



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS–AGRONOMIA
CAMPUS RIO VERDE

RELATÓRIO DE PESQUISA DE PÓS-DOCTORADO

**DESEMPENHO DE NOVILHOS NELORE E POTENCIAL PRODUTIVO DO
CAPIM-PIATÃ EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-
FLORESTA**

Supervisionado: Dra. Caroline Carvalho de
Oliveira

Supervisora: Dra. Darliane de Castro Santos

Rio Verde

2022

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |
| <input checked="" type="checkbox"/> Produto técnico e educacional - Tipo: Relatório de pesquisa | |

Nome completo do autor:

Caroline Carvalho de Oliveira

Matrícula:

2019102320140174

Título do trabalho:

DESEMPENHO DE NOVILHOS NELORE E POTENCIAL PRODUTIVO DO CAPIM-PIATÃ EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 23 /02 / 2022

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Campo Grande

Local

23 /02 / 2022

Data

Caroline C. de Oliveira

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Darliane de Castro Santos

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 30/2021 - GEPTNM-RV/DE-RV/CMPRV/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA

ATA

DEFESA DE ESTÁGIO PÓS-DOUTORAL

Ata referente à audiência pública de defesa de estágio pós-doutoral da pesquisadora **CAROLINE CARVALHO DE OLIVEIRA** do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, realizada aos vinte e um dias do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte e um, às 13h30, por videoconferência. A audiência pública constituiu da apresentação de cronograma de atividades realizadas durante o estágio pós-doutoral e da análise de artigo científico de autoria da pós-doutoranda e colaboradores, intitulado **“DESEMPENHO DE NOVILHOS NELORE EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA.”** cujos resultados foram apresentados em sessão pública pela pesquisadora. Após análise do documento e arguição da pós-doutoranda pelos avaliadores da banca examinadora, definiu-se pela **APROVAÇÃO** do documento e da defesa da pós-doutoranda. Finalizada a sessão, a presente Ata foi lavrada e, após lida e acha conforme, foi assinada pelos avaliadores da banca examinadora, a saber:

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Darliane de Castro Santos (Presidente) - *Assinado eletronicamente*

Prof. Dra. Kátia Aparecida de Pinho Costa (Avaliador interno) - *Assinado eletronicamente*

Prof. Dr. Leandro Carlos (Avaliador interno) - *Assinado eletronicamente*

Dr. Roberto Giolo de Almeida (Avaliador externo) - *Assinado eletronicamente*

Dra. Fabiana Villa Alves (Avaliadora externa)

Dra. Fabiana Villa Alves (Avaliadora externa)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Roberto Giolo de Almeida, Roberto Giolo de Almeida - Professor Avaliador de Banca - Centro Nacional de Pesquisa do Gado de Corte - Embrapa (00348003004612)**, em 22/12/2021 13:10:03.
- **Leandro Carlos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 21/12/2021 15:56:44.
- **Kalia Aparecida de Pinho Costa, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 21/12/2021 15:38:55.
- **Darliane de Castro Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 21/12/2021 15:19:12.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 21/12/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 343521

Código de Autenticação: b56/ef3312



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

SUMÁRIO

DESEMPENHO DE NOVILHOS NELORE E POTENCIAL PRODUTIVO DO CAPIM-PIATÃ EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA	1
RESUMO.....	1
INTRODUÇÃO	2
MATERIAL E MÉTODOS	3
Localização e área experimental.....	3
Avaliação microclimática	5
Avaliação do componente forrageiro.....	6
Avaliação do componente animal	7
Delineamento experimental e análise estatística	8
RESULTADOS.....	9
<i>Microclima.....</i>	<i>9</i>
<i>Produção de forragem.....</i>	<i>11</i>
<i>Valor nutritivo da forragem</i>	<i>14</i>
<i>Desempenho animal.....</i>	<i>17</i>
DISCUSSÃO	19
CONCLUSÕES	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
ATIVIDADES PÓS-DOCTORAL	19

DESEMPENHO DE NOVILHOS NELORE E POTENCIAL PRODUTIVO DO CAPIM-PIATÃ EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA*

BARBOSA, R. T.^a, OLIVEIRA, C. C.^b, SANTOS, D. de C.^b, KARVATTE JUNIOR, N.^b, DELMONDES, T. C.^c, MACEDO, M. C. M.^d, ALMEIDA, R. G.^d

*Artigo preparado conforme normas da revista *Tropical Animal Health and Production*

^a Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Univesidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS, Rodovia Graziela Maciel Barroso, Km 12 Zona Rural, Aquidauana - MS, 79200-000, Brasil, ruthy_telles@hotmail.com.

^b Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia, Instituto Federal Goiano, Rodovia Sul Goiana, Km 01 - Zona rural, Rio Verde, GO, 75901-970, Brasil.

^c Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Católica Dom Bosco – UCDB, Av. Tamandaré, 6000 - Jardim Seminario, Campo Grande - MS, 79117-900.

^d Embrapa Gado de Corte, Avenida Rádio Maia, 830, Campo Grande, MS 79106-550, Brasil

RESUMO

Objetivou-se avaliar o desempenho de novilhos da raça Nelore e as características produtivas e químicas de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã, em sistemas integrados de produção com diferentes arranjos arbóreos, no Cerrado brasileiro. O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande-MS, em área experimental de 18 hectares, dividida em 12 piquetes, com três sistemas de integração: integração lavoura-pecuária (ILP), integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF-28), com 89 árvores ha⁻¹ e distância entre linhas simples de árvores de 28 metros e integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF-22), com 113 árvores ha⁻¹ e distância entre linhas simples de árvores de 22 metros. Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com tratamentos em esquema de parcelas subdivididas, com quatro

repetições. Os tratamentos das parcelas correspondem aos três sistemas de integração (ILP, ILPF-28 e ILPF-22) e os da subparcelas as estações do ano (verão e outono). Não foi encontrada diferença significativa ($p>0,05$) entre os sistemas (ILP, ILPF-28 e ILPF-22), para porcentagem de folhas, diferindo-se somente nas estações. As demais variáveis diferiram-se significativas ($p<0,05$), sendo que a disponibilidade de forragem do capim-piatã foi maior no sistema ILP durante o verão. Os valores de proteína bruta, índice de clorofila e DIVMO da folha foram maiores nos sistemas de ILPF, no outono, devido a menor radiação recebida em função do sombreamento. O ganho médio diário (GMD), foi semelhante ($p>0,05$) entre os sistemas e estação, já o ganho por área (GMA) e a taxa de lotação (TL), foram maiores no sistema de ILP durante o verão. Os sistemas com maiores disponibilidades de forragem apresentaram melhores ganhos por área e suportaram maiores taxas de lotação.

Palavras-Chave: forragem, sombreamento, sustentabilidade, taxa de lotação

INTRODUÇÃO

Cerca de 98% da pecuária brasileira é caracterizada pela produção animal em pastagens extensivas. A exploração desse recurso natural feita de forma extrativista associados a baixos índices produtivos, compromete a sustentabilidade que leva à perda de vigor, produtividade e à degradação, sem possibilidade de recuperação natural das áreas de pastagens. A degradação das pastagens interfere o desempenho animal e culmina na exaustão do solo e dos recursos naturais em função de manejos inadequados de adubação, taxa de lotação excessiva e inexistência de práticas conservacionistas, que contribuem para o surgimento de problemas ambientais, econômicos e sociais (MACEDO, 2009; BRAZ et al., 2012; CARVALHO et al., 2017; ARANHA et al., 2019). Diante desse cenário, uma das alternativas para produzir alimentos, respeitando as demandas ambientais e sociais é através de técnicas de intensificação ecologicamente corretas e sustentáveis da produção agropecuária (SCHUSTER et al., 2019).

Com foco nesse apontamento, os sistemas de produção integrados, em especial a integração lavoura-pecuária (ILP) e lavoura-pecuária-floresta

(ILPF), são sistemas que visam o uso contínuo das áreas agrícolas de forma racional, diversificada e sustentável, que agregam valores aos produtos e promovem melhorias da qualidade do solo ao longo do tempo (BALBINOT JUNIOR et al., 2009; GEREMIA et al., 2018). O sistema ILPF, que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais, é uma combinação de estratégias de produção sustentável de leite, carne, grãos, fibras, madeira, entre outros, de alta versatilidade, em consórcio, sucessão ou rotação, visando a obtenção de efeitos sinérgicos entre todos os componentes envolvidos no agroecossistema, inclusive contribuindo para melhoria do bem-estar animal (BALBINO et al., 2011; KICHEL et al., 2014; SILVA et al., 2020b).

Com a particularidade da presença do componente arbóreo no sistema de produção, a quantidade e qualidade da radiação que chega ao extrato forrageiro é comprometido. Deste modo, é essencial analisar a dinâmica e o comportamento das espécies forrageiras submetidas ao sombreamento, visto que a sua produção irá determinar o desempenho animal (GEREMIA et al., 2018; MARTINS et al., 2020).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de novilhos da raça Nelore e as características produtivas e químicas de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã em sistemas integrados de produção com diferentes arranjos arbóreos, no Cerrado brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e área experimental

O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande-MS (latitude 20° 27' Sul; 54° 37' de longitude Oeste, e 530 m de altitude), de dezembro de 2020 a maio de 2021. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (SANTOS et al., 2006). O padrão climático da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical úmido, encontra-se na faixa de transição entre Cfa e Aw, com ocorrência bem definida do período seco (abril a setembro) e um período chuvoso (outubro a março), com pluviosidade média anual de 1.560 mm.

Os dados meteorológicos do entorno da área experimental foram registrados, diariamente, por meio de uma estação meteorológica (A702 – INMET), localizado na Embrapa Gado de Corte, distante 3 km da área experimental (Figura 1).

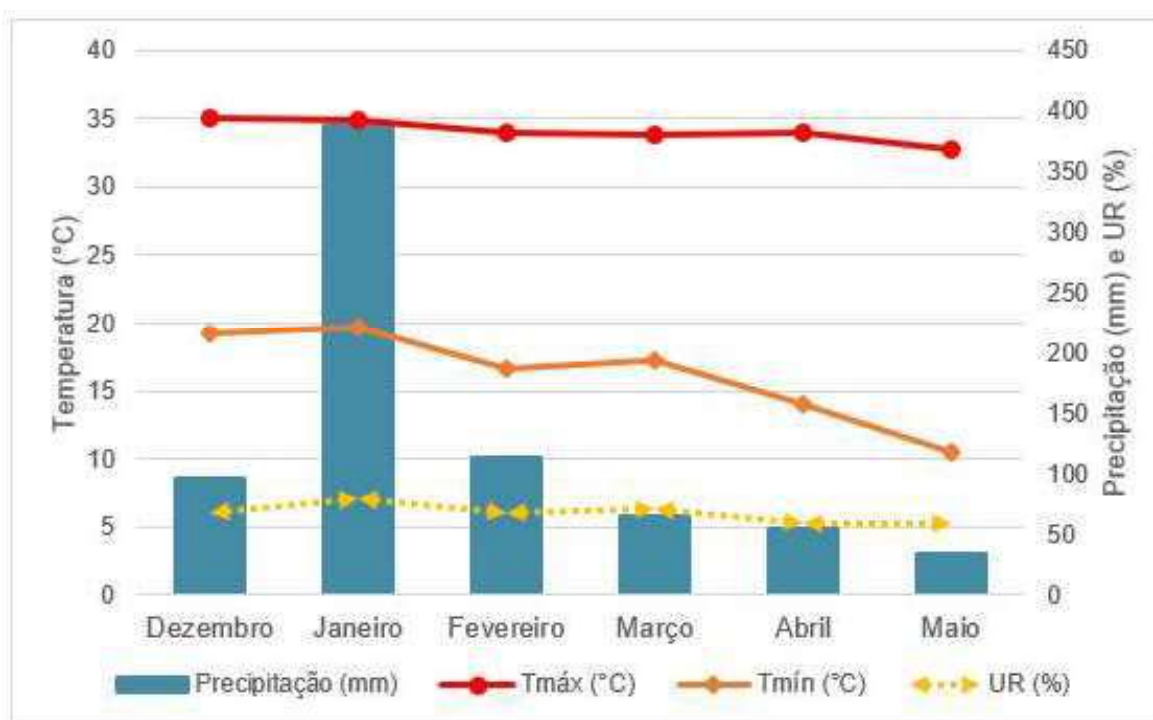


Figura 1. Variáveis climatológicas, precipitação (mm), temperatura do ar máxima (Tmáx, em °C), temperatura do ar mínima (Tmín, em °C) e umidade relativa (UR, em %) do entorno da área experimental, com dados de dezembro de 2020 a maio de 2021.

A área experimental com 18 hectares totais, foi constituída por três sistemas em integração, estabelecidos em 2009, subdivididos em 12 piquetes de 1,5 ha cada (4 piquetes por sistema), em que: (i) sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), testemunha ; (ii) sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF-22), com arranjo de árvores de 22x4 metros e densidade de 113 árvores ha⁻¹; (iii) sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF-28), com arranjo de árvores de 28x4 metros e densidade de 89 árvores ha⁻¹. As alturas médias das árvores de eucalipto em julho/2020 eram de 32,6 m e diâmetro à altura do peito (DAP) de 33,4 cm, em maio/2021, altura de 33,4 m e DAP de 34,59 cm para o sistema ILPF-28. Assim como, altura de 31,6 m e DAP de 34,6 cm em 2020, e altura de 32,74 m e DAP de 36,1 cm em 2021 para o sistema ILPF-22.

Foi realizada após o estabelecimento da pastagem a adubação de manutenção de 250 kg ha⁻¹ de N-P-K na fórmula (0-20-20) e adubação

nitrogenada de 165 e 125 kg ha⁻¹ na forma de uréia, em 2020 e 2021, respectivamente. O componente forrageiro da pastagem utilizada foi o capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã) e o arbóreo dos sistemas ILPF-22 e ILPF-28, o eucalipto urograndis (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, clone H13) em linhas simples e espaçamento, dentro das fileiras, de 4 metros entre árvores.

Avaliação microclimática

Para as coletas dos parâmetros microclimáticos (temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura de globo negro), foram realizadas avaliações mensalmente, durante quatro dias consecutivos. Nos piquetes com renques de eucaliptos, as amostragens foram tomadas em um transecto perpendicular às fileiras, onde foram delimitados dois pontos ao sol, e dois pontos à sombra por piquete experimental (Figura 2). Nas demais áreas experimentais, as amostragens foram realizadas em locais representativos ao ambiente em que os animais se encontravam.

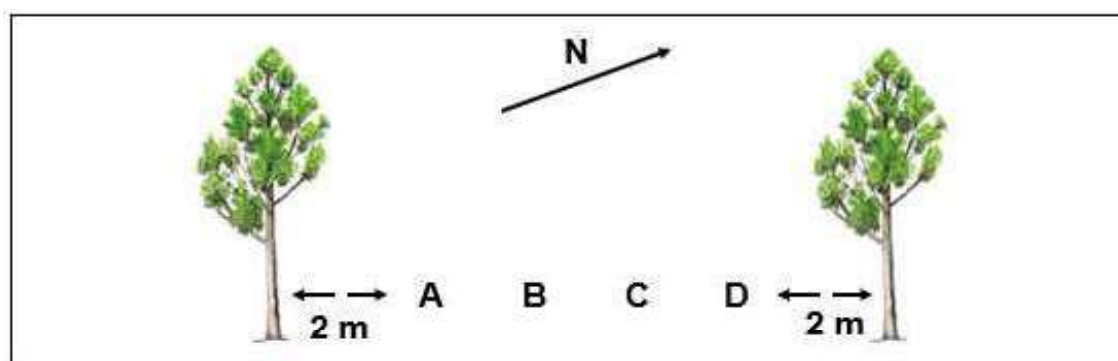


Figura 2. Esquema dos pontos amostrais para microclima

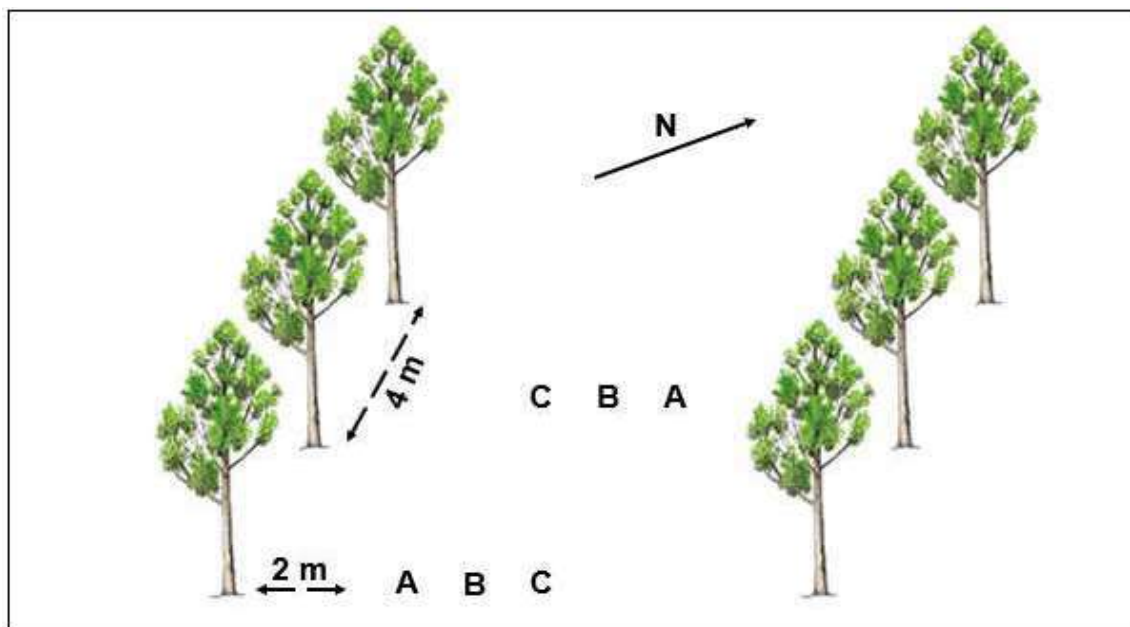
A temperatura do ar (T_a , em °C) e umidade relativa (UR, em %) foram mensuradas com termohigrômetro digital com *datalogger* (modelo HT-500, Instrutherm), acoplados em abrigos de PVC. A mensuração das temperaturas de globo negro (T_{gn} em °C), foram obtidas por termômetro de globo adaptado em boias de coloração preto fosco, conforme modelo proposto por Souza et al. (2002).

A partir da média dos dados microclimáticos de cada sistema, nas duas estações do ano, foi calculado o seguinte índice microclimático:

• índice de temperatura de globo negro e umidade (BOND e KELLY, 1955): $ITGU = 0,7 T_{bu} + 0,2 T_{gn} + 0,1 T_a$, em que: T_{bu} = temperatura de bulbo úmido em °C; T_{gn} = temperatura de globo negro em °C; T_a = temperatura do ar em °C.

Avaliação do componente forrageiro

Para as avaliações das características estruturais e nutricionais da forragem, foram considerados dois transectos perpendiculares às fileiras de árvores, por parcela. Em cada transecto, foram delimitados três pontos amostrais equidistantes (A, B e C), onde A foi localizado a 2 m dos troncos das árvores, devido a projeção da sombra da copa, C o ponto central do piquete e B a posição intermediária aos pontos A e C, totalizando 6 pontos amostrais por



parcelas (piquetes), em intervalos de 28 dias (Figura 3).

Figura 3. Esquema dos pontos amostrais para avaliação da forragem

Em cada ponto, com área amostral de 1 m², foram mensuradas duas alturas utilizando régua graduada em cm. Para cobertura do solo utilizou-se o método de avaliação visual, atribuindo-se os valores de 0% (solo descoberto) a 100% (solo totalmente coberto por forragem). A mensuração da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), ocorreu em conjunto com avaliação forrageira, utilizando o ceptômetro portátil AccuPAR (modelo LP-80). As leituras eram

realizadas acima do dossel forrageiro, com referência a pleno sol. Para determinação do índice relativo de clorofila (IRC), foi utilizado o clorofilômetro (Chlorophyll Meter SPAD-502) digital, onde as mensurações foram tomadas na porção mediana de três folhas totalmente expandidas, posteriormente a forrageira foi cortada rente ao solo, por meio de ceifadeira costal motorizada. As amostras coletadas (material verde), foram pesadas logo após o corte para determinação da produção vegetal, e em seguida eram feitas amostras compostas entre os pontos iguais de cada transecto. Posteriormente retirava-se uma sub-amostra para separação morfológica. As sub-amostras foram separadas manualmente nos componentes folhas (lâmina foliar), colmo (colmo + bainha), inflorescência, material senescente e invasora (outras braquiárias). Posteriormente, o montante foi acondicionado em saco de papel, pesado e levado à estufa de circulação forçada de ar à 65 °C por aproximadamente 72 horas até atingir peso constante de acordo com Silva e Queiroz (2009), e após, pesado novamente para determinação da porcentagem de matéria seca da massa de forragem. Os componentes lâmina foliar, colmo e material senescente foram triturados em moinhos Willey com peneira de 20 *mesh* e analisadas em sistema de espectroscopia de reflectância de luz próximo do infravermelho (NIRS), para quantificação do teor de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), de acordo com Marten et al. (1985), determinando-se assim, o valor nutritivo da forrageira.

Avaliação do componente animal

Para a avaliação de desempenho animal, os animais foram everminados e tratados com ectocida conforme a necessidade de controle de mosca-do-chifre e carrapatos, durante todo o período experimental. Todos os procedimentos e metodologias aplicados foram previamente aprovados pela Comissão de Ética e Uso de Animais da Embrapa Gado de Corte em protocolo de número 013/2014.

Foram utilizados 80 animais machos da raça Nelore, recém desmamados, com idade média de 10 meses e peso vivo inicial aproximado de 210 kg. Cada sistema possuía 24 animais, manejados da seguinte maneira: permanência de dois animais-teste por piquete durante todo o período

experimental, e, animais reguladores eram adicionados de acordo com a capacidade de suporte da pastagem no momento da pesagem, conforme a técnica “*put-and-take*” (MOTT & LUCAS, 1952). Todos os piquetes foram equipados com cocho para suplementação de sal mineral e bebedouros em quantidade e dimensionamento adequados para fornecimento *ad libitum*. Os animais foram pesados em balança eletrônica digital, em intervalos de 28 dias, após serem submetidos a um jejum total por 12 horas, para ajuste da taxa de lotação e avaliação do desempenho.

Para avaliação do desempenho animal as variáveis mensuradas foram: ganho de peso médio diário (GMD, kg dia⁻¹), calculado pela razão entre a diferença de peso dos animais, obtida no intervalo de duas pesagens, e, o número de dias entre as pesagens; taxa de lotação (TL, UA ha⁻¹) calculada pela relação entre o número de unidades animal e a área ocupada; e ganho de peso por área (GPA, kg ha⁻¹), foi obtido multiplicando-se o ganho dos animais pelo número de animais mantidos por hectare.

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições (piquetes). Os tratamentos das parcelas corresponderam aos três sistemas de integração (ILP, ILPF-22 e ILPF-28) e os tratamentos das subparcelas às estações do ano (verão e outono) conforme modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + S_j + e_{ij} + E_k + SE_{jk} + e_{ijk}$$

Em que Y_{ijk} é a variável resposta no i -ésimo bloco do j -ésimo sistema e k -ésima estação, μ é a constante, B_i é o efeito de bloco, S_j o efeito de sistema, e_{ij} o erro a, E_k é o efeito de estação, SE_{jk} é o efeito do j -ésimo sistema na k -ésima estação e e_{ijk} o erro residual.

Os dados foram submetidos ao procedimento UNIVARIATE verificando-se a aderência dos dados à curva de distribuição normal. Após, foi realizada a análise de variância utilizando-se o procedimento GLM e as médias comparadas pelo teste de Tukey adotando-se o nível de probabilidade de 5%, com interações significativas ajustadas pelo procedimento LSMEANS. Para a

análise descritiva dos dados microclimáticas, foi aplicado o procedimento MEANS. Todos a análises foram realizados através do aplicativo estatístico SAS, versão 9.4.

RESULTADOS

Microclima

A caracterização do microclima dos sistemas está apresentada na Tabela 1. A maior temperatura do ar (T_a) registrada ocorreu no sistema ILPF-28 (42,4 °C) na estação de outono, e menor no ILP (39,3 °C) durante o verão. Porém, a maior média registrada foi de 26,4 °C no ILPF-28 e menor no ILPF-22 (24,9 °C) durante o verão. A maior média de umidade relativa do ar (UR) foi atribuída ao sistema ILPF-22 (80,6%), ILP (78,5%) e ILPF-28 (74,0%), durante o verão. Para temperatura de globo negro (T_{gn}), a máxima registrada ocorreu no verão no sistema de ILP (51 °C). O índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) no sistema ILP apresentou valores superiores, quando comparadas aos sistemas de ILPF-28 e ILPF-22, observando-se um decréscimo à medida que se aumenta a densidade arbórea ao longo das estações.

Tabela 1. Temperatura do ar (Ta em °C), umidade relativa (UR em %), temperatura de globo negro (Tgn) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), em sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) e sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, ILPF-22 com densidade de 113 árvores e ILPF-28 com 89 árvores/ha, durante a estação de verão e outono, na região de Cerrado em Campo Grande-MS, em 2020 e 2021.

Sistema	Estação	Ta (°C)			UR (%)			Tgn (°C)			ITGU		
		Média	Mín.	Máx.	Média	Mín.	Máx.	Média	Mín.	Máx.	Média	Mín.	Máx.
ILP	Verão	25,7	18,1	39,3	78,5	42,0	100	28,2	17,6	51,0	77,5	65,1	101
	Outono	26,3	16,3	41,1	60,8	36,0	89,1	27,2	16,1	45,8	75,4	61,9	96,1
ILPF-28	Verão	26,4	20,2	41,9	74,0	39,7	100	26,5	20,1	47,2	76,3	68,6	97,8
	Outono	25,9	16,2	42,4	59,9	28,2	90,0	26,2	15,6	49,3	74,3	62,2	99,2
ILPF-22	Verão	24,9	20,0	42,1	80,6	39,9	100	26,8	19,2	49,4	75,7	67,8	100,4
	Outono	25,6	17,7	40,8	59,3	31,5	85,6	26,1	17,5	44,0	73,7	62,8	93,9

Produção de forragem

Os efeitos dos fatores sistemas e estações do ano sobre as variáveis altura do dossel (cm), cobertura (%), biomassa total (kg de MS ha⁻¹), densidade volumétrica (kg de MS ha⁻¹ cm⁻³), porcentagem de folha (%), relação folha:colmo e radiação fotossinteticamente ativa acima do dossel (RFA, em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), do capim *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã, estão dispostos na Tabela 2.

Para altura do dossel forrageiro ($p=0,02$), os maiores valores foram registrados nos sistemas ILP (56,62 cm) e ILPF-22 (52,09 cm), quando comparado ao sistema ILPF-28 (47,26 cm). Na estação de verão obteve-se a maior altura do dossel (57,67 cm), em relação ao outono (43,65 cm) (Tabela 2).

Diferenças significativas entre os sistemas e estações do ano ($p<0,05$) foram encontradas para as variáveis cobertura, biomassa total e densidade volumétrica do capim-piatã (Tabela 2). Os maiores valores ficaram impetrados no sistema ILP (89,66%, 4748 kg de MS ha⁻¹ e 92,93 kg de MS ha⁻¹ cm⁻³), para cobertura, biomassa total e densidade volumétrica, respectivamente, diferindo dos sistemas em ILPF, em função da maior radiação fotossinteticamente ativa recebida. Todavia, os sistemas ILPF-28 e ILPF-22 estatisticamente semelhantes entre si, apresentaram redução de aproximadamente 33,44% na cobertura, 2099 kg de MS ha⁻¹ na biomassa total e 37,12 kg de MS ha⁻¹ cm⁻³ na densidade volumétrica, respectivamente, em relação ao sistema ILP. A superioridade na estação de verão, permitiu registros de 69,98% e 3565 kg de MS ha⁻¹, contra 64,76% e 3132 kg de MS ha⁻¹, no outono, para cobertura e biomassa total, respectivamente. Enquanto que para densidade volumétrica o maior valor foi registrado durante o outono (74,96 kg de MS ha⁻¹ cm⁻³), e o menor no verão (61,44 kg de MS ha⁻¹ cm⁻³), apresentando diferenças significativas entre si (Tabela 2).

Não foi observado diferenças significativas para porcentagem de folhas na massa da forragem (média de 32,82%) nos sistemas de produção avaliados ($p=0,8635$). No entanto, houve diferença entre as estações do ano ($p<0,0001$). De modo geral, na estação de verão o percentual de folhas no estrato pastejável foi aproximadamente 43,27% maior que na estação de outono,

condizendo novamente sobre as melhores condições climáticas obtidas durante a estação de verão (Tabela 2).

A relação folha:colmo apresentou diferenças significativas entre os sistemas ($p=0,0117$) e as estações do ano ($p<0,0001$). A maior relação foi registrada no sistema ILP (0,99) em relação ao ILPF-28 (0,78). No entanto, o sistema ILPF-22 foi estatisticamente semelhante ao ILP e ao ILPF-28. Em relação à estação, a relação folha:colmo do capim-piatã foi maior no verão, sendo 49,2% superior à observada durante a estação de outono (Tabela 2).

Para radiação fotossinteticamente ativa (RFA) acima do dossel, houve diferenças ($p<0,0001$) em função dos tratamentos e estações do ano. A maior incidência deu-se no sistema ILP com ($1361,61 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), e as menores no ILPF-28 ($595,26 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), e ILPF-22 ($537,49 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), que foram semelhantes estatisticamente. No verão foi reportado a maior RFA ($1178,57 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), enquanto na estação de outono obteve-se $682,69 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Tabela 2).

Tabela 2. Característica da pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã (altura do dossel, cobertura do solo, biomassa total, densidade volumétrica, porcentagem de folha, relação folha:colmo e radiação fotossinteticamente ativa), em sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) e sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com densidade de 113 e 89 árvores/ha, durante a estação de verão e outono na região de Cerrado em Campo Grande-MS, em 2020 e 2021.

Variável	Sistema			Estação		R ²	CV	p-valor Sistema	p-valor Estação
	ILP	ILPF-28	ILPF-22	Verão	Outono				
Altura do dossel (cm)	52,61 a	47,26 b	52,09 a	57,67 a	43,65 b	0,34	22,79	0,0220	<0,0001
Cobertura do solo (%)	89,66 a	57,21 b	55,24 b	69,98 a	64,76 b	0,82	11,79	<0,0001	<0,0001
Biomassa total (kg de MS ha ⁻¹)	4748 a	2718 b	2580 b	3565 a	3132 b	0,52	30,93	<0,0001	0,0024
Densidade volumétrica (kg de MS ha ⁻¹ cm ⁻³)	92,93 a	59,69 b	51,97 b	61,44 b	74,96 a	0,45	32,24	<0,0001	<0,0001
Porcentagem de folha (%)	32,89 a	32,27 a	33,31 a	41,88 a	23,76 b	0,43	34,35	0,8635	<0,0001
Relação Folha:Colmo	0,99 a	0,78 b	0,89 ab	1,18 a	0,60 b	0,67	62,61	0,0117	<0,0001
RFA acima do dossel (μmol m ⁻² s ⁻¹)	1361,61 a	595,26 b	537,49 b	1178,57 a	682,69 b	0,66	44,91	<0,0001	<0,0001

Letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05). *CV = Coeficiente de variação (%).

Valor nutritivo da forragem

Com relação à avaliação do valor nutricional das folhas do capim-piatã, a proteína bruta (PB%), fibra em detergente neutro (FDN%) e índice de clorofila (SPAD), foram afetados pela interação sistema x estação do ano, e a digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO%), sofreu efeito entre sistemas e estações do ano ($p < 0,05$) (Tabela 3).

Os maiores teores de PB ($p = 0,0165$) foram encontrados nos sistemas ILPF-28 e o ILPF-22, em ambas as estações avaliadas, onde não apresentaram diferenças significativas entre si e menor teor registrado no sistema ILP. Quando comparado as estações dentro de cada sistema de produção, observou-se diferenças significativas entre as estações, com valores de PB superiores durante o outono no ILPF-28 (13,63%), ILPF-22 (13,23%) e ILP (9,72%), em relação aos mesmos sistemas durante a estação de verão (Tabela 3).

Efeito de interação entre sistema x estação do ano também foi encontrado para o teor de fibra em detergente neutro (FDN) da folha ($p = 0,0407$). A FDN foi superior durante a estação de verão apenas no sistema ILP (77,00%) em relação ao outono (72,96%). Teores de FDN foram semelhantes em ambas as estações em função das condições de sombreamento proporcionada pelos sistemas ILPF-28 e ILPF-22, com média de 72,04 e 70,42%, respectivamente. Observando os sistemas dentro de cada estação do ano, nota-se que em ambas as estações, os sistemas em ILP apresentam os maiores teores de FDN, seguido do sistema ILPF-28 com valores intermediários, e, o ILPF-22, apresentando o menor teor de FDN. Sistemas de ILPF proporcionam maiores teores de PB, em contrapartida, apresentam porcentagem de FDN inferiores quando comparados ao ILP, refletindo em maior digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (Tabela 3).

O índice de SPAD apresentou diferença significativa da interação entre sistema x estação do ano ($p < 0,0001$), sugerindo que as condições adversas estabelecidas pelos tratamentos comprimiram o potencial fotossintético da planta (Tabela 3). Durante a estação de verão, os maiores índices foram registrados nos sistemas ILPF-22 e ILPF-28 (39,95 e 38,61), respectivamente, semelhantes estatisticamente, e o menor no ILP (26,79). No outono, os maiores índices foram obtidos no ILPF-28 e ILPF-22 (38,56 e 37,11),

respectivamente, e o menor no ILP (33,23), diferindo-se dos anteriores. Pode-se observar que o sistema ILPF-28 durante as duas estações avaliadas permitiu maior concentração de clorofila para o pasto de capim-piatã.

Para a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da lâmina foliar do capim-piatã, verificou-se efeito significativo ($p=0,0009$) entre os sistemas e ($p<0,0001$) para estações do ano. Os maiores percentuais foram observados nos sistemas ILPF-28 e ILPF-22 (51,07% e 50,24%), respectivamente, que não diferiram entre si, e o menor no ILP (42,76%) (Tabela 3), isso ressalta a baixa correlação entre a RFA (Tabela 2).

Tabela 3. Valor nutritivo de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã, em sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) e sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com densidade de 113 e 89 árvores/ha, durante a estação de verão e outono, na região de Cerrado em Campo Grande-MS, em 2020 e 2021.

Variável	Sistema x Estação		R ²	CV	p-valor Sistema x Estação	
	Verão	Outono				
Proteína bruta da folha (PB _{folha} , %)	ILP	6,17 Bb	0,98	5,59	0,0165	
	ILPF28	10,79 Ab				
	ILPF22	11,08 Ab				
Fibra em detergente neutro da folha (FDN _{folha} , %)	ILP	77,00 Ab	0,25	6,28	0,0407	
	ILPF28	73,00 Ba				
	ILPF22	70,50 Ca				
Índice SPAD	ILP	26,79 Bb	0,49	14,16	<0,0001	
	ILPF28	38,61 Aa				
	ILPF22	39,95 Aa				
Digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO, %)	Sistema		R ²	CV	p-valor	
	ILP	ILPF-28	ILPF-22	0,64	11,68	0,0009
42,76 b	51,07 a	50,24 a				
Estação				0,64	11,68	<0,0001
Verão	Outono	53,83 a				
42,21b	53,83 a					

Letras iguais minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05). *CV = Coeficiente de variação (%)

Desempenho animal

Em relação à avaliação do componente animal, não foram observadas diferenças significativas ($p=0,3797$) entre os sistemas de pastejo e nem diferenças entre o período do ano ($p=0,1076$) para o ganho médio diário (GMD, g d^{-1}). No entanto, houve diferença significativa ($p<0,05$), para o ganho por área (GPA, em kg ha^{-1}), entre os sistemas e estação do ano, assim como para a interação sistema x estação para taxa de lotação (Ua ha^{-1}) (Tabela 4).

O ganho médio diário (GMD) foi semelhante estatisticamente entre os sistemas ILP, ILPF-28 e ILPF-22, dentro de cada estação do ano. Foi obtido uma média de aproximadamente (609 g d^{-1}) para os sistemas de produção, sendo que o verão e outono apresentaram ganhos de peso diário de 659 e 560 g d^{-1} , respectivamente, sem diferenças estatísticas entre si.

O ganho de peso por área (GPA) foi influenciado ($p=0,0111$) pelos sistemas, em que, o maior valor foi registrado no sistema ILP (148 kg ha^{-1}) e os menores valores nos sistemas ILPF-28 e ILPF-22 que não diferiram entre si, com média de 109 kg ha^{-1} (Tabela 4). Dentre as estações foram observadas diferenças estatísticas significativas ($p<0,0001$), em que os maiores ganhos por área foram registrados no verão (185 kg ha^{-1} ou $12,3 @ \text{ ha}^{-1}$), seguido do outono (60 kg ha^{-1} ou $4 @ \text{ ha}^{-1}$), seguindo a mesma sequência do desempenho da biomassa forrageira (Tabela 2).

Interação significativa foram observadas entre sistema x estação do ano ($p=0,0165$) para taxa de lotação (TL). A maior TL foi alcançada no verão, sendo atribuída o maior valor ao ILP ($1,93 \text{ Ua ha}^{-1}$), seguido do ILPF-28 ($1,67 \text{ Ua ha}^{-1}$) e ILPF-22 ($1,39 \text{ Ua ha}^{-1}$). No outono os resultados seguiram a mesma ordem estabelecida no verão, ($1,80$, $1,24$ e $1,07 \text{ Ua ha}^{-1}$) para o sistema ILP, ILPF-28 e ILPF-22, respectivamente.

Tabela 4. Desempenho animal em sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) e sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta ILPF-22 com densidade de 113 árvores/ha e ILPF-28 com 89 árvores/ha, durante a estação de verão e outono, na região de Cerrado em Campo Grande-MS, em 2020 e 2021.

Variável	Sistema				Estação		R ²	CV	p-valor Sistema	p-valor Estação
	ILP	ILPF-28	ILPF-22		Verão	Outono				
Ganho médio diário (GMD, g d ⁻¹)	638 a	557 a	634 a		659 a	560 a	0,65	22,31	0,3797	0,1076
Ganho por área (GPA, em kg ha ⁻¹)	148 a	114 b	104 b		185 a	60 b	0,96	19,66	0,0111	<0,0001
	Sistema x Estação				Outono		R ²	CV*	p-valor Sistema x Estação	
				Verão						
	ILP		1,93 Aa		1,80 Aa					
Taxa de lotação (Ua ha ⁻¹)	ILPF-28		1,67 Ba		1,24 Bb		0,98	5,59	0,0165	
	ILPF-22		1,39 Ca		1,07 Cb					

Letras iguais minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05). *CV = Coeficiente de variação (%)

DISCUSSÃO

Maiores alturas do capim-piatã observadas nos sistemas ILP e ILPF-22 (Tabela 2), podem estar associadas à luminosidade disponível para a planta forrageira, tendo em vista que o ILP recebe maior intensidade de radiação luminosa além de menor competição dos recursos naturais ofertados (ANDRADE et al., 2016). Já o ILPF-22 o resultado é sugestivo da resposta adaptativa da forrageira, maximizando a interceptação luminosa conforme o que é fornecido ao ambiente, na tentativa de atingir um extrato elevado e sair do sombreamento (FAVARE et al., 2018; GOMES et al., 2020). Esse mecanismo é caracterizado pelo alongamento dos colmos (estiolamento), ocorrendo geralmente em conjunto com o florescimento precoce do capim-piatã nos meses de janeiro e fevereiro (PEREIRA, 2017), em função do excedente hídrico durante o verão (CARLOTO et al., 2011). Estiolamento em sistemas agrossilvipastoris sob intenso sombreamento também foram reportados por Sousa, Peri et al. (2007); Paciullo et al. (2016) e Pereira et al. (2021). A maior cobertura de solo, biomassa total e densidade volumétrica da folha no sistema ILP, também podem ser explicados pela alta disponibilidade de radiação (CRUZ et al., 2021) e, nos sistemas de ILPF, a diminuição pode estar relacionada com as modificações estruturais do capim-piatã (Tabela 2), à variabilidade microclimática, RFA (Favare et al., 2018), e pelo sombreamento no sub-bosque (LOPES et al., 2017).

Com a redução da radiação nos ambientes sombreados, as gemas basais e axilares não são ativadas, e os fotoassimilados são alocados para os perfilhos já existentes, restringindo o surgimento de novos (PACIULLO et al., 2007; PACIULLO et al., 2008; BERNARDINO & GARCIA, 2009; PACIULLO et al., 2011; BALDISSERA et al., 2016). No verão, com a maior cobertura de nuvens no céu, a RFA disponível nos sistemas ILPF é ainda mais comprometida (LARCHER, 2000; GOBBI et al., 2009). No entanto, a quantidade que atinge o extrato forrageiro no sistema ILPF-28 é maior que no ILPF-22, favorecendo a cobertura do solo, o acúmulo de biomassa e densidade volumétrica (Tabela 2), reforçando os resultados obtidos por Crestani et al. (2017). Gamarra et al. (2017), avaliando o efeito de três sistemas de integração, sendo dois ILPF com arranjos de 357 e 227 árvores de eucalipto

ha⁻¹ e um sistema de ILP (controle), sob avaliações de desempenho de bovinos da raça Nelore, observaram redução da forragem em locais com maior sombreamento em relação ao sistema controle.

A manutenção adequada da estrutura do dossel e a porcentagem de folhas são fatores determinantes no consumo voluntário da forragem e do desempenho animal (GEREMIA et al., 2018; SOUZA FILHO et al., 2019). Embora a biomassa total tenha sido menor nos sistemas ILPF em comparação ao ILP, modificações morfológicas contribuíram para manter a porcentagem foliar semelhantes (Tabela 2), propiciando ganho médio diário (GMD) similares (Tabela 4). Esses dados evidenciam a plasticidade do capim-piatã em diferentes condições climáticas e sistemas produtivos (GARCIA & ANDRADE, 2001).

A relação folha:colmo seguiu a tendência da parte aérea, reportados nos sistemas ILP e ILPF-22 (Tabela 2). Leonel et al. (2009), alegam que forrageiras que crescem sob sombreamento a uma menor relação folha:colmo, induzida pela alocação de fotoassimilados destinados para o desenvolvimento de colmos, ao invés de direcionados para produção de folhas. Os dados obtidos neste estudo, demonstra que o sistema com maior densidade arbórea não teve influência direta sobre a relação folha:colmo. De acordo com Santos et al. (2010), quanto maior a relação folha:colmo, melhor é seu perfil nutricional. Com isso, há um maior interesse por espécies que possuam alta relação folha:colmo, por influenciarem a produção de massa seca e, conseqüentemente o desempenho animal e comportamento ingestivo e (CASTRO & PACIULLO 2011). Porém, para Ongaratto & Romanzini (2021), na literatura não há descrito a proporção ideal, pois nem sempre alta relação folha:colmo vai representar melhores resultados nutricionais ou zootécnicos.

A intensidade luminosa em sistemas sombreados é influenciada pela espécie, época, ano, arranjos e desenvolvimento das árvores (FONTANA et al., 2012). Devido à posição superior em relação à forrageira, grande parte do comprimento de onda na faixa do azul ao vermelho são absorvidos primeiramente pelas folhas das árvores, modificando a qualidade e a quantidade de RFA, bem como o espectro de luz por meio da redução da relação vermelho: vermelho distante (RODRIGUES et al., 2014; SANTOS et al., 2020; GLATZLE et al., 2021). À medida que as plantas se desenvolvem, ocorre

um aumento dos tecidos esclerenquimáticos (Deinum et al., 1996), favorecendo o surgimento de paredes fibrosas e lignificação dos tecidos celulares (VAN SOEST 1994). De acordo com Simoni et al. (2014), esse processo aumenta a proporção de colmos em relação às folhas na composição da biomassa total, resultando na diminuição dos teores de proteína bruta (PB) e da digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) e aumento da fibra em detergente neutro (FDN), conforme observado durante o verão (Tabela 3).

Nos sistemas com árvores, a redução de temperatura do ar (Tabela 1), favorece a mineralização da matéria orgânica, ciclagem do nitrogênio e umidade, contribuindo no aumento dos teores de PB (PACIULLO et al., 2007; 2014; 2016; GUENNI et al., 2008; MISHARA et al., 2010; BARROS et al., 2019; SOUZA et al., 2019). Esse aumento também pode estar associado ao atraso no desenvolvimento ontogenético da forrageira, devido à alta intensidade de sombreamento recebida (MARTINS et al., 2020). Nesta condição, as forrageiras tendem a ser fisiologicamente mais jovens, permitindo níveis metabólicos elevados por mais tempo (PACIULLO et al., 2011).

Durante o período experimental os teores de PB estavam em sua maioria acima do nível recomendado 7%. Valores inferiores diminuem a velocidade que o alimento é degradado, devido à redução no desenvolvimento dos microrganismos ruminais, afetando a ingestão de matéria seca, a digestibilidade e o desempenho animal (MEDEIROS et al., 2015). Para FDN o valor médio encontrado foi de 72,5% (Tabela 3), aproximadamente 7% acima do recomendado por Van Soest (1994), acarretando o comprometimento do consumo voluntário animal, devido a maior permanência da forragem no rúmen. A superioridade observada no verão, ocorreu em função das elevadas temperaturas e pelo aumento do turgor das células, para evitar seu rompimento (SANTANA 2017).

A maior concentração de clorofila foi observada no sistema ILPF-28 (Tabela 3). Ambiente sombreados tendem a proporcionar melhores teores de clorofila em relação ao pleno sol, resultados semelhantes foram reportados por Mishara et al. (2010) e Behling et al. (2019). Plantas quando submetidas as condições limitantes de radiações, possuem maior proporção de clorofila b, permitindo uma absorção de luz mais eficiente (JESUS & MARENCO, 2008; MARTUSCELLO et al., 2009). As maiores concentrações de clorofila em

ambientes sombreados são consistentes com resultados apresentados por Lopes et al. (2017), em estudo com *Urochloa decumbens* em sistema silvipastoril com *Eucalyptus grandis* e *Acacia mangium*, no qual observaram aumento de 20% no teor de clorofila sob sombreamento intenso.

A DIVMO observada na (Tabela 3), está em consonância com Deinum et al. (1996). Ambientes sombreados afetam o aumento da capacidade fotossintética, com isso, o comprometimento no desenvolvimento de parede celular secundária influencia na formação de paredes menos espessas. Com isso, os valores de DIVMO observados durante o outono (53,83%) em relação ao verão (42,21%), estejam relacionados aos maiores teores de PB e índice de clorofila, e aos menores teores FDN da folha (Tabela 3), em razão das condições de umidade de solo proporcionados pelas copas das árvores, permitindo que a forragem permaneça verdes durante essa época do ano (PACIULLO et al., 2007). Melhores resultados nutricionais do capim-piatã em sistemas agrossilvipastoril, também foram reportados por Almeida et al. (2011) e Quintino et al. (2013), durante esta estação.

O fator determinante no desempenho animal é o consumo, este por sua vez, é afetado pelas condições nutricionais e estruturais da pastagem, que interferem diretamente no comportamento ingestivo dos animais (EUCLIDES et al., 2009; DORNELLES, 2020). Embora não tenha sido avaliadas as variáveis comportamentais, pressupõe que em consequência da disponibilidade de forragem, conjuntamente com a porcentagem de folhas disponíveis aos animais (Tabela 2), a forragem ofertada em todos os sistemas nas duas estações, permitiram que os animais apresentassem ganhos médio diário (GMD) similares (Tabela 4).

A fração foliar representa a parte mais nutritiva da forragem, quando ofertadas em grandes quantidades, associadas à elevados valores de biomassa, favorecem a seletividade dos animais (EUCLIDES et al., 2016). Apesar dos sistemas de ILPF apresentarem menor biomassa em relação ao ILP, a média encontrada foi de 2649 kg de MS ha⁻¹ (Tabela 2). Euclides et al. (1992), sugerem valores entre 4662 e 1108 kg ha⁻¹ em condições brasileiras, para que não ocorra limitação da seletividade e conseqüentemente do desempenho animal. Vale mencionar, que as condições favoráveis de conforto térmico animal (Porfírio-da-silva et al., 2001; Santos et al., 2020) nos ambientes

sombreados, influenciou na similaridade do GMD dos novilhos Nelore entre os sistemas.

Com GMD iguais entre os sistemas, a resposta do ganho de peso por área (GPA) ocorreu, sobretudo em função das variações na taxa de lotação (TL). Assim, a melhor resposta no GPA foi alcançada no sistema de ILP, em relação ao ILPF-28 e ILPF-22 (Tabela 4), demonstrando que os sistemas com árvores não conseguiram sustentar a mesma produtividade que o sistema ILP. Oliveira et al. (2014), avaliando o desempenho de novilhas da raça Nelore em sistemas agrossilvipastoril, observaram que ambientes com menor densidade arbórea favorece o maior GPA, em relação a ambientes com maior densidade, e reforçam a insuficiência desses sistemas em permitirem ganhos similares ao ILP.

Em todas as estações do ano, o sistema de ILP apresentou maior TL do que os sistemas com árvores (Tabela 4), em razão dos maiores valores de biomassa e densidade volumétrica da forragem (Tabela 2). Para essas variáveis os sistemas de ILPF foram semelhantes estatisticamente, no entanto, não foi suficiente para que seus valores para TL não diferissem. Com isso, observa-se que a medida que a densidade arbórea é aumentada, com consequente redução na RFA, a produtividade animal foi limitada em função da quantidade de forragem ofertada, resultando numa diminuição gradativa da TL (Tabela 4).

A maior TL observada durante o verão em relação ao outono, segundo Flores et al. (2008), é decorrente da necessidade de maior quantidade de animais para manter a forrageira na altura adequada nesta estação.

Neste contexto, os fatores referentes a quantidade de forragem em oferta e, especialmente, a configuração em que a massa de forragem é apresentada aos animais em pastejo, adquirem importância, pois determina a velocidade da obtenção dos nutrientes, e, por conseguinte o desempenho animal (PEREIRA 2017).

CONCLUSÕES

Os sistemas de produção pecuária com inclusão do componente arbóreo em duas densidades (113 e 89 árvores ha⁻¹), proporcionam benefícios

no melhorando o valor nutricional do capim-piatã.

O espaçamento entre linhas de eucalipto do sistema ILPF-28 permitiu maior produção animal em relação ao sistema ILPF-22, em consequência do melhor desenvolvimento do capim-piatã.

O sistema ILP, é mais eficiente em produção de forragem de capim-piatã e conseqüentemente, proporciona maior ganho por área e maior taxa de lotação. No entanto, considerando-se o conforto térmico dos animais associado à similaridade do ganho médio diário, os sistemas em ILPF, seriam os mais indicados para produção do gado Nelore no Cerrado brasileiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. In: Bungenstab, D. J. (ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2011. p. 25-35.

ALVES, F. V.; KARVATTE JUNIOR, N. Benefícios da sombra em sistemas em integração lavoura-pecuária-floresta nos trópicos. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. (Ed.). **ILPF: inovação com integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2019, p. 525-542.

ANDRADE, A. S.; SANTOS, P. M.; PEZZOPANE, J. R. M.; ARAÚJO, L. C.; PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; MARIN, F. R.; LARA, M. A. S. Simulating tropical forage growth and biomass accumulation: an overview of model development and application. **Grass and Forage Science**, v. 71, n. 1, p. 54-65, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gfs.12177>.

ARANHA, H. S.; ANDRIGHETTO, C.; LUPATINI, G. C.; BUENO, L. G. F.; TRIVELIN, G. A.; MATEUS, G. P.; LUZ, P. A. C.; SANTOS, J. M. F.; SEKIYA, B. M. S.; VAZ, R. F. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 5, p. 1686-1694, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-9913>

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial:**

integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília, DF: Embrapa, p. 130, 2011.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1925-1933, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000107>

BALDISSERA T. C.; PONTES L. S.; GIOSTRI A. F.; BARRO R. S.; LUSTOSA S. B. C.; MORAES A.; CARVALHO P. C. F. Sward structure and relationship between canopy height and light interception for tropical C4 grasses growing under trees. **Crop and Pasture Science**, v. 67, p. 1199-1207, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1071/CP16067>

BARROS, J. S.; MEIRELLES, P. R. L.; GOMES, V. C.; PARIZ, C. M.; FACHIOLLI, D. F.; SANTANA, E. A. R.; GOMES, T. G. J.; COSTA, C.; CASTILHOS, A. M.; SOUZA, D. M. Valor nutritivo do capim-xaraés em três intensidades luminosas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 5, p. 1703-1711, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10801>

BEHLING, M.; CARVALHO, G.; FELIPE, R. T. A.; FARIAS, J. B.; CAMARGO, D. Produtividade e características fisiológicas da soja na ILPF. In: FARIAS NETO, A. L. de; NASCIMENTO, A. F. do; ROSSONI, A. L.; MAGALHÃES, C. A. de S.; ITUASSU, D. R.; HOOGERHEIDE, E. S. S.; IKEDA, F. S.; FERNANDES JUNIOR, F.; FARIA, G. R.; ISERNHAGEN, I.; VENDRUSCULO, L. G.; MORALES, M. M.; CARNEVALLI, R. A.. (Org.). **Embrapa Agrossilvipastoril: Primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma Agropecuária Sustentável**. 1ed. Brasília, DF: Embrapa, v. 1, p. 174-183, 2019.

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. Sistemas silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 60, p. 77-87, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.4336/2009.pfb.60.77>

BOND, T. E.; KELLY, C. F. The globe thermometer in agriculture research. **Agricultural Engineer**, v. 36, n. 2, p. 251-260, 1955.

BRAZ, F. P.; MION, T. D.; GAMEIRO, A. H. Análise socioeconômica comparativa de sistemas de integração lavoura-pecuária em propriedades rurais nas regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil. **Informações Econômicas**, SP, v. 42, n. 2, 2012.

CARLOTO, M. N.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; LEMPP, B.; DIFANTE, G. D. S.; PAULA, C. D. Desempenho animal e características de pasto de capim-xaraés sob diferentes intensidades de pastejo, durante o período das águas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 1, p. 97-104, 2011.

CARVALHO, W. T. V.; MINIGHIN, D. C.; GONÇALVES, L. C.; VILLANOVA, D. F. Q.; MAURICIO, R. M.; PEREIRA, R. V. G. Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: Revisão. **PUBVET**, v. 11, n. 10, p.1036-1045, 2017.

CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C. **FORAGEIRAS TROPICAIS TOLERANTES AO SOMBREAMENTO**. In: JORNADA DA PRODUÇÃO ECOLÓGICA DE RUMINANTES NO SEMIÁRIDO. 2011.

CRESTANI, S.; MASCHERONI, J. D. C.; GEREMIA, E. V.; CARNEVALLI, R. A.; MOURÃO, C. B.; SILVA, S. C. Sward structural characteristics and herbage accumulation of Piatã palisade grass (*Brachiaria brizantha*) in a crop-livestock-forest integration area. **Crop and Pasture Science**, v. 68, n. 9, p. 859-871, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1071/CP16341>

CRUZ, N. T.; PIRES, A. J. V.; FRIES, D. D.; JARDIM, R. R.; SOUSA, B. M. L.; DIAS, D. L. S.; BONOMO, P.; RAMOS, B. L. P. SACRAMENTO, M. R. S. V. Fatores que afetam as características morfogênicas e estruturais de plantas Forrageiras. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16180>

DEINUM, B.; SULASTRI, R. D.; ZEINAB, M. H. J.; MAASSEN, A. Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses (*Brachiaria brizantha* and *Panicum maximum* var. *trichoglume*). **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v. 44, p. 111-124, 1996.

DORNELLES, R. R. **Produção animal em sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas da fronteira oeste do Rio Grande do Sul**. 65 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, RS. 2020.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B.; DIFANTE, G. S.; BARBOSA, R. A.; CACERE, E. R. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 98-106, 2009.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de diferentes métodos de amostragem (para se estimar o valor nutritivo de forragens) sob pastejo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.4, p.691-702, 1992.

EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A.; DO VALLE, C. B.; NANTES, N. N. Animal performance and sward characteristics of two cultivars of *Brachiaria brizantha* (BRS Paiaguás and BRS Piatã). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 5, n. 3, p. 85–92. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-92902016000300001>

FAVARE, H. G.; TSUKAMOTO FILHO, A. A.; BRITO DA COSTA, R.; PASA, M. C.; FAVARE, L. G. Desempenho de forrageiras em sistema silvipastoril com *Caryocar brasiliense* Camb. *Cultura Agrônômica, Ilha Solteira*, v. 27, n. 3, p. 340-353, 2018.

FLORES, R. S.; EUCLIDES, V. P. B.; ABRÃO, M. P. C.; GALBEIRO, S.; DIFANTE, G. S.; BARBOSA, R. M. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1355-1365. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000800004>

FONTANA, D. C.; ALVES, G. M.; ROBERTI, D.; MORAES, O. L. L.; GERHARDT, A. Estimativa da radiação fotossinteticamente ativa absorvida pela cultura da soja através de dados do sensor Modis. **Bragantia**, Campinas,

v. 71, n. 4, p. 563-571, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052012000400015>

GARCIA, R.; ANDRADE, C. M. S. Sistemas silvipastoris na Região Sudeste. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL; FAO, 2001. p.173-187

GAMARRA, E. L.; MORAIS, M. G.; ALMEIDA, R. G.; PALUDETTO, N. A.; PEREIRA, M.; OLIVEIRA, C. C. Beef cattle production in established integrated systems. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 5, p. 3241-3252, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n5p3241>

GEREMIA, E. V.; CRESTANI, S.; MASCHERONI, J. D. C.; CARNEVALLI, R. A.; MOURÃO, G. B.; DA SILVA, S. C. Sward structure and herbage intake of *Brachiaria brizantha* cv. Piatã in a crop-livestock-forestry integration área. **Livestock Science**, v. 212, p. 83-92, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.03.020>

GLATZLE, S.; STUERZ, S.; GIESE, M.; PEREIRA, M.; ALMEIDA, R. G.; BUNGENSTAB, D. J.; MACEDO, M. C. M.; ASCH, F. Seasonal dynamics of soil moisture in an integrated-crop-livestockforestry system in Central-West Brazil. **Agriculture**, v. 11, n. 3, p. 245-265, 2021.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A. F.; PEREIRA, O. G.; VENTRELLA, M. C.; ROCHA, G. C. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1645-1654, 2009.

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, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126029>

GUENNI, O.; SEITER, S.; FIGUEROA, R. Growth responses of three *Brachiaria*

species to light intensity and nitrogen supply. **Tropical Grassland**, v. 42, p. 75-87, 2008.

JESUS, S. V.; MARENCO, R. A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 815-818, 2008.

KICHEL, A. N.; COSTA, J. A. A.; ALMEIDA, R. G.; PAULINO, V. T. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) - experiências no Brasil. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 71, n. 1, p. 94-105, 2014.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000. 531 p.

LEONEL, F. P.; PERERIRA, J. C.; COSTA, M. G.; MARCO JÚNIOR, P.; LARA, L. A.; QUEIROZ, A. C. Comportamento produtivo e características nutricionais do capim-braquiária cultivado em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 177-189, 2009.

LOPES, C. M.; PACIULLO, D. S. C.; ARAÚJO, S. A. C.; GOMIDE, C. A. M.; MORENZ, M. J. F.; VILLELA, S. D. J. Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 1, p. 225-233, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9201>

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 133-146, 2009.

MARTEN, G. C.; SHENK, J. S.; BARTON, F. E. **Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS), analysis of forage quality**. Washington: USDA; ARS, p 110, 1985. (Agriculture Handbook, 643).

MARTINS, D. C.; VILLELA, S. D. J.; ALMEIDA, R. G.; ARAÚJO, S. A. C.; SILVA, L. D.; PASCHOALOTO, J. R.; MARTINS, P. G. M. A. Animal performance and nutritional characteristics of Piatã-grass in integrated systems.

Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v. 72, n. 3, p. 1027-1033, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-11065>

MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. **Nutrição de bovinos de corte**: fundamentos e aplicações. Brasília, DF: Embrapa, p. 176, 2015.

MISHARA, A. K.; TIWARI, H. S.; BHATT, R. K. Growth, biomass production and photosynthesis of *Cenchrus ciliaris* L. under *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne based silvopastoral systems in semi-arid tropics. **Journal of Environmental Biology**, v. 31, p. 987- 993, 2010.

MOTA, F. S. **Climatologia zootécnica**. Pelotas: UFPEL, p.104, 2001.

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. **The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures**. In International grassland congress (Vol. 6, No. 1952, pp. 1380-1395). 1952.

OLIVEIRA, C. C.; VILLELA, D. S.; ALMEIDA, R. G.; ALVES, F. V.; BEHLING NETO, A.; MARTINS, P. G. M. A. Performance of Nellore heifers, forage mass, and structural and nutritional characteristics of *Brachiaria brizantha* grass in integrated production systems. **Tropical Animal Health and Production**. n. 46, p. 167-172, 2014.

ONGARATTO, F.; ROMANZINI, E. P. Ecosistema pastoril: serviços ecossistêmicos, características do dossel e emissão de gases do efeito estufa. In: Prof. Dr. Carlos Alexandre Oelke; Prof^a. Dra. Giovanna Faria de Moraes; Prof^a. Dra. Rosemary Laís Galati. (Org.). **Zootecnia Pesquisa e Práticas Contemporâneas** - Volume 1. 1ed.São Paulo: Editora Científica Digital, 2021, v. 1, p. 83-107.

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; TAVELA, R. C.; ROSSIELLO, R. O. P. Crescimento do pasto de capim-braquiária influenciado pelo nível de sombreamento e pela a estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 317-323, 2008.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M. MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do

capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 573-579, 2007.

PACIULLO, D. S. C.; FERNANDES, P. B.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; SOBRINHO, F. S.; CARVALHO, C. A. B. The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 270-276, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000200006>

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R.T.; MAURÍCIO, R. M.; FERNANDES, P. B.; MORENZ, M. J. F. Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and Forage Science**, v. 72, n. 3, p. 590-600, 2016. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/gfs.12264>

PACIULLO, D. S. C.; PIRES, M. F. A.; AROEIRA, L. J. M. MORENZ, M. J. F.; MAURÍCIO, R. M.; GOMIDE, C. A. M.; SILVEIRA, S. R. Sward characteristics and performance of dairy cows in organic grasslegume pastures shaded by tropical trees. **Animal**, v. 8, p. 1264-1271, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1017/S1751731114000767>

PEREIRA, M. **Produtividade forrageira, degradabilidade ruminal do capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã) e desempenho de bovinos de corte em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. 2017. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2017.

PEREIRA, M.; MORAIS, M. G .; FERNANDES, P. B. ; SANTOS, V. A. C.; GLATZLE, S.; ALMEIDA, R. G. Beef cattle production on Piatã grass pastures in silvopastoral systems, **Tropical Grasslands-Forrajés Tropicales**, v. 9 n. 1, p. 1-12, 2021.

PERI, P. L.; LUCAS, R. J.; MOOT, D. J. Dry matter production, morphology and nutritive value of *Dactylis glomerata* growing under different light regimes. **Agroforestry Systems**, v. 70, p. 63-79, 2007.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; VIEIRA, A. R. R.; CARAMORI, P. H.; BAGGIO, A. J.

O Conforto térmico animal em pastagem arborizada. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, 3., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001.

QUINTINO, A. C.; ABREU, J. G.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; CABRAL, L. S.; GALATI, R. L. Production and nutritive value of piatã grass and hybrid sorghum at different cutting ages. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 35, p. 243-249, 2013.

RODRIGUES, R. C.; SOUSA, T. V. R.; MELO, M. A. A.; ARAÚJO, J. S.; LANA, R. P.; COSTA, C. S.; OLIVEIRA, M. E.; PARENTE, M. O. M.; SAMPAIO, I. B. M. Agronomic, morphogenic and structural characteristics of tropical forage grasses in northeast Brazil. **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, v. 2, p. 214-222, 2014. Disponível em: [https://doi.org/10.17138/TGFT\(2\)214-222](https://doi.org/10.17138/TGFT(2)214-222)

SANTANA, E. A. R. **Composição morfológica e valor alimentício de capim-marandu e comportamento de bovinos nelore em sistemas integrados de produção agropecuária**. 2017. 108f. Dissertação (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Câmpus de Botucatu. 2017.

SANTOS, A. R. M.; GOMES, F. J.; XIMENES, E. S. O. C.; ARAGÃO, W. F. D. X.; SILVA, A. C.; Efeito do ambiente luminoso em forrageiras de clima tropical em sistemas silvipastoris. **Nativa**, Sinop, v. 8, n. 5, p. 633-642, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.31413/nativa.v8i5.10883>

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 306, 2006.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; SILVA, G. P.; PIMENTEL, R. M.; CARVALHO, V. V.; SILVA, S. P. Estrutura do pasto de capim-braquiária com variação de alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 10, p. 2125-2131, 2010.

SCHUSTER, M. Z.; LUSTOSA, S. B. C.; PELISSARI, A.; HARRISON, S. K.;

SULC, R. M.; DEISS, L.; LANG, C. R.; CARVALHO, P. C. F.; GAZZIERO, D. L. P.; MORAES, A. Optimizing forage allowance for productivity and weed management in integrated crop-livestock systems. **Agronomy for Sustainable Development**, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0564-4>

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ª. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. p. 235.

SILVA, J. W. T.; SOUZA, B. M. L.; SILVA, C. M. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). **Ciência Animal**, v. 30, n. 3, p. 71-84, 2020b.

SILVA, R. G. **Introdução a bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, p. 286, 2000.

SIMIONI, T. A.; HOFFMANN, A.; GOMES JUNIOR, F.; MOUSQUER, C. J.; TEIXEIRA, U. H. G.; FERNANDES, G. A.; BOTINI, L. A.; PAULA, D. C. Senescência, remoção, translocação de nutrientes e valor nutritivo em gramíneas tropicais. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 8, p. 1742, 2014.

SOUSA, L. F.; MAURÍCIO, R. M.; GONÇALVES, L. C.; SALIBA, E. O. S.; MOREIRA, G. R. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, p. 1029-1037, 2007.

SOUZA, C. F.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; FERREIRA, W. P. M.; SILVA, R. S. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 1, p. 157-164, 2002.

SOUZA FILHO, W.; NUNES, P. A. A.; BARRO, R. S.; KUNRATH, T. R.; ALMEIDA, G. M.; GENRO, T. C. M.; BAYER, C.; CARVALHO, P. C. F. 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, n. 10, p. 968-975, 2019.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press. p. 476, 1994.

No entanto, o período estipulado passou por diferentes situações que interferiram na implantação e execução estas atividades, acarretando atrasos e reduzido número de dados, as quais:

- Seca (Anexo II): No momento da implantação experimental (junho a agosto de 2019), um severo período de estiagem afetou o início das atividades. Neste período, a disponibilidade de forragem era mínima, inviabilizando a introdução dos animais nos diferentes sistemas integrados.

- Incêndio (Anexo III): em função da pastagem seca decorrente do período de estiagem, em 16 de agosto de 2019 a área experimental foi tomada por um incêndio acidental. Assim, houve a necessidade de adiar mais uma vez as avaliações para que medidas necessárias fossem tomadas.

- Pandemia do Corona Vírus: Em dezembro de 2019, após reestruturação da área experimenta pós incêndio, algumas atividades foram iniciadas (avaliação microclimática, comportamento animal (dados utilizados para esta defesa) e avaliação forrageira) e avaliadas até meados de março de 2020, quando novamente houve a necessidade de cancelar toda as atividades em função da pandemia do Corona Vírus. Devido às normas internas da Embrapa, as atividades puderam ser retomadas somente em janeiro de 2021, em escala de revezamento e aquelas que não necessitam de trabalho em laboratório. No entanto, as avaliações com os animais só foram possíveis de iniciar em fevereiro de 2021, com a entrada de um novo lote de animais. Com a redução e restrição de atividades as áreas experimentais que seriam implantadas para as unidades experimentais 2, 3 e 4 também foram adiadas.

- Embargo de Fundação de Apoio à Pesquisa: Em abril de 2021, o contrato de pesquisa do pós-doutorado foi desfeito em função do embargo da fundação de apoio à pesquisa que realizava seus pagamentos e administrava as verbas direcionadas ao projeto em questão, sendo necessário, assim, encerrar definitivamente as atividades.

Apesar destes diferentes imprevistos ocorridos, atividades como organização de dados, redação de artigos científicos, documentos técnicos e divulgação de pesquisa por meio de palestras foi possível de ser realizadas e concluídas, algumas delas são destacadas abaixo:

Artigos completos publicados em periódicos

1. DE OLIVEIRA, CAROLINE CARVALHO; DE ALMEIDA, ROBERTO GIOLO; KARVATTE JUNIOR, NIVALDO; VILLELA, SEVERINO DELMAR JUNQUEIRA; BUNGENSTAB, DAVI JOSÉ; ALVES, FABIANA VILLA. Daytime ingestive behaviour of grazing heifers under tropical silvopastoral systems: responses to shade and grazing management. APPLIED ANIMAL BEHAVIOUR SCIENCE., v..., p.105360, 2021.

2. JUNIOR, NIVALDO KARVATTE; MIYAGI, ELIANE SAYURI; CARVALHO DE OLIVEIRA, CAROLINE; MASTELARO, ARIADNE PEGORARO; DE AGUIAR COELHO, FLÁVIO; BAYMA, GUSTAVO; BUNGENSTAB, DAVI JOSÉ; ALVES, FABIANA VILLA. Spatiotemporal variations on infrared temperature as a thermal comfort indicator for cattle under agroforestry systems. JOURNAL OF THERMAL BIOLOGY., v.97, p.102871, 2021.

3. LEITE DA SILVA, WILIAN APARECIDO ; POEHLAND, RALF ; CARVALHO DE OLIVEIRA, CAROLINE ; RIBEIRO FERREIRA, MARIANE GABRIELA CESAR ; GARCIA DE ALMEIDA, RICARDO ; CÁCERES, MIRELA BROCHADO SOUZA ; MACEDO, GUSTAVO GUERINO ; DA COSTA E SILVA, ELIANE VIANNA ; ALVES, FABIANA VILLA ; NOGUEIRA, ERIKLIS ; DE ANDRADE MELO-STERZA, FABIANA . Shading effect on physiological parameters and in vitro embryo production of tropical adapted Nelore heifers in integrated crop-livestock-forest systems. TROPICAL ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION, v. 53, p. 1, 2020.

5. JUNIOR, NIVALDO KARVATTE; MIYAGI, ELIANE SAYURI; DE OLIVEIRA, CAROLINE CARVALHO; BARRETO, CAMILLA DINIZ; MASTELARO, ARIADNE PEGORARO; BUNGENSTAB, DAVI JOSÉ; ALVES, FABIANA

VILLA. Infrared thermography for microclimate assessment in agroforestry systems. *SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT.*, v.731, p.139252, 2020.

6. OLIVEIRA, C. C.; ALVES, F. V.; MARTINS, P. G. M. A.; KARVATTE JUNIOR, N.; ALVES, G. F.; ALMEIDA, R. G.; MASTELARO, A. P.; SILVA, E. V. C. E. Vaginal temperature as indicative of thermoregulatory response in Nellore heifers under different microclimatic conditions. *PLOS One.*, v.14, p.e0223190, 2019.

Produções técnicas

1. ALVES, F. V.; KARVATTE JUNIOR, N.; OLIVEIRA, C. C. Aplicações da Termografia por Infravermelho (TIV) na bovinocultura de corte. Documentos. Campo Grande, MS:Embrapa Gado de Corte, 2020.

2. ALVES, F. V.; GOMES, R. C.; ALMEIDA, R. G.; KARVATTE JUNIOR, N.; OLIVEIRA, C. C. Bem-estar animal: desafios, oportunidades e perspectivas globais. Documentos. Campo Grande, MS:Embrapa Gado de Corte, 2020.

Resumos expandidos

1. ALMEIDA, R. G. ; OLIVEIRA, .C. de, C ; BUNGENSTAB, D. J. ; KARVATTE JUNIOR, N. ; PEREIRA, M. ; LAURA, V. A. ; Alves, F. V. ; GOMES, R. da C. ; MACEDO, M. C. M. . Effects of integrated crop-livestock-forestry system on timber, soybean, grass forage and cattle yields. In: II Congresso Mundial sobre Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (WCCLF 2021),, 2021. II Congresso Mundial sobre Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (WCCLF 2021),, 2021.

2. OLIVEIRA, C. C.; PEREIRA, M. ; SANTOS, V. A. C. dos ; ROMAGNOLI ; SERRA, A. P. ; MACEDO, M. C. M. ; ALMEIDA, R. G. . ESTABLISHMENT AND PRODUCTION OF FORAGE GRASSES UNDER DIFFERENT LEVELS OF SHADING IN AN INTEGRATED SYSTEM. In: II Congresso Mundial sobre Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (WCCLF 2021),, 2021. II

Congresso Mundial sobre Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (WCCLF 2021), 2021.

3. KARVATTE JUNIOR, N. ; ALMEIDA, R. G. ; OLIVEIRA, C. C. ; COELHO, F. A. ; Alves, F. V. . SPATIOTEMPORAL THERMAL DISTRIBUTION IN AGROFORESTRY SYSTEMS IN THE TROPICS. In: II Congresso Mundial sobre Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (WCCLF 2021), 2021, Campo Grande. II Congresso Mundial sobre Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (WCCLF 2021),, 2021.

Organização de eventos

1. COSTA-e-SILVA, E. V. ; OLIVEIRA, C. C. ; RITA, P. H. S. ; ARAUJO, J. R. . I Fórum de Ética, Bioética e Bem-Estar animal. 2021.

ANEXO II

Efeito da estiagem na disponibilidade de forragem em sistemas integrados (junho a agosto de 2019).





ANEXO III
Incêndio na área experimental (agosto de 2019).

