos sistemas pecuária (P) e pecuária-floresta (PF) e das épocas de avaliação.

		Vocalizações	Distância de fuga (m)
Sistemas	P	0,42	6,41 ^a
	PF	0,12	3,93 ^b
<i>P-valor</i>		<i>0,352</i>	<i><0,001</i>
Avaliação	1	0,11	16,70 ^a
	2	0,05	12,11 ^a
	3	0,22	8,91 ^a
	4	1,05	3,91 ^b
	5	0,66	2,21 ^b

6	0	1,75 ^b
7	0	1,75 ^b
8	0	1,71 ^b
9	0	1,66 ^b
10	0,61	0,99 ^b
<i>P</i> -valor	0,194	< 0,001

A frequência dos escores de reatividade diferiu entre os sistemas avaliados ($P = 0,036$), sendo 85% superior no sistema P em comparação ao PF, na média das avaliações (FIGURA 3.6). Houve interação significativa ($P < 0,001$) para o escore de reatividade e épocas de avaliação, sendo que os maiores escores foram observados no sistema P, nas avaliações 5 e 6 (FIGURA 3.6). A velocidade de saída foi semelhante entre os sistemas ($P = 0,276$) e significativamente inferior ($P = 0,031$) nas avaliações 1 e 8 (FIGURA 3.6). Não houve interação entre os sistemas avaliados e épocas de avaliação para a velocidade de saída ($P = 0,219$).

FIGURA 3.6 - Frequência dos escores de reatividade (1, 2, 3, 4 e 5) e valores médios de velocidade de saída (m s^{-1}) em função dos sistemas pecuária (P) e pecuária-floresta (PF) e das épocas de avaliação.



3.5 DISCUSSÃO

3.5.1 Boa alimentação

O GMD e o ECC não apresentaram diferenças entre os sistemas avaliados (TABELA 3.2). Isso porque, a oferta de forragem não foi limitante (FIGURA 3.1), de modo que os animais, em ambos os sistemas, tiveram acesso à boa alimentação. O maior ECC nas avaliações finais (TABELA 3.2) é condizente com o ganho de peso acumulado dos animais ao longo dos dez meses de avaliação, podendo novamente demonstrar que os animais, em ambos os sistemas, tiveram acesso à boa alimentação. Mezzalira et al. (2012) apontam que, ofertas acima de 8% permitem a evolução do peso vivo médio e ECC.

3.5.2 Bom alojamento

Os bovinos tendem a dividir seu dia alternando atividades de pastejo, ruminação e descanso (SOUZA et al., 2010), concentrando atividades de pastejo no início e final do dia devido às temperaturas mais amenas nestes horários (FRASER & BROOM, 1997). Ainda, Zanine et al. (2017) destacam que, apesar dos bovinos distribuírem o tempo destinado ao descanso ao longo do dia, os animais preferem descansar ao amanhecer. Diversos trabalhos mostram que alterações nos horários de pastejo, ruminação e descanso estão relacionados à condição de estresse térmico. Durante uma carga intensa de calor os animais modificam seu comportamento de pastejo a fim de reduzir o fluxo de calor ao redor do corpo (SCHÜTZ et al., 2010). Igualmente, a redução no consumo de forragens reduz a produção endógena de calor uma vez que a digestão da fibra é um processo termogênico (FERREIRA et al., 2006). Conseqüentemente, ocorrem mudanças no comportamento de ruminação e descanso, no qual os animais direcionam estas atividades para o amanhecer e a noite (POLSKY & VON KEYSERLINGK, 2017; POULOPOULOU et al., 2019; SOUZA et al., 2019).

Neste trabalho, as frequências de tempo dispendido para as atividades de pastejo, ruminação e outras atividades foram semelhantes entre os sistemas (FIGURA 3.4). A maior frequência de pastejo foi observada das 14:35 às 17:30 (horário 3), a maior frequência de descanso e outras atividades das 05:30 às 09:30 (horário 1) e a maior frequência de ruminação das 09:35 às 14:30 (horário 2; FIGURA 3.4), o que condiz com o comportamento natural de animais em pastejo. Assim, deduzimos que o ambiente de produção, tanto do sistema P como do PF, proporcionou um bom alojamento aos animais.

O conforto térmico verificado pelo THI foi semelhante entre os sistemas avaliados e apenas nas avaliações 8 e 10 os índices chegaram a 71, correspondente ao início de uma condição crítica de conforto térmico (TABELA 3.3). Ainda, a temperatura corpórea externa apresentou seu máximo nas avaliações 6 e 10 e foi superior no sistema P, porém a média não ultrapassou o valor de 35°C (TABELA 3.3). Isso é importante porque temperaturas superficiais abaixo dos 35°C permitem o processo de termólise, no qual um gradiente térmico é estabelecido entre o núcleo do corpo e a sua superfície suficiente para permitir a dissipação térmica por todas as vias utilizadas pelos animais (COLLIER et al., 2006). O processo de termólise é favorecido em condições de temperaturas ambientais mais baixas.

Neste trabalho a temperatura média diurna não ultrapassou os 25°C (FIGURA 3.3), favorecendo os mecanismos de perda de calor pelos animais e melhor conforto térmico, nos dois sistemas avaliados (PICCIONE, et al., 2013). Contudo, a maior umidade relativa do ar observada no sistema PF em relação ao sistema P (FIGURA 3.3), fez com que os animais mantidos no PF, apresentassem THI semelhante ao sistema P, mesmo com temperatura corpórea externa inferior (TABELA 3.3). Isso porque as árvores presentes no sistema criam um microclima úmido em decorrência da maior emissão de umidade pela evapotranspiração das árvores e da atuação como quebra-vento que reduz a dissipação da umidade. Em situações de elevada umidade os animais apresentam dificuldade na troca de calor com o ambiente podendo levar à condição de estresse térmico (SILANIKOVE, 2000).

3.5.3 Boa saúde

O escore de locomoção dos bovinos, em ambos os sistemas e em todas as avaliações foi 1, correspondente ao animal sem problemas locomotores evidentes (TABELA 3.4). Este fator indica a boa saúde que os animais apresentaram ao longo de todas as avaliações pois afecções locomotoras são fonte de dores, desconforto e medo (BAUTISTA-FERNÁNDEZ et al., 2021). Ainda, o escore de consistência fecal apresentou médias próximas a 2 nos sistemas P e PF (TABELA 3.4), a ocorrência de secreção nasal e tosse foi baixa (FIGURA 3.5) e não foi observada respiração dificultada em nenhum animal ao longo das avaliações.

Os escores de infestação por bernes, moscas e carrapatos não apresentaram diferença entre os sistemas e, ao longo das avaliações, apresentaram escores maiores nas épocas mais quentes do ano (TABELA 3.4; FIGURA 3.3), nas quais o aparecimento de ectoparasitos é esperado. Neste sentido, foi observado que o aumento na frequência das lesões nos animais (FIGURA 3.5) coincide com as épocas de elevação dos escores de infestação (TABELA 3.4).

A presença de ectoparasitos é associada ao aumento de danos na pele gerados pelos próprios ectoparasitos, como nos casos por decorrência da miíase, ou pelo ato de se coçar dos animais (MOREL et al., 2017; RASHID et al., 2019).

3.5.4 Comportamento apropriado

As ações dos manejadores interferem no comportamento do animal durante o manejo. Sabe-se que manejos agressivos afetam negativamente o bem-estar animal, aumentam o medo dos animais em relação aos seres humanos e os tornam mais reativos (GRANDIN, 1997; HEMSWORTH, 2007; HEMSWORTH & COLEMAN, 2010). A distância de fuga e a velocidade de saída indicam a qualidade da relação ser humano-animal, de modo que menores distâncias de fuga e menores velocidades de saída demonstram uma melhor interação entre os manejadores e os animais (HEMSWORTH et al., 2000; WAIBLINGER et al., 2003; BLOKHUIS, 2009).

Neste estudo, a distância de fuga foi 63% superior no sistema P em relação ao sistema PF (TABELA 3.5) indicando que a integração com o componente arbóreo auxiliou na melhor relação ser humano-animal. Mancera & Galindo (2011) e Ocampo et al. (2011) relatam que o medo frente aos seres humanos pode ser reduzido quando uma ocultação parcial dos animais é possível, melhorando a interação ser humano-animal. Neste sentido, acredita-se que os animais alocados no PF, por terem a presença de árvores em seu ambiente permitindo a sua ocultação parcial, apresentaram menor reação de medo frente aos seres humanos. Ainda, o escore de reatividade foi 85% superior no sistema P em comparação com o PF (FIGURA 3.6), evidenciando que os animais alocados no PF apresentaram menor medo dos seres humanos. Ressalta-se que os animais dos dois sistemas foram manejados de forma calma e silenciosa, tendo em vista que as atitudes dos manejadores em relação aos animais são o principal fator de qualidade do manejo (GRANDIN, 2016).

Diante dos achados, entende-se que os sistemas foram capazes de fornecer condições para que os animais atingissem o bem-estar. Contudo, é preciso cautela em generalizações, pois as condições dos dois sistemas de criação utilizados neste estudo ofereceram aos animais: manejo adequado; oferta de alimento condizente com a demanda; água limpa, fresca e à vontade; taxas de lotação que permitiram o acesso igualitário de todos os animais perante aos recursos do ambiente pastoril; monitoramento das condições sanitárias e acompanhamento por médico veterinário; instalações compatíveis com a redução do medo e ansiedade dos animais assim como a livre expressão do seu comportamento natural. Ainda, a localização

geográfica da área experimental em clima subtropical, na qual as médias de temperatura são de 12,5°C e 22,5°C, auxiliou na manutenção da homeotermia pelos bovinos. Portanto, salienta-se que alterações nos sistemas de produção ou uso de outras tecnologias devem ser aliadas ao atendimento básico das necessidades dos animais já conhecidas pela literatura.

3.6 CONCLUSÃO

Os sistemas, pecuária e pecuária-floresta ofereceram condições semelhantes para que os animais tivessem acesso à boa alimentação, bom alojamento e boa saúde. O sistema pecuária-floresta demonstrou ter um ambiente que proporciona a redução do medo dos animais frente à presença humana oportunizando a melhor expressão do comportamento dos bovinos.

3.7 REFERÊNCIAS

- BARTUSSEK, H. A concept to naturalness in animal production. In: Proceedings of the International Conference on Alternatives in Animal Husbandry. Witzenhausen. University of Kassel, pp. 309–319 July 22-25, 1991.
- BARTUSSEK, H.; LEEB, C.H.; HELD, S. Animal Needs Index for Cattle. ANI 35 L/ 2000-Cattle. Federal Research Institute for Agriculture in Alpine Regions BAL Gumpenstein, A 8952 Irdning, Austria, 2000.
- BAUTISTA-FERNÁNDEZ, M.; ESTÉVEZ-MORENO, L.X.; LOSADA-ESPINOSA, N.; VILARROEL, M.; MARÍA, G.A.; DE BLAS, I.; MIRANDA DE LA LAMA, G.C. Claw disorders as iceberg indicators of cattle welfare: Evidence-based on production system, severity, and associations with final muscle pH. **Meat Science**, v. 177, p. 108496, 2021.
- BLOKHUIS, H.J. Welfare Quality Assessment Protocol for Cattle. 2009.
- BROOM, D.M.; FRASER, A.F. Domestic animal behaviour and welfare. 5th ed. CABI, Wallingford. 2015.
- BROOM, D.M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, 142:524-526, 1986.
- BROOM, D. M. Sentience and animal welfare. CABI, Wallingford, 2014
- BURROW, H.M. Measurements of temperament and their relationships with performance traits of beef cattle. **Animal Breeding Abstracts**, v. 65, n. 7, 477-494, 1997.
- BURROW, H.M., SEIFERT, G.W., COBERT, N.J. A new technique for measuring temperament in cattle. **Australian Society of Animal Production**, 17: 154-157, 1988.

COLLIER, R.J.; DAHL, G.E.; VAN BAALE, M.J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, 89, 1244-1253, 2006.

CROYLE, S.L.; NASH, C.G.R.; BAUMAN, C.; LEBLANC, S.J.; HALEY, D.B.; KHOSA, D.K.; KELTON, D.F. Training method for animal-based measures in dairy cattle welfare assessments. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 10, p. 9463-9471, 2018.

DO NASCIMENTO BARRETO, A.; JUNIOR, W.B.; PEZZOPANE, J.R.M.; DE CAMPOS BERNARDI, A.C.; DE FARIA PEDROSO, A.; MARCONDES, C.R.; JACINTHO, M.A.C.; ROMANELLO, N.; DE SOUSA, M.A.P.; COSTA, L.N.; GARCIA, A.R. Thermal comfort and behavior of beef cattle in pasture-based systems monitored by visual observation and electronic device. **Applied Animal Behaviour Science**, p. 105687, 2022.

DE GRAAF, S.; LAUWERS, L.; BIJTTEBIER, J.; VERBEKE, W.; TUYTTENS, F. Sensitivity of the integrated Welfare Quality® scores of the dairy cattle protocol to changes in individual measures. **In: Proceedings of the Benelux ISAE conference 2016**. 2016. p. 13.

DE ROSA, G.; DI PALO, R.; SERAFINI, R.; GRASSO, F.; BRAGAGLIO, A.; BRAGHIERI, A.; NAPOLITANO F. Different assessment systems fail to agree on the evaluation of dairy cattle welfare at farm level. **Livestock Science**, v. 229, p. 145-149, 2019.

FERREIRA, F.; PIRES, M.F.A.; MARTINEZ, M.L.; COELHO, S.G.; CARVALHO, A.U.; FERREIRA, P.M.; FACURY FILHO, E.J.; CAMPOS, W.E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, 58, 732-738, 2006.

FORDYCE, G., GODDARD, M.E., SEIFERT, G.W. The measurement of temperament in cattle and the effect of experience and genotype. **Animal Production in Australia**, 329-332, 1982.

FRASER, A.F.; BROOM, D.M. *Farm Animal Behaviour and Welfare*, third ed. Balli`ere Tindall, London, p. 448, 1997.

GIRO, A.; PEZZOPANE, J.R.M.; JUNIOR, W.B.; DE FARIA PEDROSO, A.; LEMES, A.P.; BOTTA, D.; ROMANELLO, N.; DO NASCIMENTO BARRETO, A.; Garcia, A.R. Behavior and body surface temperature of beef cattle in integrated crop-livestock systems with or without tree shading. **Science of the Total Environment**, v. 684, p. 587-596, 2019.

GOMES, F.J.; PEDREIRA, B.C.; SANTOS, P.M.; BOSI, C.; LULU, J.; PEDREIRA, C.G.S. Microclimate effects on canopy characteristics of shaded palisadegrass pastures in a silvopastoral system in the Amazon biome of central Brazil. **European Journal of Agronomy**, v. 115, p. 126029, 2020.

GRANDIN, T. Assessment of stress during handling and transport. **Journal of Animal Science**, 75, 249-257, 1997.

HEMSWORTH, P.H.; COLEMAN, G.J.; BARNETT, J.L.; BORG, S. Relationships between human-animal interactions and productivity of commercial dairy cows. **Journal of Animal Science**, 78, 2821-2831, 2000.

HEMSWORTH, P.H.; COLEMAN, G.J. **Human-livestock interactions: The stockperson and the productivity of intensively farmed animals**. CABI, 2010.

HEMSWORTH, P.H. Ethical stockmanship. **Australian Veterinary Journal**, 85, 194-200, 2007.

HEARNSHAW, P.H.; MORRIS, C.A. Genetic and environmental effects on temperament score in beef cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 35, n. 5, p. 723-733, 1984.

HUERTAS, S.M., PARANHOS DA COSTA, M., MANTECA, X., GALINDO, F., MORALES, M. An overview of the application of the animal welfare assessment system in Latin America. In *An Overview of the Development of the Welfare Quality® Project Assessment Systems; Report No 12*; Keeling, L., Ed.; Welfare Quality Network: Uppsala, Sweden, 2009; pp. 70–89. ISBN 1-902647-82-3.

JOHNSEN, P.F.; JOHANNESSEN, T.; SANDØE, P. Assessment of farm animal welfare at herd level: many goals, many methods. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animam Science**, 51 (S30), 26 -33, 2001.

JUNIOR, N.A.V.; EVERS, J.; VIANNA, M.D.S.; PEDREIRA, B.C.; PEZZOPANE, J.R.M.; MARIN, F.R. Understanding the arrangement of Eucalyptus-Marandu palisade grass silvopastoral systems in Brazil. **Agricultural Systems**, v. 196, p. 103316, 2022.

JUNIOR, N.K.; MIYAGI, E.S.; DE OLIVEIRA, C.C.; MASTELARO, A.P.; DE AGUIAR COELHO, F.; BAYMA, G.; BUNGENSTAB, D.J.; ALVES, F.V. Spatiotemporal variations on infrared temperature as a thermal comfort indicator for cattle under agroforestry systems. **Journal of Thermal Biology**, v. 97, p. 102871, 2021.

KIM, N.Y.; KIM, S.J.; JANG, S.Y.; SEONG, H.J.; YUN, Y.S.; MOON, S.H. Characteristics of vocalisation in Hanwoo cattle (*Bos taurus coreanae*) under different call-causing conditions. **Animal Production Science**, 59, 2169–2174, 2019.

KRUCHELSKI S, TRAUTENMÜLLER JW, ORSO GA, RONCATTO E, TRICHES GP, BEHLING A, MORAES A. Eucalyptus height-diameter relationship modeling in integrated crop-livestock systems. **Pesquisa agropecuária brasileira**, (em preparação).

LAVEN, R. A.; FABIAN, J. Applying animal-based welfare assessments on New Zealand dairy farms: Feasibility and a comparison with United Kingdom data. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 64, n. 4, p. 212-217, 2016.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; DE FACCIO CARVALHO, P.C.; DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 190, p.4-8, 2014.

LOWMAN, B.G.N. Condition scoring of cattle. Edinburgh: The Edinburgh School of Agriculture, 1976. 5p.

MEZZALIRA, J.C.; DE FACCIO CARVALHO, P.; TRINDADE, J.K.; BREMM, C.; FONSECA, L.; AMARAL, M.F.; REFATTI, M.V. Produção animal e vegetal em pastagem nativa manejada sob diferentes ofertas de forragem por bovinos. **Ciência Rural**, v. 42, n.7, p-1264-1270, 2012.

- MOREL, N., SIGNORINI, M.L., MANGOLD, A.J., GUGLIELMONE, A.A. NAVA, S. Strategic control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* infestation on beef cattle grazed in *Panicum maximum* grasses in a subtropical semi-arid region of Argentina. **Preventive Veterinary Medicine**, v.144, p.179-183, 2017
- MURGUEITIO, E.; CALLE, Z.; URIBE, F.; CALLE, A.; SOLORIO, B. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of cattle ranching lands. **Forest Ecology Management** 261:1654-1663. 2011. doi: 10.1016/j.foreco.2010.09.027.
- PARANÁ. Decreto nº 1753, de 06 de maio de 1996. Área de Proteção Ambiental do Iraí. Curitiba, PR.
- PICCIONE, G.; GIANESELLA, M.; MASSIMO, M.; REFINETTI, R. Daily rhythmicity of core and surface temperatures of sheep kept under thermoneutrality or in the cold. **Research in Veterinary Science**, 95, 261-265, 2013.
- POLSKY, L.; VON KEYSERLINGK, M.A.G. Invited review: effects of heat stress on dairy cattle welfare. **Journal of Dairy Science**, 100, 8645-8657, 2017.
- PONTES, L.D.S.; GIOSTRI, A.F.; BALDISSERA, T.C.; BARRO, R.S.; STAFIN, G.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MOLETTA, J.L.; DE FACCIO CARVALHO, P.C. Interactive effects of trees and nitrogen supply on the agronomic characteristics of warm-climate grasses. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 4, p. 1531-1541, 2016.
- POULOPOULOU, I.; LAMBERTZ, C.; GAULY, M. Are automated sensors a reliable tool to estimate behavioural activities in grazing beef cattle? **Applied Animal Behaviour Science**, 216, 1-5, 2019.
- RASHID, M., RASHID, M. I., AKBAR, H., AHMAD, L., HASSAN, M. A., ASHRAF, K., SAEED, K., GHARBI, M. A systematic review on modelling approaches for economic losses studies caused by parasites and their associated diseases in cattle. **Parasitology**, v. 146, p. 129-141, 2019.
- SCHÜTZ, K.E.; ROGERS, A.R.; POULOUIN, Y.A.; COX, N.R.; TUCKER, C.B. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, 93, 125-133, 2010.
- SHEARER, J.K., STOCK, M.L., VAN AMSTEL, S.R., COETZEE, J.F. Assessment and management of pain associated with lameness in cattle. **Vet. Clin. N. Am. Food Anim. Pract.** 2013, 29, 135–156.
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v.67, p.1-18, 2000.
- SOUSSANA, J-F.; LEMAIRE, G. Coupling carbon and nitrogen cycles for environmentally sustainable intensification of grasslands and crop-livestock systems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 9-17, 2014.
- SOUZA, E.C.; SALMAN, A.K.D.; CRUZ, P.G.; VEIT, H.M.; CARVALHO, G.A.; SILVA, F.R.F.; SCHMITT, E. Thermal comfort and grazing behavior of Girolando heifers in integrated crop-livestock (ICL) and crop-livestock-forest (ICLF) systems. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, 41, 2019.

SOUZA, W.; BARBOSA, O.R.; MARQUES, J.A.; GASPARINO, E.; CECATO, U.; BARBERO, L.M. Behaviour of beef cattle in silvipastoral systems with eucalyptus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39, 677-684, 2010.

THOM, E.C. "Cooling degree: day air conditioning, heating, and ventilating". Transactions of the Amer. Soc. Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engrs. 55:65-72, 1958.

WAIBLINGER, S.; MENKE, C.; FÖLSCH, D.W. Influences on the avoidance and approach behaviour of dairy cows towards humans on 35 farms. **Applied Animal Behaviour Science**, 84, 23-39, 2003.

WALKER, P.G., CONSTABLE, P.D., MORIN, D.E., DRACKLEY, J.K., FOREMAN, J.H., THURMON, J.C. A reliable, practical, and economical protocol for inducing diarrhea and severe dehydration in the neonatal calf. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v.62, n.3, p.205-213, 1998.

WEBSTER, J. Critical control points in the delivery of improved animal welfare. **Animal Welfare**, 21(1):117–123, 2012.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; PARENTE, H.N.; FERREIRA, D.J.; CECON, P.R. Hábito de pastejo de vacas lactantes Holandês x Zebu em pastagens de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, 59, 175-181, 2017.

4 Capítulo 3. Beef cattle behavior in Integrated Crop-Livestock Systems¹

¹ Este capítulo está apresentado no formato da Revista Científica do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, INSS 1678-7596. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210143>

1 Beef cattle behavior in integrated crop-livestock systems

2 Daniela Maria Martin^{1*} 0000-0002-7047-4709 Renata Franciéli Moraes¹ 0000-0002-4413-
3 6415 Maria Christine Rizzon Cintra² 0000-0001-7648-1005 Claudete Reisdorfer Lang¹ 0000-
4 0003-2509-6419 Alda Lúcia Gomes Monteiro³ 0000-0001-5002-7832 Leandro Bittencourt de
5 Oliveira¹ 0000-0003-1969-5263 Anibal de Moraes¹ 0000-0001-7981-3941

6 ^{1*} Universidade Federal do Paraná, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, CEP
7 80035-050, Curitiba, PR, Brasil. E-mail: danielammartin@gmail.com. Autor para
8 correspondência

9 ² Universidade Federal do Paraná, Departamento de Medicina Veterinária, Curitiba, PR,
10 Brasil.

11 ³ Universidade Federal do Paraná, Departamento de Zootecnia, Curitiba, PR, Brasil.

12
13
14 **4.1 ABSTRACT**

15 Temperament often depends on the animals' reaction to people, social and environmental
16 conditions. However, little is known about the influence of changes in the pasture
17 environment on cattle temperament. Thus, this study was designed to evaluate if an animals'
18 temperament changes in response to being kept in a silvopastoral system. This study
19 evaluated the effect of the tree components in a pasture environment on the temperament of
20 any grazing cattle in integrated crop-livestock systems. A total of thirty-two Angus steers
21 were allocated to either a livestock (L) or livestock-forest (LF) system and observed from
22 December 2019 to February 2020. Each animal was evaluated for their reactivity score, flight
23 speed, and number of vocalizations. The statistical model established that the animals were
24 random effects and that the treatments and periods were fixed effects using the MIXED
25 procedure, and the means were compared using LSMeans. The flight speed and number of

1 vocalizations were similar in both production systems, while the reactivity score was lower
2 for animals kept in the LF system when compared to those in the L system. This suggested
3 that the LF system interferes positively with the animal's temperament in relation to the L
4 production system. However, additional research is needed to understand the influence of the
5 production system on animal temperament.

6 **Key words:** temperament, reactivity, animal welfare, silvopastoral.

7 Comportamento de novilhos de corte em sistemas integrados de produção agropecuária

8

9

10 **RESUMO**

11 As divergências no temperamento dependem da reação dos animais às pessoas e à diferentes
12 situações sociais e ambientais. Contudo, pouco se sabe acerca da influência de alterações no
13 ambiente pastoril sobre o temperamento dos bovinos. Com isso, a hipótese de trabalho é de
14 que o temperamento dos animais pode ser alterado se mantidos em sistemas pastoris
15 arborizados. Para tanto, objetivou-se avaliar o efeito do componente arbóreo em ambiente
16 pastoril sobre o temperamento de bovinos em pastejo em sistemas integrados de produção
17 agropecuária. Foram avaliados 32 novilhos da raça Angus alocados em dois sistemas pecuária
18 (PEC) e pecuária-floresta (PF) durante o período de dezembro de 2019 a fevereiro de 2020,
19 no qual foi mensurado: o escore de reatividade dos animais; a velocidade de fuga e o número
20 de vocalizações. O modelo estatístico utilizado considerou como efeito fixo de tratamentos e
21 períodos e efeitos aleatórios dos animais, utilizando o procedimento MIXED, as médias foram
22 comparadas pelo recurso lsmeans. A velocidade de saída e número de vocalizações foram
23 similares entre os sistemas de produção. O escore de reatividade foi menor para os animais
24 mantidos no sistema PF quando comparados aos do tratamento PEC. O sistema PF interfere
25 positivamente no temperamento animal em relação ao sistema de produção PEC, observado

1 pelo menor escore de reatividade nos animais mantidos neste sistema. Contudo, o estudo
2 sobre a influência da integração de sistemas sobre o temperamento animal exige mais
3 pesquisas para revelar o potencial deste modelo de produção sobre o comportamento animal.

4 **Palavras-chave:** temperamento, reatividade, bem-estar animal, silvipastoril.

5

6 4.2 INTRODUCTION

7 The domestication of animals has highlighted the changes in their behavioral patterns in
8 response to the presence of man, and the terms “tame”, “docile” and “wild” began to be used
9 to express the fear response within livestock herds in the early 1950s (SCOTT &
10 FREDERICSON, 1951). The reaction of the animals when faced with an uncomfortable or
11 threatening situation, whether of environmental origin, social dispute, or handling, triggers
12 emotional responses manifested by behavioral changes which may vary in individual animals
13 and herds (GRANDIN, 2000; PARHAM et al., 2019). The animal’s response to these
14 stressful situations and their expression of fear behavior is defined as their temperament
15 (FORDYCE & BURROW, 1992).

16 Wild cattle often exhibit aggressive or attacking behaviors increasing the risk of injury to the
17 animals and workers, and the maintenance costs of the facilities, compromising the efficiency
18 of routine operations (CARDOSO, 2016). The economic value of beef cattle temperament can
19 be seen in the animals’ weight gain, carcass quality, and the meat organoleptic characteristics.
20 Some authors reported that animals with poor temperaments gain less weight (BEHRENDTS et
21 al., 2009; DEL CAMPO et al., 2010; SEBASTIAN et al., 2011). In general, the carcass of
22 animals with poor temperaments has a higher incidence of bruises and increased pH values
23 (above 5.8), resulting in a reduction in the organoleptic and sensory quality of the meat
24 (FORDYCE et al., 1988; BURROW & DILLON, 1997; CAFE et al., 2011; FELL et al., 1999;
25 KING et al., 2006).

1 However, TURNER et al. (2011) stated that frequently handled *Bos taurus* of different
2 temperaments showed no differences in performance, thus these results must be carefully
3 extrapolated due to the intrinsic differences in the existing production systems. Animals kept
4 in confinement may present with a more docile temperament compared to those kept in
5 pastures, since constant contact with people in confined systems allowed confined animals to
6 acclimate to their presence and associate it with greater food supply, reducing their fear
7 response to humans; and consequently, making the animals more docile (JAGO et al., 1999;
8 PETHERICK et al., 2009). Conversely, animals kept on pasture tend to have a more
9 aggressive temperament as they have less contact with people (PETHERICK et al., 2009) and
10 remain in an environment with more sources of stress (SCHULTE et al., 2018).

11 Although, the pasture is the most favorable environment for cattle allowing them to express
12 more natural behaviors (FRASER et al., 2013), some characteristics of these systems cause
13 stress to the animals, such as the absence of shade for protection against incident solar
14 radiation, higher risk of contamination by parasites, absence of scratching devices, greater
15 exposure to predators, and more competition for environmental resources. Some researchers
16 report that animals kept on pasture present with more lesions, lameness, swelling and dirt
17 accumulation in the hind limbs, hair loss, parasite infection, and thermal and nutritional stress,
18 (BENNEMA et al., 2011; VANCE et al., 2012; VANDERSTICHEL et al., 2012; BUROW et
19 al., 2013; VRIES et al., 2015; GIRO et al., 2019) reducing their comfort in the pasture
20 environment and accentuating aggressive temperament.

21 Evaluations of confined steers temperament and its effect on their performance and CH₄
22 emission have shown that the presence of steers with poor temperaments increases
23 competition for food, resulting in disparities in the food consumption and performance of the
24 herd (LLONCH et al. 2018). COOKE (2014) highlighted the impact of animal temperament
25 on productive, reproductive and health characteristics in beef cattle and note the importance

1 of developing strategies to improve temperament and increase productive efficiency.
2 Nevertheless, little is known about the influence of changes in the pasture environment on
3 cattle temperament.

4 Environmental enrichment is a strategy designed to help animals cope with environmental
5 stressors and satisfy their behavioral needs (MANDEL et al., 2016). Environmental
6 enrichment is defined as increasing the complexity of the environment and thereby improving
7 the biological functioning of the animals (NEWBERRY, 1995). Thus, this study analyzed the
8 application of environmental enrichment by observing the effects of adding a tree component
9 to the pasture environment and assessing changes in the temperament of pasture grazed beef
10 cattle. Therefore, this study evaluated the effect of livestock-forest and livestock production
11 systems on the temperament of grazing cattle in integrated crop-livestock systems. The
12 animals' reactivity score, flight speed from the cattle chute, and number of vocalizations in
13 the cattle chute were measured.

14

15 **4.3 MATERIALS AND METHODS**

16 This study was conducted at the Experimental Farm at the Federal University of Paraná
17 (UFPR), following the experimental protocol determined by the Center for Technological
18 Innovation in Agriculture (DOMINSCHER et al., 2018). The integrated production systems
19 studied in this area include crop, livestock, forest, crop-livestock, crop-forest, livestock-forest,
20 and crop-livestock-forest. For this study, animals belonging to the livestock (L) and livestock-
21 forest (LF) systems were evaluated between December 2019 and February 2020.

22 *Experimental conditions*

23 During the evaluation period, the temperature and the relative humidity of the air were
24 measured daily in both systems (L and LF), using HOBO[®]RX3000 meteorological stations,
25 installed *in situ* (Table 4.1). A total of 32 Angus steers with a mean age of 18 months were

1 evaluated, with 16 animals in each system. Table 4.1 summarizes the changes in the observed
2 variables including weight, body condition score (BCS), which was determined using the
3 Lowman et al. (1976) method, and mean daily gain consumption (ADG) of the herd over the
4 evaluation period. The animals were kept in a continuous grazing system with variable load,
5 according to the put-and-take technique (MOTT & LUCAS, 1952) with a 24 cm sward target.
6 The pasture primarily populated by Aries grass [*Megathyrsus* (e.g., *Panicum maximum*)] with
7 the presence of spontaneous plants like Hemartria (*Hemarthria altissima*), Papuã grass
8 [*Urochloa* (e.g., *Brachiaria*) *plantaginea*], and African stargrass (*Cynodon plectostachyus*).
9 Table 1 shows the forage heights and frequencies of the animals over the course of the
10 experiment. The animals had access to clean water and mineralized salt *ad libitum*. In the LF
11 system, the tree component consisted of *Eucalyptus benthamii*, planted in 2013 using a 14 m
12 × 2 m spatial arrangement. During the period of this experiment the density of the tree
13 component in the LF system was 130 plants per hectare with 44% tree shading.
14 The NITA protocol requires the application of rational handling of grazing cattle and this was
15 applied in all production systems. The objective of this kind of handling is to keep people and
16 animals safe, reduce cattle stress and injuries, and indirectly, increase production. The health
17 management of endo and ectoparasites was selectively conducted, and medication was used
18 only when animals reached a prescribed infestation limit as described by MOLENTO (2004).

19

20 4.3.1 Variable measurements

21 All evaluations were conducted during the summer (December 2019 to February 2020), with
22 three data collections performed every 28 days, the first on December 19, 2019. The animal's
23 temperament was assessed using reactivity score (RS), the exit time of the animal from the
24 cattle chute to calculate flight seep, and the number of vocalizations of the animal in the cattle
25 chute. The same observer made all assessments.

1 The RS variable was evaluated using the cattle in the chute, using an adaptation of the
2 HEARNshaw & MORRIS (1984) method. These observations considered the general state
3 of the animal including movement of the limbs, head and tail, and signs of stress. The animal
4 enters the cattle chute and the gates are closed, five seconds later the corresponding score is
5 assigned as follows: 1. Animal shows no resistance, remains with ears, head, and tail relaxed;
6 2. Animal shows little movement in the limbs and keeps head and ears erect; 3. Animal shows
7 frequent and non-vigorous movements in the limbs, head, ear, and tail; 4. Animal shows great
8 resistance, vigorously moves the limbs, head and tail, breathing is audible, the animal can
9 jump and fall; 5. Animal paralyzed, with muscle tremor.

10 The flight speed was calculated by the time it took the animal to leave the cattle chute, from
11 the moment the gates were opened until reaching the corral corridor (known distance),
12 according to the methodology from BURROW et al. (1988). The number of vocalizations was
13 obtained by counting the number of vocalizations made by each animal between its entry into
14 the cattle chute and its release.

15

16 4.3.2 Data analysis

17 The experimental design was completely randomized, using two systems as treatments (L and
18 LF) and completing sixteen repetitions for each treatment. The experiment was conducted
19 over three evaluation periods, which were treated as repeated measures over time. The study
20 used a mixed effect model with the fixed effects being the treatment and evaluation periods
21 and the random effects being the animal behavior. All evaluations were completed using the
22 MIXED procedure. The Shapiro-Wilk test was used to evaluate data normality for each
23 variable and the Bartlett test was used to verify homogeneity of variances and independence
24 of errors. Both vocalization and flight speed were normal after being transformed into their
25 log values. Differences between treatments were evaluated using LSMeans. Structure

1 selection tests were performed using the lowest value of the Akaike Information Criterion
2 (AIC) to determine the model that best represents the data. The interaction between the
3 treatments and evaluation periods was split when significant at 5% probability. The RS did
4 not present with normal behavior even after transformation meaning that these variables were
5 evaluated using an analysis of variance (ANOVA) for non-parametric data using the Kruskal-
6 Wallis test. Statistical evaluations were completed using SAS 9.4 statistical software and the
7 maximum significance level was 5%.

8

9 **4.4 RESULTS AND DISCUSSION**

10 The animals' reactivity score (RS) was 24.95% higher ($P=0.0147$) in the L system ($4.85 \pm$
11 2.37) when compared to the LF system (3.64 ± 2.38). The mean RS was 4.25 ± 2.40 , and
12 similar between the evaluation periods ($P=0.0842$).

13 The animals in the L system showed a higher reactivity score in the cattle chute, with 35.4%
14 of the animals showing an RS in the more reactive classes 3, 4 and 5, whereas animals in the
15 LF system had significantly fewer animals in these same classes (12.5%; Figure 4.1). In
16 addition, there were no records of animals with a 5-point score in the LF system. In both
17 systems, the animals underwent the same handling and routine, thus, the difference in the RS
18 results are attributed to the environmental conditions in each productive system. Silvopastoral
19 was designed to better accommodate grazing animals' thermal comfort (NARDONE et al.,
20 2010; BROOM et al., 2013; PEZZOPANE et al., 2019), but there is still no research that
21 reports if the tree component is capable of changing the animals' temperament. Although, the
22 reactivity in the L system was higher than that of LF, this was not reflected in the ADG. The
23 L system had a mean ADG of $1.189 \text{ kg of LW}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$ which was higher than that of
24 the LF system which had a mean ADG of $0.785 \text{ kg of LW}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$ (Table 4.1).

1 There was no interaction between these systems and the assessment periods for number of
2 vocalizations ($P=0.8281$) and flight speed ($P=0.8174$) (Table 2). There were no statistically
3 significant difference in either value between these systems ($P=0.8091$) or evaluation periods
4 ($P=0.5231$) for the number of vocalizations or flight speed, $P=0.7024$ and $P=0.2609$,
5 respectively. However, it is worth noting that the mean number of vocalizations (0.48) and the
6 mean flight speed (0.60 ms^{-1}) were both relatively low indicating the low reactivity of these
7 animals.

8 The low flight speed (Table 4.2) and the high productive performance of the animals (Table
9 4.1) evaluated in this study corroborated the results reported by PETHERICK et al. (2002,
10 2003). The fact that significant differences between the systems for flight speed were not
11 identified is justified by the fact that this variable is an innate aspect of animal temperament
12 (PETHERICK et al., 2002, 2009) being moderately heritable (BURROW & CORBET, 2000).
13 This study did not use habituation and conditioning protocols with positive reinforcement as
14 these may reduce cattle flight speed. Increased habituation to handling may have revealed
15 more statistically significant changes in behavior, as observed by PARHAM et al. (2019).
16 When evaluating the steers temperament over three consecutive years, these authors
17 concluded that they became more docile with repeated rational handling, as indicated by a
18 reduction in flight speed and reactivity scores over time (PARHAM et al., 2019).

19 This study results showed that the inclusion of trees in the pasture environment favors
20 acclimatization, a process that arises from a combination of habituation, associative learning,
21 and physiological adaptation (MONK et al., 2018). The animals feel more acclimatized and
22 comfortable in the LF system, reducing their fearful behavior as demonstrated by their more
23 docile temperament.

24 This study explored the influence of the tree component on animal temperament. However,
25 there were some limitations which should be addressed to help better explore this relationship.

1 The evaluation period was short, making it impossible to observe these behavior based
2 variables over time. In addition, the use of animals in the rearing phase did not allow
3 assessments of the quality of the carcass, which could better demonstrate changes in the
4 animals' temperament in the different systems. Thus, more research must be conducted to
5 better understand the effect of this integration model on animal temperament and well-being.

6

7 **4.5 CONCLUSION**

8 The livestock-forest or silvopastoral system has a positive effect on animal temperament
9 when compared to the livestock production system, as this system reduces the animals' RS.
10 More research should be conducted to explore the influence of the tree component on the
11 temperament of grazing cattle.

12

13 **4.6 ACKNOWLEDGMENTS**

14 The authors thank the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel
15 (CAPES), Brazil, and the National Council for Scientific and Technological Development
16 (CNPq), Brazil, for financing this project and the NITA experimental protocol.

17

18 **4.7 ETHICS AND BIOSAFETY COMMITTEE**

19 This study was approved by the Ethics Committee on the use of animals from the
20 Agricultural Sciences Sector of the Federal University of Paraná - protocol number 075_2019.

21

22 **4.8 CONFLICTS OF INTEREST**

23 The authors have no conflicts of interest to declare. There are no financial,
24 commercial, political, academic, or personal conflicts. Funders had no influence on the design

1 of the project, data collection, analysis, and interpretation or the writing of the manuscript and
2 the decision to publish the results.

3

4 **4.9 AUTHORS' CONTRIBUTION**

5 All authors contributed equally to the preparation of this manuscript.

6

7 **4.10 REFERENCES²**

8 BEHRENDTS, S.M. et al. Relationship of temperament, growth, carcass characteristics and
9 tenderness in beef steers. **Meat Science**, v. 81, n. 3. p. 433-438, 2009. Available from:

10 <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.09.003>>. Accessed: Sept, 13, 2020. doi:

11 10.1016/j.meatsci.2008.09.003.

12 BENNEMA, S.C. et al. Relative importance of management, meteorological and

13 environmental factors in the spatial distribution of *Fasciola hepatica* in dairy cattle in a

14 temperate climate zone. **International Journal for Parasitology**, v. 41, n. 2, p. 225-233,

15 2011. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2010.09.003>>. Accessed: May, 25,

16 2020. doi: 10.1016/j.ijpara.2010.09.003.

17 BROOM, D.M. et al. Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and

18 good welfare for animals. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 280

19 n.1771, p. 2013-2025, 2013. Available from: <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2025>>.

20 Accessed: Jul, 12, 2020. doi: 10.1098/rspb.2013.2025.

21 BURROW, H.M.; CORBET, N.J. Genetic and environmental factors affecting temperament

22 of zebu and zebu-derived beef cattle grazed at pasture in the tropics. **Australian Journal of**

23 **Agricultural Research**, v. 51, n. 1, p. 155–162, 2000. Available from:

² Referências de acordo com o formato da Revista Científica do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, INSS 1678-7596

- 1 <<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201302937890>>. Accessed: Jul, 12,
2 2020. doi: 10.1071/AR99053.
- 3 BURROW, H.M.; DILLON, R.D. Relationships between temperament and growth in a
4 feedlot and commercial carcass traits of *Bos indicus* crossbreds. **Australian Journal of**
5 **Experimental Agriculture**, v. 37, n. 4 p. 407-411, 1997. Available from :
6 <<https://www.publish.csiro.au/an/EA96148>>. Accessed : Sept, 13, 2020. doi :
7 10.1071/EA96148.
- 8 BURROW, H.M. et al. A new technique for measuring temperament in cattle.
9 In: **Proceedings of the Australian Society of Animal Production**. v.17 p. 154-157, 1988.
10 Available from: <<http://hdl.handle.net/102.100.100/263651?index=1>> Accessed: Sept, 13,
11 2020.
- 12 CAFE, L.M. et al.. Cattle temperament: Persistence of assessments and associations with
13 productivity, efficiency, carcass and meat quality traits. **Journal of Animal Science**, v. 89, n.
14 5, p. 1452-1465, 2011. Available from: <<https://doi.org/10.2527/jas.2010-3304>>. Accessed:
15 Sept. 13, 2020. doi: 10.2527/jas.2010-3304.
- 16 CARDOSO, C.S. et al. Imagining the ideal dairy farm. **American Dairy Science**
17 **Association**, v. 99, n. 2, p. 1663-1671, 2016. Available from:
18 <<https://doi.org/10.3168/jds.2015-9925>>. Accessed: May, 25, 2020. doi: 10.3168/jds.2015-
19 9925.
- 20 COOKE, R. F. Temperament and acclimation to human handling influence growth, health,
21 and reproductive responses in *Bos taurus* and *B. indicus* cattle. **Journal of Animal Science**,
22 v. 92, p. 5325-5333, 2014. Available from: <<https://doi.org/10.2527/jas.2014-8017>>.
23 Accessed: Apr. 14, 2021, doi: 10.2527/jas.2014-8017.
- 24 DEL CAMPO, M. et al. Finishing diet, temperamento and lairage time effects on carcass and
25 meat quality traits in steers. **Meat Science**, v. 86, n. 4, p. 908-914, 2010. Available from : <

- 1 <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.07.014>> Accessed: Sept, 13, 2020, doi:
2 10.1016/j.meatsci.2010.07.014.
- 3 DOMINSCHKE, R. et al. **Sistemas Integrados de Produção Agropecuária na Promoção**
4 **da Intensificação Sustentável**. Curitiba : Universidade Federal do Paraná, 2018.79p.
5 (Boletim técnico, 1).
- 6 FELL L.R. et al. Associations between temperament, performance and immune function in
7 cattle entering entering a commercial feedlot. **Australian Journal of Experimental**
8 **Agriculture**, v.39, n. 7, p. 795- 802, 1999. Available from :
9 <<https://doi.org/10.1071/EA99027>>. Accessed : Sept, 13, 2020. doi : 10.1071/EA99027.
- 10 FORDYCE, G.; BURROW, H. Temperament of Bos indicus bulls and its influence on
11 reproductive efficiency in the tropics. In: WORKSHOP BULL FERTILITY, 1992,
12 Queensland, Australia. **Proceedings...** Queensland : Department of Primary Industries, 1992.
13 p.35-37. Online. Available from : < <http://hdl.handle.net/102.100.100/246227?index=1>>.
14 Accessed: Sept 13, 2020.
- 15 FORDYCE G. et al. Cattle temperaments in extensive beef herds in northern Queensland. 2.
16 Effect of temperament on carcass and meat quality. **Australian Journal of Experimental**
17 **Agriculture**, v.28, n. 6, p 689-693, 1988. Available from:
18 <<https://doi.org/10.1071/EA9880689>>. Accessed: Sept, 13, 2020. doi: 10.1071/EA9880689.
- 19 FRASER, D. et al. General Principles for the welfare of animals in production systems: The
20 underlying science and its application. **The Veterinary Journal**, v.198, n.1, p. 19-27, 2013.
21 Available from: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.06.028>>. Accessed: Jun, 2, 2020. doi:
22 10.1016/j.tvjl.2013.06.028.
- 23 GIRO, A. et al. Behavior and body surface temperature of beef cattle in integrated crop-
24 livestock systems with or without tree shading. **Science of the Total Environment**, v. 684, p.

- 1 587-596, 2019. Available from: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.377>>. Accessed:
2 Jun, 20, 2020. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.05.377.
- 3 GRANDIN, T. **Livestock handling and transport**. Wallingford: Cabi Publishing, 2000. 3ed.
4 HEARNshaw, H.; MORRIS, C.A. Genetic and environmental effects on temperamento
5 score in beef cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 35, n. 5, p. 723-733,
6 1984. Available from: <<https://doi.org/10.1017/S1751731111001169>>. Accessed: jun, 21,
7 2020. doi: 10.1017/S1751731111001169.
- 8 JAGO, J.G. et al. The influence of feeding and handling on the development of the human–
9 animal interactions in young cattle. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 62, p. 137–151,
10 1999. Available from : <[https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(98\)00219-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(98)00219-6)>. Accessed: Sept,
11 13, 2020. doi: 10.1016/S0168-1591(98)00219-6.
- 12 KING, D.A. et al. Influence of animal temperament and stress responsiveness on the carcass
13 quality and beef tenderness of feedlot cattle. **Meat Science**, v. 74, n. 3, p. 546-556, 2006.
14 Available from : <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.05.004>>. Accessed: Sept 20, 2020.
15 doi: 10.1016/j.meatsci.2006.05.004.
- 16 LLONCH, P. et al. Temperament and dominance relate to feeding behaviour and activity in
17 beef cattle: implications for performance and methane emissions. **Animal**, v. 12, n. 12, p.
18 2639-2648, 2018. Available from : <<https://doi.org/10.1017/S1751731118000617>>.
19 Accessed : Apr. 14, 2021. doi : 10.1017/S1751731118000617,
- 20 LOWMAN, B.G.N. et al. **Condition scoring of cattle**. Edinburgh: The Edinburgh School of
21 Agriculture, 1976. 5p.
- 22 MANDEL, R. et al. Invited review: Environmental enrichment of dairy cows and calves in
23 indoor housing. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 3, p.1695-1715, 2016. Available from:
24 <<https://doi.org/10.3168/jds.2015-9875>>. Accessed: Sept, 13, 2020. doi: 10.3168/jds.2015-
25 9875.

- 1 MOLENTO, M.B. Helminth resistance in sheep and goats. **Revista Brasileira de**
2 **Parasitologia Veterinária**, v. 13, n. 1, p. 82-87, 2004. Available from:
3 <[https://www.researchgate.net/publication/284055595_Resistencia_de_helmintos_em_ovinos](https://www.researchgate.net/publication/284055595_Resistencia_de_helmintos_em_ovinos_e_caprinos)
4 [e_caprinos](https://www.researchgate.net/publication/284055595_Resistencia_de_helmintos_em_ovinos_e_caprinos)>. Accessed: jul, 21, 2020.
- 5 MONK, J.E. et al. A novel protocol to assess acclimation rate in Bos taurus heifers during
6 yard weaning. **Animals**, v. 8, n. 4, p. 51-65, 2018. Available from:
7 <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5946135/>>. Accessed: Jul, 12, 2020. doi:
8 10.3390/ani8040051.
- 9 MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on
10 cultivated and improved pastures. **In International Grassland Congress**, v. 6, n. 1952, p.
11 1380-1395, 1952. Available from: <[https://agrilife.org/spfcic/annual-proceedings/56th/the-](https://agrilife.org/spfcic/annual-proceedings/56th/the-conduct-of-grazing-trials-rationale/)
12 [conduct-of-grazing-trials-rationale/](https://agrilife.org/spfcic/annual-proceedings/56th/the-conduct-of-grazing-trials-rationale/)>. Accessed: Jun, 3, 2020.
- 13 NARDONE, A. et al. Effects of climate changes on animal production and sustainability of
14 livestock systems. **Livestock Science**, v. 130, n.1-3, p. 57-69, 2010. Available from:
15 <<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.011>>. Accessed: Jul, 12, 2020. doi:
16 10.1016/j.livsci.2010.02.011.
- 17 NEWBERRY, R. C. Environmental enrichment: Increasing the biological relevance of
18 captive environments. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 44 p. 229-243, 1995.
19 Available from: <[https://doi.org/10.1016/0168-1591\(95\)00616-Z](https://doi.org/10.1016/0168-1591(95)00616-Z)>. Accessed: Sept, 20, 2020.
20 doi: 10.1016/0168-1591(95)00616-Z.
- 21 PARHAM, J.T. et al. Temperamental cattle acclimate more substantially to repeated handling.
22 **Applied Animal Behaviour Science**, v. 212, p. 36-43, 2019. Available from:
23 <<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.01.001>>. Accessed: Jun, 21, 2020. doi:
24 10.1016/j.applanim.2019.01.001.

- 1 PETHERICK, J.C. et al. Productivity, carcass and meat quality of lot-fed *Bos indicus* cross
2 steers grouped according to temperament. **Australian Journal Experimental Agriculture**,
3 v. 42, p. 389-398, 2002. Available from: <<https://www.publish.csiro.au/an/EA01084>>.
4 Accessed: Jul, 5, 2020. doi: 10.1071/EA01084.
- 5 PETHERICK, J.C. et al. Performance of lot-fed *Bos indicus* steers exposed to aspects of a
6 feedlot environment before lotfeeding. **Australian Journal Experimental Agriculture**, v.43,
7 p.1181-1191, 2003. Available from: <<https://www.publish.csiro.au/an/EA02118>>. Accessed:
8 Jul, 5, 2020. doi: 10.1071/EA02118.
- 9 PETHERICK, J.C. et al. Quality of handling and holding yard environment, and beef cattle
10 temperament: 1. Relationships with flight speed and fear of humans. **Applied Animal**
11 **Behaviour Science**, v. 120, n. 1-2, p. 18-27, 2009. Available from:
12 <<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.05.008>>. Accessed: Jul, 5, 2020. doi:
13 10.1016/j.applanim.2009.05.008.
- 14 PEZZOPANE, J.R.M. et al. Animal thermal comfort indexes in silvopastoral systems with
15 different tree arrangements. **Journal of Thermal Biology**, v. 79, p. 103-111, 2019. Available
16 from: <<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.12.015>>. Accessed: Jul, 12, 2020. doi:
17 10.1016/j.jtherbio.2018.12.015.
- 18 SCHULTE, H.D. et al. Let the cows graze: An empirical investigation on the trade-off
19 between efficiency and farm animal welfare in milk production. **Land Use Policy**, v. 79, p.
20 375-385, 2018. Available from: <<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.07.005>>.
21 Accessed: Jul, 12, 2020. doi: 10.1016/j.landusepol.2018.07.005.
- 22 SCOTT, J. ; FREDERICSON E. The causes of fighting in mice and rats. **Physiological**
23 **Zoölogy**, v. 24, n. 4, p. 273-309, 1951. Available from:
24 <<https://www.jstor.org/stable/30152137>>. Accessed: Sept, 13, 2020.

- 1 SEBASTIAN, T. et al. Temperament in beef cattle: Methods of measurement and their
2 relationship to production. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 91, n. 4, p. 557-565,
3 2011. Available from : <<https://doi.org/10.4141/cjas2010-041>>. Accessed: Sept. 20, 2020.
4 doi: 10.4141/cjas2010-041.
- 5 TURNER, S.P. et al. Associations between response to handling and growth and meat quality
6 in frequently handled Bos taurus beef cattle. **Journal of Animal Science**, 89, n. 2, p. 4239-
7 4248, 2011. Available from : <<https://doi.org/10.2527/jas.2010-3790>> doi: 10.2527/jas.2010-
8 3790.
- 9 VANCE, E.R. et al. Food intake, milk production, and tissue changes of Holstein-Friesian and
10 Jersey x Holstein- Friesian dairy cows within a medium-input grazing system and a high-
11 input total confinement system. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 3, p. 1527-1544, 2012.
12 Available from: <<https://doi.org/10.3168/jds.2011-4410>>. Accessed: Jun, 3, 2020. doi:
13 10.3168/jds.2011-4410.
- 14 VANDERSTICHEL, R. et al. Effects of farm management practices and environmental
15 factors on bulk tank milk antibodies against gastrointestinal nematodes in dairy farms across
16 Canada. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 104, n. 1-2, p. 53-64, 2012. Available from:
17 <<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.09.022>>. Accessed: May, 5, 2020. doi:
18 10.1016/j.prevetmed.2011.09.022.
- 19 VRIES, M. ET al. Housing and management factors associated with indicators of dairy cattle
20 welfare. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 118, p. 80-92, 2015. Available from:
21 <<http://dx.doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.11.016>>. Accessed: Jun, 3, 2020. doi:
22 10.1016/j.prevetmed.2014.11.016.

- 1 Table 4.1³ - Microclimate, animal and sward characterization in livestock (L) and livestock-
 2 forest (LF) production systems in the three evaluation periods.

Variables	Systems	Microclimate characterization					
		December		January		February	
Mean temperature (°C)	LF	20.0		20.6		19.9	
	L	20.6		21.5		20.4	
Relative humidity (%)	LF	88.0		89.3		90.9	
	L	88.2		89.0		90.6	
Animal characterization							
		December		January		February	
Mean weight (Kg)	LF	168.3		187.4		209.4	
	L	164.4		195.5		230.4	
BCS	LF	2.3		2.3		2.7	
	L	2.3		2.6		3.0	
ADG (Kg/animal/day)	LF	(-)		0.783		0.788	
	L	(-)		1.132		1.246	
Sward characterization							
		December		January		February	
		Aries	Others*	Aries	Others*	Aries	Others*
Heights (cm)	LF	24.0	16.8	26.0	21.0	24.7	24.5
	L	30.0	31.8	25.6	24.1	25.6	23.4
Frequency (%)	LF	86	14	90	10	93	7
	L	77	23	87	13	85	15
3	*Species set: Hemartria	(<i>Hemarthria</i>	<i>altissima</i>),	Papuã	grass [<i>Urochloa</i>	(e.g., <i>Brachiaria</i>)	
4	<i>plantaginea</i>], and	African	stargrass		(<i>Cynodon</i>	<i>plectostachyus</i>).	

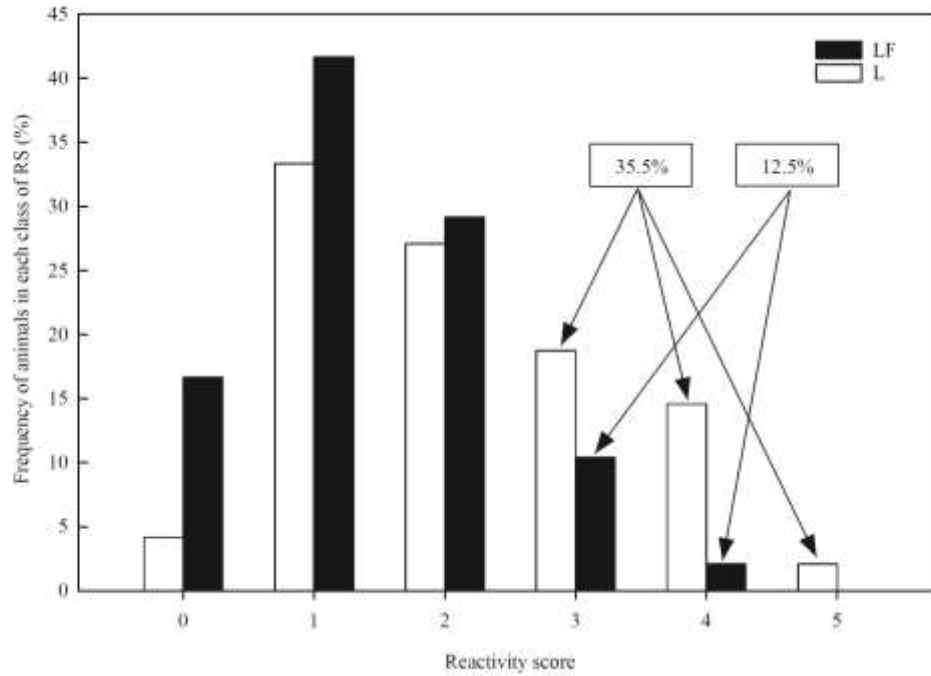
³ A numeração das tabelas do presente capítulo foi ajustada de modo a seguir a ordem sequencial da Tese.

- 1 Table 4.2 - Means and standard deviation for number of vocalizations and flight speed (m s^{-1})
 2 for the systems (L and LF) and evaluation periods (1, 2 and 3).

Systems	Evaluation period			Mean \pm SD	P*	P**	P***
	1	2	3				
Number of vocalizations							
L	0.81 \pm 2.99	0.25 \pm 1.00	0.06 \pm 0.25	0.37 \pm 1.41	0.8091	0.5231	0.8281
LF	1.31 \pm 4.99	0.44 \pm 0.89	0.06 \pm 0.25	0.60 \pm 2.04			
Mean \pm SD	1.06 \pm 3.99	0.34 \pm 0.94	0.06 \pm 0.25				
Flight speed (m s^{-1})							
L	0.74 \pm 0.45	0.66 \pm 0.35	0.59 \pm 0.30	0.66 \pm 0.37	0.7024	0.2609	0.8174
LF	0.62 \pm 0.16	0.61 \pm 0.26	0.59 \pm 0.25	0.60 \pm 0.22			
Mean \pm SD	0.68 \pm 0.30	0.64 \pm 0.30	0.59 \pm 0.28				

- 3 * Probability between systems; ** Probability between evaluation periods; *** Probability for
 4 interaction between systems and evaluation periods; SD = standard deviation; lowercase letters in the
 5 columns differ from each other by the Tukey test ($P < 0.05$).
 6

- 1 Figure 4.1 - Frequency of steers in each class of the reactivity score (RS) in the mean of the
- 2 months of evaluation in the livestock (L) and livestock-forest (LF) production systems.



3

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo com esta tese foi avaliar a influência da integração da produção pecuária com os componentes agrícola e florestal, dando enfoque para o bem-estar dos bovinos em pastejo. Sabe-se que o bem-estar é um termo muito abrangente e que as avaliações são, muitas vezes, invasivas, podendo gerar desconforto e dor momentânea nos animais. Isto ocasiona uma certa incoerência na medida que um dos propósitos do bem-estar animal é manter os animais em pleno estado de saúde e conforto ao longo da sua vida. Portanto, para este trabalho foram selecionadas medidas não invasivas baseadas nos recursos e nos animais.

Inicialmente, foi avaliada a influência dos componentes agrícola e florestal sobre o nível de infestação por carrapatos nos bovinos. Constatamos que a rotação espaço-temporal com o componente lavoura resultou em menor infestação por carrapatos, uma vez que a presença da cultura granífera interrompeu o ciclo de vida dos carrapatos no ambiente pastoril. Como não foi observado a diferença estatística entre os anos de avaliação para o escore de infestação, entende-se que o efeito da integração lavoura-pecuária atua de forma duradoura. O componente arbóreo não interveio positivamente ou negativamente sobre a infestação por carrapatos. Com isso, evidencia-se que a integração lavoura-pecuária auxilia na manutenção do bem-estar animal por reduzir o nível de infestação por carrapatos nos animais e, conseqüentemente, atenuar o desconforto e os danos à saúde dos animais gerados pelos carrapatos.

Ainda, no capítulo 1 foi possível identificar que o controle químico com acaricidas deve ser realizado quando os animais atingem o escore de infestação 2 (de 5 a 10 fêmeas de carrapatos adultas em um lado do animal - plano mediano). Entende-se que esta recomendação possibilita a manutenção do GMD. Neste estudo os animais foram mantidos com a dieta baseada apenas em pastagem e sal mineralizado. Acredita-se que com o uso de suplementação energética estes animais teriam um maior GMD e evolução do ECC. Ficou evidente que o tratamento seletivo dos bovinos de acordo com o nível de infestação por carrapatos reduz o número de aplicações de acaricidas e, conseqüentemente, o gasto relacionado a este manejo sanitário, o risco ambiental e a geração de populações resistentes.

Prosseguindo, no capítulo 2 foram realizadas avaliações de bem-estar com medidas baseadas em recursos e nos animais pesquisando a influência do componente arbóreo sobre as variáveis. Foi exposto que o bom manejo realizado na área experimental, fomentando nutrição

adequada, oportunidade de descanso e constante monitoramento e resguardo da saúde de todos os animais, resultou em condições semelhantes de bem-estar nas variáveis avaliadas em ambos os sistemas. Contudo, a relação ser humano-animal melhor se configurou no sistema pecuária-floresta, possivelmente pela presença das árvores no ambiente favorecendo o ocultamento dos animais e conferindo maior sensação de segurança. No entanto, observamos que a presença das árvores acarretou no aumento da umidade relativa do ar, dificultando a dissipação de calor pelos animais e igualando o índice de temperatura e umidade nos dois sistemas avaliados, mesmo com a temperatura corpórea externa superior nos bovinos alocados no sistema pecuária.

Por fim, no capítulo 3, foi testada a interferência da inclusão do componente arbóreo sobre o temperamento dos bovinos em pastejo, o qual apresentou efeito positivo evidenciado pela redução no escore de reatividade dos animais. Associamos este efeito ao enriquecimento ambiental promovido pela inserção das árvores no ambiente pastoril.

Deste modo, os achados dos capítulos 2 e 3 indicam que há uma influência positiva do componente arbóreo sobre o comportamento dos animais, melhorando a relação ser humano-animal e reduzindo o escore de reatividade dos animais. Assim, a integração pecuária-floresta permite a facilitação dos manejos com os animais tanto no piquete quanto no curral.

Assim, concluímos que a adoção dos sistemas integrados de produção agropecuária é um instrumento eficaz para a manutenção do bem-estar animal de bovinos em pastejo. Vale destacar que o emprego dos SIPA deve estar associado às demais boas práticas relacionadas à produção de bovinos que impulsionam o alcance de bem-estar pelos animais.

Entende-se que demais estudos devem ser realizados para quantificar a amplitude dos benefícios gerados pela integração dos sistemas pecuária, lavoura e floresta. Sugere-se, estudos direcionados à (I) mensuração do efeito lavoura sobre a redução da população de carrapatos no ambiente integrado, (II) mensuração dos efeitos da integração sobre demais parasitos, (III) influência do indivíduo sobre o nível de infestação por carrapatos, (IV) relação da alteração da estrutura da pastagem, promovida pelo sombreamento das árvores, sobre o comportamento ingestivo dos animais e a infecção por endoparasitas, (V) avaliação da influência do componente arbóreo sobre o temperamento de diferentes raças de bovinos, (VI) inclusão do reforço positivo nas avaliações de reatividade dos animais de modo à associar o ambiente de manejo com experiências positivas e (VII) avaliação da temperatura da água dos

bebedouros nos piquetes ao longo do dia, a fim de verificar se a integração favorece o consumo de água pelos animais.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M.A.; FUNES-MONZOTE, F.R.; PETERSEN, P. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. **Agronomy for sustainable development**, v. 32, n. 1, p. 1-13, 2012.
- ANDREOTTI, R., BARROS, J.C., GARCIA, M.V., RODRIGUES, V.S., HIGA, L.O.S., DUARTE, P.O., BLECHA, I.M.Z., BONATTE-JUNIOR, P. Cattle tick infestation in Brangus cattle raised with Nellore in central Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, p. 1099-1113, 2018.
- BARSOTTI, M.P.; MACEDO, M.C.; LAURA, V.A.; ALVES, F.V.; WERNER, J.; DICKHOEFER, U. Assessing the freshwater fluxes related to beef cattle production: A comparison of integrated crop-livestock systems and a conventional grazing system. **Agricultural Water Management**, v. 269, p. 107665, 2022.
- BARTUSSEK, H. A concept to naturalness in animal production. In: Proceedings of the International Conference on Alternatives in Animal Husbandry. Witzenhausen. University of Kassel, pp. 309–319 July 22-25, 1991.
- BARTUSSEK, H.; LEEB, C.H.; HELD, S. Animal Needs Index for Cattle. ANI 35 L/ 2000-Cattle. Federal Research Institute for Agriculture in Alpine Regions BAL Gumpenstein, A 8952 Irdning, Austria, 2000.
- BAUTISTA-FERNÁNDEZ, M.; ESTÉVEZ-MORENO, L.X.; LOSADA-ESPINOSA, N.; VILARROEL, M.; MARÍA, G.A.; DE BLAS, I.; MIRANDA DE LA LAMA, G.C. Claw disorders as iceberg indicators of cattle welfare: Evidence-based on production system, severity, and associations with final muscle pH. **Meat Science**, v. 177, p. 108496, 2021.
- BEHRENDTS, S.M.; MILLER, R. K.; ROUQUETTE JR, F. M.; RANDEL, R. D.; WARRINGTON, B. G.; FORBES, T. D. A.; HOLLOWAY, J. W. Relationship of temperament, growth, carcass characteristics and tenderness in beef steers. **Meat Science**, v. 81, n. 3. p. 433-438, 2009.
- BELL, L.W.; MOORE, A.D.; THOMAS, D.T. Diversified crop-livestock farms are risk-efficient in the face of price and production variability. **Agricultural Systems**, v. 189, p. 103050, 2021.
- BENNEMA, S.C.; DUCHEYNE, E.; VERCRUYSSSE, J.; CLAEREBOUT, E.; HENDRICKX, G.; CHARLIER, J. Relative importance of management, meteorological and environmental factors in the spatial distribution of *Fasciola hepatica* in dairy cattle in a temperate climate zone. **International Journal for Parasitology**, v. 41, n. 2, p. 225-233, 2011.
- BLOKHUIS, H.J. Welfare Quality Assessment Protocol for Cattle. 2009.
- BREWER, K.M.; GAUDIN, A.C.M. Potential of crop-livestock integration to enhance carbon sequestration and agroecosystem functioning in semi-arid croplands. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 149, p. 107936, 2020.

BROOM, D.M. Components of sustainable animal production and the use of silvopastoral systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, p. 683-688, 2017b.

BROOM, D.M.; FRASER, A.F. Domestic animal behaviour and welfare. 5th ed. CABI, Wallingford. 2015.

BROOM, D.M.; GALINDO, F. A.; MURGUEITIO, E. Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 280 n.1771, p. 2013-2025, 2013.

BROOM, D.M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, 142:524-526, 1986.

BROOM, D. M. Sentience and animal welfare. CABI, Wallingford, 2014

BURGESS, A.J.; CANO, M.E.C.; PARKES, B. The deployment of intercropping and agroforestry as adaptation to climate change. **Crop and Environment**, v.1, p. 145-160, 2022.

BURROW, H. M.; CORBET, N. J. Genetic and environmental factors affecting temperament of zebu and zebu-derived beef cattle grazed at pasture in the tropics. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 51, n. 1, p. 155-162, 2000.

BURROW, H.M.; DILLON, R.D. Relationships between temperament and growth in a feedlot and commercial carcass traits of *Bos indicus* crossbreds. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 37, n. 4 p. 407-411, 1997.

BURROW, H.M. Measurements of temperament and their relationships with performance traits of beef cattle. **Animal Breeding Abstracts**, v. 65, n. 7, 477-494, 1997.

BURROW, H.M., SEIFERT, G.W., COBERT, N.J. A new technique for measuring temperament in cattle. **Australian Society of Animal Production**, 17: 154-157, 1988.

CAFE, L.M.; ROBINSON, D.L.; FERGUSON, D.M.; MCINTYRE, B.L.; GEESINK, G.H.; GREENWOOD, P. L. Cattle temperament: Persistence of assessments and associations with productivity, efficiency, carcass and meat quality traits. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 5, p. 1452-1465, 2011.

CANEVARI, J.T., MANGOLD, A.J., GUGLIELMONE, A.A., NAVA, S. Population dynamics of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in a subtropical subhumid region of Argentina for use in the design of control strategies. **Medical and Veterinary Entomology**, v.31, p.6-14, 2016.

CARDOSO, C.S.; HÖTZEL, M.J.; WEARY, D.M.; ROBBINS, J.A.; VON KEYSERLINGK, M. A. Imagining the ideal dairy farm. **American Dairy Science Association**, v. 99, n. 2, p. 1663-1671, 2016.

CARVALHO, J. L. N., RAUCCI, G. S., FRAZAO, L. A., CERRI, E. C.; BERNOUX, M., CERRI, C. C. Crop-pasture rotation: a strategy to reduce soil greenhouse gases emissions in the Brazilian Cerrado. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.183, p. 167-175, 2014.

CHARÁ, J. REYES, E.; PERI, P.; OTTE, J.; ARCE, E.; SCHNEIDER, F. Silvopastoral systems and their contribution to improved resource use and sustainable development goals: evidence from Latin America. 2019.

COLLIER, R.J.; DAHL, G.E.; VAN BAALE, M.J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, 89, 1244-1253, 2006.

COOKE, R. F. Temperament and acclimation to human handling influence growth, health, and reproductive responses in *Bos taurus* and *B. indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 5325-5333, 2014.

CROYLE, S.L.; NASH, C.G.R.; BAUMAN, C.; LEBLANC, S.J.; HALEY, D.B.; KHOSA, D.K.; KELTON, D.F. Training method for animal-based measures in dairy cattle welfare assessments. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 10, p. 9463-9471, 2018.

DA SILVEIRA PONTES, L.; BARRO, R.S.; SAVIAN, J.V.; BERNDT, A.; MOLETTA, J.L.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V., BAYER, C.; DE FACCIO CARVALHO, P. C. Performance and methane emissions by beef heifer grazing in temperate pastures and in integrated crop-livestock systems: The effect of shade and nitrogen fertilization. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 253, p. 90-97, 2018.

DE GRAAF, S.; LAUWERS, L.; BIJTTEBIER, J.; VERBEKE, W.; TUYTTENS, F. Sensitivity of the integrated Welfare Quality® scores of the dairy cattle protocol to changes in individual measures. **In: Proceedings of the Benelux ISAE conference 2016**. 2016. p. 13.

DE LA FUENTE, J., ESTRADA-PEÑA, A. Why new vaccines for the control of ectoparasite vectors have not been registered and commercialized? **Vaccines**, v. 75, 2019.

DEL CAMPO, M; BRITO, G.; DE LIMA, J.S.; HERNÁNDEZ, P.; MONTOSI, F. Finishing diet, temperamento and lairage time effects on carcass and meat quality traits in steers. **Meat Science**, v. 86, n. 4, p. 908-914, 2010.

DE ROSA, G.; DI PALO, R.; SERAFINI, R.; GRASSO, F.; BRAGAGLIO, A.; BRAGHIERI, A.; NAPOLITANO F. Different assessment systems fail to agree on the evaluation of dairy cattle welfare at farm level. **Livestock Science**, v. 229, p. 145-149, 2019.

DESCHEEMAEKER, K.; OOSTING, S.J.; HOMANN-KEE TUI, S.; MASIKATI, P.; FALCONNIER, G. N.; GILLER, K. E. Climate change adaptation and mitigation in smallholder crop–livestock systems in sub-Saharan Africa: a call for integrated impact assessments. **Regional Environmental Change**, 16(8), 2331-2343, 2016.

DE SOUZA FILHO, W.; DE ALBUQUERQUE NUNES, P.A., BARRO, R.S., KUNRATH, T.R., DE ALMEIDA, G.M., GENRO, T.C.M.; BAYER, C.; DE FACCIO CARVALHO, P. C. Mitigation of enteric methane emissions through pasture management in integrated crop-livestock systems: trade-offs between animal performance and environmental impacts. **Journal of Cleaner Production**, v. 213, p. 968-975, 2019.

DOMINSCHKE, R. et al. **Sistemas Integrados de Produção Agropecuária na Promoção da Intensificação Sustentável**. Curitiba : Universidade Federal do Paraná, 2018.79p. (Boletim técnico, 1).

DO NASCIMENTO BARRETO, A.; JUNIOR, W.B.; PEZZOPANE, J.R.M.; DE CAMPOS BERNARDI, A.C.; DE FARIA PEDROSO, A.; MARCONDES, C.R.; JACINTHO, M.A.C.; ROMANELLO, N.; DE SOUSA, M.A.P.; COSTA, L.N.; GARCIA, A.R. Thermal comfort

and behavior of beef cattle in pasture-based systems monitored by visual observation and electronic device. **Applied Animal Behaviour Science**, p. 105687, 2022.

FELL, L.R.; COLDITZ, I.G.; WALKER, K.H.; WATSON, D.L. Associations between temperament, performance and immune function in cattle entering a commercial feedlot. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.39, n. 7, p. 795- 802, 1999.

FERREIRA, F.; PIRES, M.F.A.; MARTINEZ, M.L.; COELHO, S.G.; CARVALHO, A.U.; FERREIRA, P.M.; FACURY FILHO, E.J.; CAMPOS, W.E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, 58, 732-738, 2006.

FLEISCHNER, T.L. Ecological costs of livestock grazing in western North America. **Conservation biology**, v. 8, n. 3, p. 629-644, 1994.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **An international consultation on integrated crop-livestock systems for development: The way forward for sustainable production intensification**. Integrated Crop Management, 13, 2010

FORDYCE, G.; BURROW, H. Temperament of *Bos indicus* bulls and its influence on reproductive efficiency in the tropics. In: WORKSHOP BULL FERTILITY, 1992, Queensland, Australia. **Proceedings...** Queensland : Department of Primary Industries, 1992. p.35-37.

FORDYCE, G., GODDARD, M.E., SEIFERT, G.W. The measurement of temperament in cattle and the effect of experience and genotype. **Animal Production in Australia**, 329-332, 1982.

FORDYCE, G.; WYTHES, J.R.; SHORTHOSE, W.R.; UNDERWOOD, D.W.; SHEPHERD, R.K. Cattle temperaments in extensive beef herds in northern Queensland. 2. Effect of temperament on carcass and meat quality. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, 28(6), 689-693, 1988.

FRASER, A.F.; BROOM, D.M. *Farm Animal Behaviour and Welfare*, third ed. Balli`ere Tindall, London, p. 448, 1997.

FRASER, D.; DUNCAN, I.J.; EDWARDS, S.A.; GRANDIN, T.; GREGORY, N.G.; GUYONNET, V.; WHAY, H.R. General Principles for the welfare of animals in production systems: The underlying science and its application. **The Veterinary Journal**, v.198, n.1, p. 19-27, 2013.

FRANZLUEBBERS, A. J. *Integrated crop–livestock systems in the southeastern USA*. 2007.

GARCIA, M.V., RODRIGUES, V.D.S., KOLLER, W.W., ANDREOTTI, R. Biologia e importância do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Embrapa Gado de Corte- Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2019.

GAUSS, C.L.B., FURLONG, J. Comportamento de larvas infestantes de *Boophilus microplus* em pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, v.32, p. 467-472, 2002.

GEORGE, J.E., POUND, J.M., DAVEY, R.B. Chemical control of ticks on cattle and the resistance of these parasites to acaricides. **Parasitology**, v.129, p. 353-366, 2004.

GILBERT, L. The impacts of climate change on ticks and tick-borne disease risk. **Annual Review of Entomology**, v. 66, p. 373-388, 2021.

GIRO, A.; PEZZOPANE, J.R.M.; JUNIOR, W.B.; DE FARIA PEDROSO, A.; LEMES, A.P.; BOTTA, D.; ROMANELLO, N.; DO NASCIMENTO BARRETO, A.; Garcia, A.R. Behavior and body surface temperature of beef cattle in integrated crop-livestock systems with or without tree shading. **Science of the Total Environment**, v. 684, p. 587-596, 2019.

GOMES, F.J.; PEDREIRA, B.C.; SANTOS, P.M.; BOSI, C.; LULU, J.; PEDREIRA, C.G.S. Microclimate effects on canopy characteristics of shaded palisadegrass pastures in a silvopastoral system in the Amazon biome of central Brazil. **European Journal of Agronomy**, v. 115, p. 126029, 2020.

GRANDIN, T. Assessment of stress during handling and transport. **Journal of Animal Science**, 75, 249-257, 1997.

GRANDIN, T. **Livestock handling and transport**. Wallingford: Cabi Publishing, 2000. 3ed.

HEARNSHAW, H.; MORRIS, C.A. Genetic and environmental effects on temperamento score in beef cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 35, n. 5, p. 723-733, 1984.

HEMSWORTH, P.H.; COLEMAN, G.J.; BARNETT, J.L.; BORG, S. Relationships between human-animal interactions and productivity of commercial dairy cows. **Journal of Animal Science**, 78, 2821-2831, 2000.

HEMSWORTH, P.H.; COLEMAN, G.J. **Human-livestock interactions: The stockperson and the productivity of intensively farmed animals**. CABI, 2010.

HEMSWORTH, P.H. Ethical stockmanship. **Australian Veterinary Journal**, 85, 194-200, 2007.

HEARNSHAW, P.H.; MORRIS, C.A. Genetic and environmental effects on temperamento score in beef cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 35, n. 5, p. 723-733, 1984.

HUERTAS, S.M.; BOBADILLA, P.E.; ALCÁNTARA, I.; AKKERMANS, E.; VAN EERDENBURG, F.J. Benefits of Silvopastoral Systems for Keeping Beef Cattle. **Animals**, v. 11, n. 4, p. 992, 2021.

HUERTAS, S.M., PARANHOS DA COSTA, M., MANTECA, X., GALINDO, F., MORALES, M. An overview of the application of the animal welfare assessment system in Latin America. In *An Overview of the Development of the Welfare Quality® Project Assessment Systems*; Report No 12; Keeling, L., Ed.; Welfare Quality Network: Uppsala, Sweden, 2009; pp. 70–89. ISBN 1-902647-82-3.

INOKUMA, H., KEDIN, R.L., KEMP, D.H., WILLADSEN, P. Effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation on the bovine immune system. **Veterinary Parasitology**, v.47, p.107-118, 1993.

IPCC, C.C. Mitigation of Climate Change. **Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, v. 1454, p. 147, 2014.

IQBAL, A., USMAN, M., ABUBAKAR, M. Mini Review: Current tick control strategies in Pakistan are possible environmental risks. **Iraqi Journal of Veterinary Sciences**, v.31, p.81-86, 2017.

JAGO, J.G.; KROHN, C.C.; MATTHEWS, L.R. The influence of feeding and handling on the development of the human–animal interactions in young cattle. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 62, p. 137–151, 1999.

JOHNSEN, P.F.; JOHANNESSEN, T.; SANDØE, P. Assessment of farm animal welfare at herd level: many goals, many methods. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animam Science**, 51 (S30), 26 -33, 2001.

JUNIOR, N.A.V.; EVERS, J.; VIANNA, M.D.S.; PEDREIRA, B.C.; PEZZOPANE, J.R.M.; MARIN, F.R. Understanding the arrangement of Eucalyptus-Marandu palisade grass silvopastoral systems in Brazil. **Agricultural Systems**, v. 196, p. 103316, 2022.

JUNIOR, N.K.; MIYAGI, E.S.; DE OLIVEIRA, C.C.; MASTELARO, A.P.; DE AGUIAR COELHO, F.; BAYMA, G.; BUNGENSTAB, D.J.; ALVES, F.V. Spatiotemporal variations on infrared temperature as a thermal comfort indicator for cattle under agroforestry systems. **Journal of Thermal Biology**, v. 97, p. 102871, 2021.

KAWA, G.P. Non-chemical agents and factors capable of regulating tick populations in nature: a mini review. **International Journal of Tropical Insect Science**, v.13, p.587-594, 1992.

KIM, N.Y.; KIM, S.J.; JANG, S.Y.; SEONG, H.J.; YUN, Y.S.; MOON, S.H. Characteristics of vocalisation in Hanwoo cattle (*Bos taurus coreanae*) under different call-causing conditions. **Animal Production Science**, 59, 2169–2174, 2019.

KING, D.A.; PFEIFFER, C.S.; RANDEL, R.D.; WELSH JR, T.H.; OLIPHINT, R.A.; BAIRD, B.E.; SAVELL, J.W. Influence of animal temperament and stress responsiveness on the carcass quality and beef tenderness of feedlot cattle. **Meat Science**, v. 74, n. 3, p. 546-556, 2006.

KLAFKE, G. M., THOMAS, D. B., MILLER, R. J., & DE LEÓN, A. A. P. Efficacy of a water-based botanical acaricide formulation applied in portable spray box against the southern cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae), infesting cattle. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v.12, p.101721, 2021.

KRUCHELSKI, S.; TRAUTENMÜELLER, J.W.; DEISS, L.; TREVISAN, R.; CUBBAGE, F.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage

growth and wood density in integrated crop-livestock systems. **Agroforest Systems**. v. 95, p. 1577-1588, 2021.

KRUCHELSKI S.; TRAUTENMÜLLER J.W.; ORSO G.A.; RONCATTO E.; TRICHES G.P., BEHLING A.; MORAES A. Eucalyptus height-diameter relationship modeling in integrated crop-livestock systems. **Pesquisa agropecuária brasileira**, (em preparação).

LAVEN, R. A.; FABIAN, J. Applying animal-based welfare assessments on New Zealand dairy farms: Feasibility and a comparison with United Kingdom data. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 64, n. 4, p. 212-217, 2016.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; DE FACCIO CARVALHO, P.C.; DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 190, p.4-8, 2014.

LEMES, A.P.; GARCIA, A. R.; PEZZOPANE, J.R.M.; BRANDÃO, F.Z.; WATANABE, Y.F.; COOKE, R.F.; GIMENES, L.U. Silvopastoral system is an alternative to improve animal welfare and productive performance in meat production systems. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 1-17, 2021.

LEW-TABOR, A. E.; VALLE, M. R. A review of reverse vaccinology approaches for the development of vaccines against ticks and tick borne diseases. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 7, p. 573-585, 2016.

LIEBMAN, M.; SCHULTE, L.A. Enhancing agroecosystem performance and resilience through increased diversification of landscapes and cropping systems Diversity affects agroecosystem performance and resilience. **Elementa: Science of the Anthropocene**, v. 3, 2015.

LLONCH, P.; SOMARRIBA, M.; DUTHIE, C.A.; TROY, S.; ROEHE, R.; ROOKE, J.; TURNER, S. P. Temperament and dominance relate to feeding behaviour and activity in beef cattle: implications for performance and methane emissions. **Animal**, v. 12, n. 12, p. 2639-2648, 2018.

LOWMAN, B.G.N. et al. Condition scoring of cattle. Edinburgh: The Edinburgh School of Agriculture, 1976. 5p.

MANCERA, K.F.; ZARZA, H., DE BUEN, L. L.; GARCÍA, A. A. C.; PALACIOS, F. M.; GALINDO, F. Integrating links between tree coverage and cattle welfare in silvopastoral systems evaluation. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 38, n. 2, p. 1-9, 2018.

MANDEL, R.; WHAY, H. R.; KLEMENT, E.; NICOL, C. J. Invited review: Environmental enrichment of dairy cows and calves in indoor housing. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 3, p.1695-1715, 2016.

MARCHESINI, P., NOVATO, T. P., CARDOSO, S. J., DE AZEVEDO PRATA, M. C., DO NASCIMENTO, R. M., KLAFKE, G., COSTA-JÚNIOR, L.M., MATURANO, R., LOPES, W.D.Z., BITTENCOURT, V.R.E.P., MONTEIRO, C. Acaricidal activity of (E)-cinnamaldehyde and α -bisabolol on populations of *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) with different resistance profiles. **Veterinary Parasitology**, v.286, p.109226, 2020.

- MASTROPAOLO, M., MANGOLD, A.J., GUGLIELMONE, A.A., NAVA, S. Non-parasitic lifecycle of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in *Panicum maximum* pastures in northern Argentina. **Research in Veterinary Science**, v.115, p.138-145, 2017.
- MOLENTO, M.B., FORTES, F.S., BUZATTI, A., KLOSTER, F.S., SPRENGER, L.K., COIMBRA, E. E SOARES, L.D. Partial selective treatment of *Rhipicephalus microplus* and breed resistance variation in beef cows in Rio Grande do Sul, Brazil. **Veterinary parasitology**, v.192, p.234-239, 2013.
- MOLENTO, M.B. Resistência de helmintos em ovinos e caprinos. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.13, p.82-87, 2004.
- MONDAL, D., SARMA, K., SARAVANAN, M. Upcoming of the integrated tick control program of ruminants with special emphasis on livestock farming system in India. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v.4, p.1-10, 2013.
- MONK, J.E.; HINE, B.C.; COLDITZ, I.G.; LEE, C. A novel protocol to assess acclimation rate in *Bos taurus* heifers during yard weaning. **Animals**, v. 8, n. 4, p. 51-65, 2018.
- MORAES, A.D., CARVALHO, P.C.F., ANGHINONI, I., LUSTOSA, S.B.C., DE ANDRADE, S.E.V.G., KUNRATH, T.R. Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, v.57, p.4-9, 2014.
- MOREL, N., SIGNORINI, M.L., MANGOLD, A.J., GUGLIELMONE, A.A. NAVA, S. Strategic control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* infestation on beef cattle grazed in *Panicum maximum* grasses in a subtropical semi-arid region of Argentina. **Preventive Veterinary Medicine**, v.144, p.179-183, 2017.
- MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. **In International Grassland Congress**, v. 6, n. 1952, p. 1380-1395, 1952.
- MURGUEITIO, E.; CALLE, Z.; URIBE, F.; CALLE, A.; SOLORIO, B. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of cattle ranching lands. **Forest Ecology Management** 261:1654-1663. 2011. doi: 10.1016/j.foreco.2010.09.027.
- NARDONE, A.; RONCHI, B.; LACETERA, N.; RANIERI, M.S.; BERNABUCCI, U. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. **Livestock Science**, v. 130, n.1-3, p. 57-69, 2010.
- NAVA, S., MANGOLD, A.J., CANEVARI, J.T., MOREL, N., GUGLIELMONE, A.A. Strategic treatments with systemic biocides to control *Rhipicephalus (Boophilus)microplus* (Acari: Ixodidae) in northwestern Argentina. **InVet**, v.16, p.23-30, 2014.
- NAVA, S., MANGOLD, A.J., CANEVARI, J.T., GUGLIELMONE, A.A. Strategic applications of long-acting acaricides against *Rhipicephalus (Boophilus)microplus* in northwestern Argentina, with an analysis of tick distribution among cattle. **Veterinary Parasitology**, v.208, p.225-230, 2015.
- NAVA, S., MASTROPAOLO, M., GUGLIELMONE, A.A., MANGOLD, A.J. Effect of deforestation and introduction of exotic grasses as livestock forage on the population

dynamics of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) in northern Argentina. **Research in Veterinary Science**, v. 95, p.1046-1054, 2013.

NAVA, S., TOFALETTI, J.R., MOREL, N., GUGLIELMONE, A.A., Efficacy of winter–spring strategic control against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* infestations on cattle in an area with ecological conditions highly favorable for the tick in northeast Argentina. **Medical and Veterinary Entomology**, v.33, p. 312-316, 2019.

NEWBERRY, R. C. Environmental enrichment: Increasing the biological relevance of captive environments. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 44 p. 229-243, 1995.

NICARETTA, J.E., COUTO, L.F.M., HELLER, L.M., FERREIRA, L.L., CAVALCANTE, A.S.A., ZAPA, D.M.B., CRUNIVEL, L.B., MELO JUNIOR, R.D., GONTIJO, L.M.A., SOARES, V.E., MELLO, I.A.S., MONTEIRO, C.M.O., LOPES, W.D.Z. Evaluation of different strategic control protocols for *Rhipicephalus microplus* on cattle according to tick burden. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 12, p. 101737, 2021.

PARANÁ. Decreto nº 1753, de 06 de maio de 1996. Área de Proteção Ambiental do Iraí. Curitiba, PR.

PARHAM, J.T.; TANNER, A.E.; BARKLEY, K.; PULLEN, L.; WAHLBERG, M.L.; SWECKER JR, W. S.; LEWIS, R.M. Temperamental cattle acclimate more substantially to repeated handling. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 212, p. 36-43, 2019.

PÉREZ DE LEÓN, A.A., MITCHEL III, R.D., WATSON, D.W. Ectoparasites of Cattle. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.36, p.173-185, 2020.

PETER, R.J., VAN DEN BOSSCHE, P., PENZHORN, B.L., SHARP, B. Tick, fly, and mosquito control lessons from the past, solutions for the future. **Veterinary Parasitology**, v.132, p. 205-215, 2005.

PETHERICK, J.C.; DOOGAN, V.J.; HOLROYD, R.G.; OLSSON, P.; VENUS, B.K. Quality of handling and holding yard environment, and beef cattle temperament: 1. Relationships with flight speed and fear of humans. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 120, n. 1-2, p. 18-27, 2009.

PETHERICK, J.C.; HOLROYD, R.G.; DOOGAN, V.J.; VENUS, B.K. Productivity, carcass and meat quality of lot-fed *Bos indicus* cross steers grouped according to temperament. **Australian Journal Experimental Agriculture**, v. 42, p. 389-398, 2002.

PEZZOPANE, J.R.M.; NICODEMO, M.L.F.; BOSI, C.; GARCIA, A.R.; LULU, J. Animal thermal comfort indexes in silvopastoral systems with different tree arrangements. **Journal of Thermal Biology**, v. 79, p. 103-111, 2019.

PICCIONE, G.; GIANESELLA, M.; MASSIMO, M.; REFINETTI, R. Daily rhythmicity of core and surface temperatures of sheep kept under thermoneutrality or in the cold. **Research in Veterinary Science**, 95, 261-265, 2013.

POLSKY, L.; VON KEYSERLINGK, M.A.G. Invited review: effects of heat stress on dairy cattle welfare. **Journal of Dairy Science**, 100, 8645-8657, 2017.

- PONTES, L.D.S.; GIOSTRI, A.F.; BALDISSERA, T.C.; BARRO, R.S.; STAFIN, G.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MOLETTA, J.L.; DE FACCIO CARVALHO, P.C. Interactive effects of trees and nitrogen supply on the agronomic characteristics of warm-climate grasses. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 4, p. 1531-1541, 2016.
- POULOPOULOU, I.; LAMBERTZ, C.; GAULY, M. Are automated sensors a reliable tool to estimate behavioural activities in grazing beef cattle? **Applied Animal Behaviour Science**, 216, 1-5, 2019.
- RASHID, M., RASHID, M. I., AKBAR, H., AHMAD, L., HASSAN, M. A., ASHRAF, K., SAEED, K., GHARBI, M. A systematic review on modelling approaches for economic losses studies caused by parasites and their associated diseases in cattle. **Parasitology**, v. 146, p. 129-141, 2019.
- SALMAN, M., ABBAS, R. Z., ISRAR, M., ABBAS, A., MEHMOOD, M. K., KHAN, M. K., SINDHU, Z.D., HUSSAIN, R., SALEEMI, M.K., SHAH, S. Repellent and acaricidal activity of essential oils and their components against Rhipicephalus ticks in cattle. **Veterinary Parasitology**, v. 283, p.109178, 2020.
- SALTON, J.C.; MERCANTE, F.M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J.A.; CONCENÇO, G.; SILVA, W.M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 190, pp.70-79, 2014.
- SAVIAN, J.V.; NETO, A.B.; DE DAVID, D.B.; BREMM, C.; SCHONS, R.M.T.; GENRO, T.C.M.; DO AMARAL, G.A.; GERE, J.; MCMANUS, C.M.; BAYER, C.; DE FACCIO CARVALHO, P.C. Grazing intensity and stocking methods on animal production and methane emission by grazing sheep: Implications for integrated crop–livestock system. **Agriculture, ecosystems & environment**, 190, pp.112-119, 2014.
- SCHAFASCHECK, A. I. I., PORTUGAL, T. B., FILUS, A., MORAES, A., GUARALDO, A. C., PRITSCH, I. C., MOLENTO, M. B. Transient Threshold Abundance of Haematobia Irritans (Linnaeus, 1758) In Cattle Under Integrated Farming Systems. **International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences**, v. 11, p. 322-340, 2021.
- SCHULTE, H.D.; ARMBRECHT, L.; BÜRGER, R.; GAULY, M.; MUSSHOF, O.; HÜTTEL, S. Let the cows graze: An empirical investigation on the trade-off between efficiency and farm animal welfare in milk production. **Land Use Policy**, v. 79, p. 375-385, 2018.
- SCHÜTZ, K.E.; ROGERS, A.R.; POULOUIN, Y.A.; COX, N.R.; TUCKER, C.B. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, 93, 125-133, 2010.
- SCOTT, J.; FREDERICSON E. The causes of fighting in mice and rats. **Physiological Zoölogy**, v. 24, n. 4, p. 273-309, 1951.
- SEBASTIAN, T.; WATTS, J.; STOOKEY, J.; BUCHANAN, F.; WALDNER, C. Temperament in beef cattle: Methods of measurement and their relationship to production. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 91, n. 4, p. 557-565, 2011.

- SEKARAN, U.; LAI, L.; USSIRI, D. A.; KUMAR, S.; CLAY, S. Role of integrated crop-livestock systems in improving agriculture production and addressing food security-A review. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 5, p. 100190, 2021.
- SHEARER, J.K., STOCK, M.L., VAN AMSTEL, S.R., COETZEE, J.F. Assessment and management of pain associated with lameness in cattle. **Vet. Clin. N. Am. Food Anim. Pract.** 2013, 29, 135–156.
- SMITH, J.; SONES, K.; GRACE, D.; MACMILLAN, S.; TARAWALI, S.; HERRERO, M. Beyond milk, meat, and eggs: Role of livestock in food and nutrition security. **Animal Frontiers**, v. 3, n. 1, p. 6-13, 2013.
- SOUSSANA, J-F.; LEMAIRE, G. Coupling carbon and nitrogen cycles for environmentally sustainable intensification of grasslands and crop-livestock systems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 9-17, 2014.
- SOUZA, E.C.; SALMAN, A.K.D.; CRUZ, P.G.; VEIT, H.M.; CARVALHO, G.A.; SILVA, F.R.F.; SCHMITT, E. Thermal comfort and grazing behavior of Girolando heifers in integrated crop-livestock (ICL) and crop-livestock-forest (ICLF) systems. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, 41, 2019.
- SOUZA, W.; BARBOSA, O.R.; MARQUES, J.A.; GASPARINO, E.; CECATO, U.; BARBERO, L.M. Behaviour of beef cattle in silvipastoral systems with eucalyptus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39, 677-684, 2010.
- STUTZER, C., RICHARDS, S. A., FERREIRA, M., BARON, S., MARITZ-OLIVIER, C. Metazoan parasite vaccines: present status and future prospects. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 8, p. 67, 2018.
- SUNGIRAI, M., MOYO, D.Z., DE CLERCQ, P., MADDER, M. Communal farmers' perceptions of tick-borne diseases affecting cattle and investigation of tick control methods practiced in Zimbabwe. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v.7, p.1-9, 2016.
- TABOR, A.E., REHMAN, G., GARCIA, G.R., ZANGIROLAMO, A.F., MALARDO, T., JONSSON, N.N. Cattle Tick *Rhipicephalus microplus*-Host Interface: A Review of Resistant and Susceptible Host Responses. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 7, p. 506, 2017.
- THOM, E.C. "Cooling degree: day air conditioning, heating, and ventilating". Transactions of the Amer. Soc. Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engrs. 55:65-72, 1958.
- TURNER, S.P.; NAVAJAS, E.A.; HYSLOP, J.J.; ROSS, D.W.; RICHARDSON, R.I.; PRIETO, N.; ROEHE, R. Associations between response to handling and growth and meat quality in frequently handled *Bos taurus* beef cattle. **Journal of Animal Science**, 89, n. 2, p. 4239-4248, 2011.
- VAN EENENNAAM, A. L.; YOUNG, A.E. Genetic improvement of food animals: past and future. p. 171-180, 2019.
- VANCE, E.R.; FERRIS, C.P.; ELLIOTT, C.T.; MCGETTRICK, S.A.; KILPATRICK, D. J. Food intake, milk production, and tissue changes of Holstein-Friesian and Jersey x Holstein-

Friesian dairy cows within a medium-input grazing system and a high-input total confinement system. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 3, p. 1527-1544, 2012.

VANDERSTICHEL, R.; DOHOO, I.; SANCHEZ, J.; CONBOY, G. Effects of farm management practices and environmental factors on bulk tank milk antibodies against gastrointestinal nematodes in dairy farms across Canada. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 104, n. 1-2, p. 53-64, 2012.

VRIES, M.; BOKKERS, E.A.M.; VAN REENEN, C.G.; ENGEL, B.; VAN SCHAIK, G.; DIJKSTRA, T.; DE BOER, I.J.M. Housing and management factors associated with indicators of dairy cattle welfare. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 118, p. 80-92, 2015.

WAIBLINGER, S.; MENKE, C.; FÖLSCH, D.W. Influences on the avoidance and approach behaviour of dairy cows towards humans on 35 farms. **Applied Animal Behaviour Science**, 84, 23-39, 2003.

WALKER, P.G., CONSTABLE, P.D., MORIN, D.E., DRACKLEY, J.K., FOREMAN, J.H., THURMON, J.C. A reliable, practical, and economical protocol for inducing diarrhea and severe dehydration in the neonatal calf. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v.62, n.3, p.205-213, 1998.

WARRISS, P.D. **Meat science: an introductory text**. (chapters 1 and 10). Wallingford: CABI Publishing, 310 p, 2000.

WEBSTER, J. Critical control points in the delivery of improved animal welfare. **Animal Welfare**, 21(1):117–123, 2012.

WILLADSEN P. Anti-tick vaccines. **Parasitology**, v. 129, p.367-387, 2004.

YAWA, M., NYANGIWE, N., JAJA, I.F., KADZERE, C.T., MARUFU, M.C. Communal cattle farmer's knowledge, attitudes and practices on ticks (Acari: Ixodidae), tick control and acaricide resistance. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, p. 3005-30013, 2020.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; PARENTE, H.N.; FERREIRA, D.J.; CECON, P.R. Hábito de pastejo de vacas lactantes Holandês x Zebu em pastagens de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, 59, 175-181, 2017.

ZAPA, D.M.B., COUTO, L.F.M., HELLER, L.M., CAVALCANTE, A.S.A., NICARETTA, J.E., CRUNIVEL, L.B., MELO JUNIOR, R.D., FERREIRA, L.L., BASTOS, T.S.A., SOARES, V.E., MELLO, I.A.S., LOPES, W.D.Z. Do rainfall and tick burden affect the efficacy of pour-on formulations against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*? **Preventive Veterinary Medicine**, v.177, p. 104950, 2020.

ZUBIETA, A.; SAVIAN, J.V.; DE SOUZA FILHO, W.; WALLAU, M.O.; GÓMEZ, A.M.; BINDELLE, J.; BONNET, O.J.F.; DE FACCI CARVALHO, P.C. Does grazing management provide opportunities to mitigate methane emissions by ruminants in pastoral ecosystems? **Science of the Total Environment**, v. 754, p. 142029, 2021.