

Avaliação da pastagem em sistemas ILPF com diferentes níveis de investimento tecnológico⁽¹⁾

Otávio Augusto Alves Mendes⁽²⁾ e Miguel Marques Gontijo Neto⁽³⁾

⁽¹⁾ Trabalho financiado pelo CNPq. ⁽²⁾ Estudante de graduação, Universidade Federal de São João del-Rei, bolsista Pibic/CNPq na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. ⁽³⁾ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Resumo – Este estudo avaliou os efeitos de diferentes níveis de investimento tecnológico (NIT) em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) na produtividade e qualidade da pastagem de *Urochloa brizantha*, cultivar Marandu. Realizado em uma área experimental de pastagem degradada em Curvelo, Minas Gerais, foram implantados quatro tratamentos com níveis crescentes de adubação ao longo de setembro de 2017 até fevereiro de 2024. Os resultados demonstraram que o NIT 4, que recebeu o maior investimento em fertilizantes, apresentou significativamente maior produção de matéria seca (1.015 kg/ha) e melhores características nutricionais da forragem, como maior teor de proteína bruta e melhor digestibilidade. Além disso, o NIT 4 mostrou-se superior em altura média do dossel e na composição bromatológica, indicando melhor adaptação e resposta ao manejo intensivo. Conclui-se que o aumento do nível de investimento tecnológico, com maiores aportes de corretivos e fertilizantes nas pastagens, resultou em benefícios significativos na produtividade e na qualidade da forragem produzida nos sistemas ILPF avaliados.

Termos para indexação: pastagem degradada, gado, ILPF, investimento tecnológico.

Evaluation of pasture in ILPF systems with different levels of technological investment

Abstract – This study evaluated the effects of different levels of technological investment (NIT) in Crop-Livestock-Forest Integration (ILPF) systems on the productivity and quality of *Urochloa brizantha* cultivar Marandu pasture. It was carried out in an experimental area of degraded pasture in Curvelo, state of Minas Gerais, Brazil, where four treatments were implemented with increasing levels of fertilizer throughout September 2017 to November 2021. The results demonstrated that NIT 4, which received the largest investment in fertilizers, presented significantly higher dry matter production (1,015 kg/ha) and better nutritional characteristics of the forage, such as higher crude protein content and better digestibility. Furthermore, NIT 4 was superior in average canopy height and chemical composition, indicating better adaptation and response to intensive management. It is concluded that increased technological investment resulted in significant benefits in pasture productivity and quality, highlighting the viability of ILPF systems as a sustainable strategy for recovering degraded pastures and improving livestock activity.

Index terms: degraded pasture, livestock, ILPF, technological investment.

Introdução

As pastagens brasileiras ocupam 180 milhões de hectares, e 50% delas se encontram em processo de degradação (Dias-Filho, 2014). Uma alternativa para agregar ganhos à atividade pecuária pode ser a associação de árvores com pastagens, constituindo sistemas de Integração Pecuária-Floresta (IPF), que é considerada uma alternativa sustentável para a produção pecuária e florestal nos diferentes biomas brasileiros.

O desempenho desses sistemas depende de alguns fatores, como a identificação de espécies tolerantes ao sombreamento e a adoção de práticas de manejo que assegurem a sua produtividade e persistência no sub-bosque. Para Andrade et al. (2003), no caso das espécies forrageiras, além da tolerância ao sombreamento, é necessário selecionar espécies com boa capacidade produtiva, adaptadas ao manejo e às condições edafoclimáticas da região onde serão implantadas. A adoção de sistemas agrossilvipastoris implica a escolha de espécies ecologicamente e economicamente adequadas às finalidades desejadas, sendo elas, principalmente, a produção de biomassa, aspectos morfoanatômicos, bromatológicos, além de uma boa digestibilidade para o animal.

As informações contidas neste trabalho estão alinhadas com a meta 2.4 do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável de número 2 (ODS 2), estabelecido na Agenda 2030 proposta pela Organização das Nações Unidas.

Essa meta visa:

Garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo (Nações Unidas, 2024).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar cada nível de investimento com os dados de produtividade e qualidade da pastagem de *Urochloa brizantha*, cultivar Marandu, conforme a quantidade de adubo ofertada em cada um dos níveis em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) com quatro níveis de investimento tecnológico.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na área experimental na Unidade de Referência Técnica (URT) da Fazenda Lagoa dos Currais, situada nas coordenadas 19°00'29,31" S; 44°17'18,89" O; 775 m de altitude, no município de Cordisburgo, região Central de Minas Gerais. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo muito argiloso e clima Aw (Koppen). Os dados referentes à análise de solo das áreas e de precipitações durante o período experimental são apresentados na Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 1. Resultados da análise de solo da área experimental.

NIT	Prof	pH	M. O.	H+Al	Al ³⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	SB	CTC	K ⁺	P	V	m
	cm		dag/kg			cmol _c /dm ³					mg/dm ³		%
1	0-10	4,73	2,7	5,45	0,3	0,5	0,99	30,81	7,03	29,33	1,79	21,75	19,25
	out/20	4,62	2,21	5,3	0,39	0,31	0,7	24,83	6,38	23,82	1,13	17,25	26,83
2	0-10	4,62	2,81	5,83	0,38	0,53	1,13	33,24	7,59	31,58	2,17	23,25	18
	out/20	4,53	2,27	5,67	0,54	0,33	0,79	23,01	6,85	21,89	1,17	17,25	33,08
3	0-10	5	3,01	5,06	0,28	0,77	1,44	49,23	7,38	47,02	2,83	31,33	11,42
	out/20	4,84	2,17	5,25	0,41	0,45	0,94	27,33	6,76	25,93	1,39	22,08	22,75
4	0-10	4,94	3,02	5,15	0,21	0,97	1,83	52,67	8,04	49,88	3,14	36	5,92
	out/20	4,78	2,25	5,12	0,38	0,61	1,14	33,02	6,97	31,28	1,48	26,42	16,92

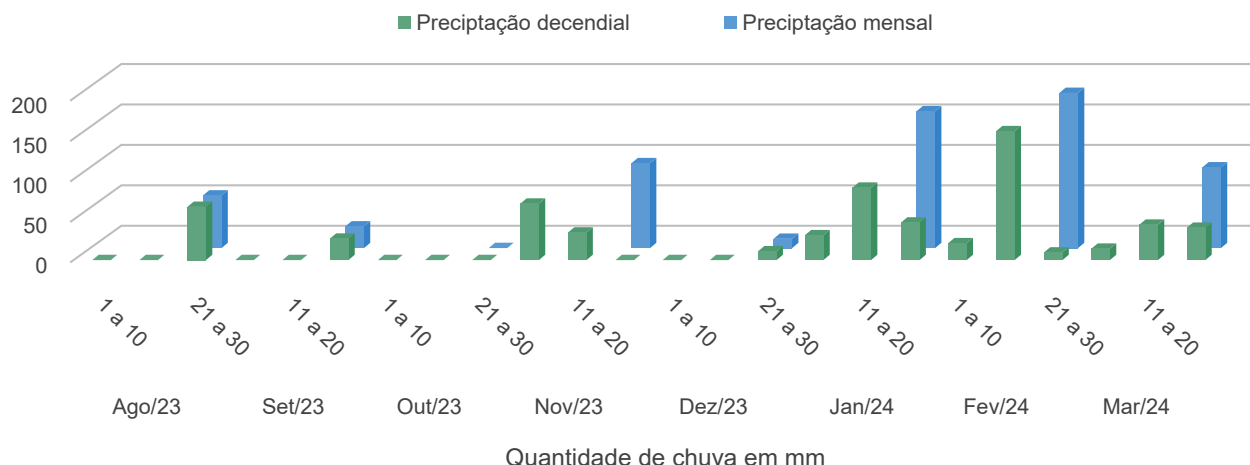


Figura 1. Precipitação decenal e mensal no período avaliado (agosto de 2023 a março de 2024) registrada na Fazenda Lagoa dos Currais, Cordisburgo, MG.

Em 2017, uma área de 44 hectares, utilizada como pastagem por mais de 20 anos e apresentando alto grau de degradação, foi dividida em quatro piquetes de aproximadamente 11 hectares, onde foram implantados sistemas de ILPF com níveis crescentes de investimento tecnológico (NIT) na melhoria do solo e em sistemas de produção mais intensivos. Os sistemas ILPF são composto por renques de eucalipto implantados no espaçamento 20 x 4 m, e nos NIT 1 e 2 foi realizada a renovação direta das pastagens com *Urochloa brizanta* cultivar Marandu nas faixas entre os renques, com a aplicação somente de calcário, gesso, fosfato e nitrogênio em baixas doses. Nos NIT 3 e 4 aumentaram-se as doses desses insumos, além de se acrescentar potássio e micronutrientes, até alcançar condições que viabilizassem maior intensificação do sistema com a renovação indireta das pastagens com a utilização de sorgo forrageiro em consorciado ao capim Marandu. A partir da safra 2017/2018, as faixas entre os renques permaneceram formadas com pastagens de *Urochloa brizanta* cultivar Marandu e foram manejadas de acordo com a disponibilidade de forragem, recebendo adubações complementares nas safras seguintes, de forma a manterem os contrastes entre os NITs (Tabela 2).

Em outubro de 2023, foi realizado um pastejo de homogeneização nas pastagens dos quatro NIT, e os piquetes foram vedados até o dia 8 de fevereiro de 2024, momento em que foram realizadas a avaliação das pastagens. Em cada um dos piquetes foram coletadas quatro faixas entre os renques de eucalipto, previamente georreferenciadas por GPS, de foram retiradas cinco amostras, totalizando 20 amostras por nível de investimento (NI). As amostragens das pastagens foram efetuadas com o auxílio de quadro metálico com área de 1 m² com corte por cutelo a 15 parcela amostrada. Em cada uma das faixas amostradas foram coletadas duas amostras de forragem simulando o pastejo animal, totalizando oito amostras por nível de investimento (NIT).

Após colhidas, as amostras foram pesadas e colocadas em estufa com ventilação forçada durante 72 horas a 55 °C para determinação de teor de massa seca (MS) da forragem. Após a secagem, as amostras de forragem e da simulação de pastejo foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de 30 mesh e analisadas quanto aos teores e proteína bruta (PB), digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina cm de altura do solo, sendo também avaliada a altura média da pastagem em cada e matéria mineral (MM) via NIRs com modelos previamente calibrados.

Tabela 2. Quantidades totais de corretivos e nutrientes aplicadas conforme o nível de investimento tecnológico (NIT) em sistema ILPF, no período de setembro de 2017 a fevereiro de 2024 (78 meses), na URT Lagoa dos Currais, Cordisburgo, MG.

Corretivos e nutrientes	NIT 1	NIT 2	NIT 3	NIT 4
	Marandu/ eucalipto	Marandu/ eucalipto	Sorgo/Mar./euc.	Sorgo/Mar./euc.
	Padrão regional	Sistema melhorado	Sistema intensificado	Produção potencial
Calcário dolomítico PRNT 95% (t/ha)	2,3	3,1	3,8	5
Gesso agrícola (t/ha)	1,9	1,9	1,9	2,8
Nitrogênio (kg/ha de N)	99	298,5	480,5	612,3
Fósforo (kg/ha de P ₂ O ₅)	49	103,5	169,5	248,3
Potássio (kg/ha de K ₂ O)	9	18,5	76,5	155,3
Micronutrientes (kg/ha de FTE BR12)	50	50	50	101
Nitrogênio (kg/ha de N)	50	298,5	480,5	612,3
Fósforo (kg/ha de P ₂ O ₅)	49	103,5	169,5	248,3
Potássio (kg/ha de K ₂ O)	9	18,5	76,5	155,3
Micronutrientes (kg/ha de FTE BR12)	50	50	50	101

Os dados de produção e de qualidade da forragem foram submetidos a Anova considerando um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 20 repetições para a disponibilidade de forragem e oito repetições para as simulações de pastejo, com as médias submetidas ao teste de Tukey, considerando o nível de 5% de significância, utilizando o R 4.3.3 (R Core Team, 2024).

Resultados e discussão

A análise de variância indicou efeito significativo dos níveis de investimento tecnológicos sobre todas as variáveis avaliadas, exceto para o teor de lignina na forragem de simulação de pastejo.

Em relação à produção de matéria seca de forragem (PMS) e altura do dossel, observou-se uma resposta crescente em função do acréscimo do NIT, com o NIT 4 apresentando maiores altura do dossel e PMS e o NIT 1 apresentando os menores valores, enquanto os NIT 2 e 3 foram similares (Tabela 3). Assim, o maior aporte de nutrientes nas pastagens no período pós-implantação dos sistemas refletiu em um incremento de 149% na produção de forragem do NIT 4 em relação ao NIT 1 e de 50% em relação aos níveis intermediários.

Em relação às características bromatológicas das forragens disponíveis nos piquetes, verificou-se uma melhoria na qualidade da forragem com o aumento das adubações associadas aos níveis de investimento avaliados, com os teores de PB, DIVMS e MM maiores no NIT4, bem como menores teores de FDN, FDA e lignina (Tabela 4).

As respostas de aumento e produtividade e de melhoria da qualidade da forragem em função do aumento de aporte de nutrientes nas pastagens estão em acordo com o relatado na literatura de Lavres Júnior e Monteiro (2006), Costa et al. (2009), Gontijo Neto et al. (2023). Cabe destacar o acréscimo nos teores de MM observados com o aumento dos NITs, indicando um possível “consumo de luxo” de nutrientes do solo pela forrageira.

Tabela 3. Altura média do dossel, teor de matéria seca (MS) e produtividade de matéria seca de forragem (PMS) das pastagens dos sistemas ILPF com diferentes níveis de investimento tecnológico (NI). Fazenda Lagoa dos Currais, Cordisburgo, MG.

NI	Altura (cm)	MS (%)	PMS (kg ha ⁻¹)
1	48,00 b*	24,08 b	407,20 c
2	49,00 b	25,50 a	678,20 b
3	53,00 b	22,50 c	673,30 b
4	60,43 a	20,90 d	1.015,60 a

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Características bromatológicas da forragem disponível nas pastagens dos sistemas ILPF com diferentes níveis de investimento tecnológico (NI). Fazenda Lagoa dos Currais, Cordisburgo, MG.

NI	PB (%)	DIVMS (%)	FDN (%)	FDA (%)	Lignina (%)	MM (%)
1	12,01 b**	55,08 b	67,44 a	34,02 a	3,05 a	3,30 c
2	12,00 b	56,00 b	66,46 ab	32,34 b	3,01 a	4,47 b
3	14,02 a	60,20 a	64,70 c	30,37 c	2,26 b	5,81 a
4	13,60 a	61,10 a	65,79 bc	31,20 bc	2,32 b	6,31 a

* PB: Proteína bruta. DIVMS: Digestibilidade in vitro da matéria seca. FDN: Fibra em detergente neutro. FDA: Fibra em detergente ácido. MM: Matéria mineral. **Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conforme esperado, a coleta seletiva de forragem realizada com a simulação de pastejo refletiu em menores variações entre os teores das variáveis bromatológicas avaliadas em função dos NITs (Tabela 5), indicando que, com o manejo do pastejo adequado, respeitando-se a capacidade de suporte das pastagens, é possível obter níveis de desempenho animal próximos nas pastagens avaliadas.

Os resultados da simulação de pastejo (Tabela 5) confirmam que os NITs 3 e 4 têm melhor desempenho em comparação aos demais, com o NIT 4 se destacando na produção de forragem e na qualidade dos nutrientes.

Tabela 5. Características bromatológicas da forragem da simulação de pastejo nos sistemas ILPF com diferentes níveis de investimento tecnológico (NI). Fazenda Lagoa dos Currais, Cordisburgo, MG.

NI	PB (%)	DIVMS (%)	FDN (%)	FDA (%)	Lignina (%)
1	13,40 b	62,69 b	65,93 a	29,57 a	1,78
2	13,62 ab	62,71 b	63,98 b	27,93 b	1,82
3	14,68 a	65,20 a	64,71 ab	28,59 ab	1,64
4	14,67 a	65,76 a	65,14 ab	29,43 ab	1,75

* PB: Proteína bruta. DIVMS: Digestibilidade in vitro da matéria seca. FDN: Fibra em detergente neutro. FDA: Fibra em detergente ácido. MM: Matéria mineral. **Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conclusão

O aumento do nível de investimento tecnológico, com maiores aportes de corretivos e fertilizantes nas pastagens, resultou em benefícios significativos na produtividade e na qualidade da forragem produzida nos sistemas ILPF avaliados.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos proprietários da Fazenda Lagoa dos Currais, pelo suporte nas condução do ensaio; à Associação Rede ILPF e à Fundação Agrisus, pelo apoio financeiro; ao CNPq, pela concessão da bolsa PIBIC; e à Embrapa Milho e Sorgo, pelo suporte operacional e financeiro à execução do projeto.

Referências

ANDRADE, C. M. S. de; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O. G.; SOUZA, A. L. de. Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1845-1850, 2003. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1516-35982003000800006>.

COSTA, K. A. de P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. de; SEVERIANO, E. da C.; OLIVEIRA, M. A. de. Doses e fontes de nitrogênio na nutrição mineral do capim-marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 115-123, 2009. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/3127>. Acesso em: 5 jun. 2024.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 402). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/986147/1/DOC402.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2024.

GONTIJO NETO, M. M.; TEIXEIRA, M. F. F.; RESENDE, A. V. de; SILVEIRA, M. C. T. da; COSTA, T. C. e C. da; CAMPANHA, M. M. **Produtividade de forragem da pastagem de *Urochloa brizantha* cv Piatã em sistema silvipastoril em resposta a doses crescentes de nitrogênio**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2023. 20 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 256). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1159409/1/Produtividade-de-forragem-da-pastagem-de-Urochloa-brizantha-cv-Piata-em-sistema-silvipastoril.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2024.

LAVRES JÚNIOR, J.; MONTEIRO, F. A. Diagnose nutricional de nitrogênio no capim-aruaana em condições controladas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 5, p. 829-837, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832006000500009>.

NAÇÕES UNIDAS. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 2: fome zero e agricultura sustentável**: erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/2>. Acesso em: 13 maio 2024.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024. Disponível em: <https://www.R-project.org>. Acesso em: 6 jun. 2024.