



CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

USO DE INOCULANTE REDUZ AS PERDAS FERMENTATIVAS DE SILAGEM DE FORRAGEIRAS TROPICAIS

Fernando Matias Oliveira Almeida

Rio Verde, GO

Fevereiro, 2025

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS RIO VERDE.
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**USO DE INOCULANTE REDUZ AS PERDAS
FERMENTATIVAS DE SILAGEM DE FORRAGEIRAS
TROPICAIS**

Fernando Matias Oliveira Almeida

Trabalho de Curso Apresentado ao
Instituto Federal Goiano – Campus Rio
Verde, como requisito parcial para a
obtenção do Grau de Bacharelado em
Agronomia.

Orientadora Prof^a. Dr^a. Kátia Aparecida de Pinho Costa

Rio Verde – GO
Fevereiro, 2025

FERNANDO MATIAS OLIVEIRA ALMEIDA

USO DE INOCULANTE REDUZ AS PERDAS FERMENTATIVAS DE SILAGEM DE FORRAGEIRAS TROPICAIS

Trabalho de Curso DEFENDIDO e APROVADO em 20 de fevereiro de 2025, pela
Banca Examinadora constituída pelos membros:

Prof. Dr. Eduardo da Costa Severiano
Instituto Federal Goiano
Campus Rio Verde - GO

Dr^a. Luciana Maria da Silva
Instituto Federal Goiano
Campus Rio Verde – GO

Prof. Bruno de Souza Marques
Universidade de Rio Verde
Rio Verde – GO

Prof^a. Dr^a. Kátia Aparecida de Pinho Costa
Orientadora
Instituto Federal Goiano
Campus Rio Verde - GO

Rio Verde – GO

Fevereiro, 2025

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

A447u Almeida, Fernando Matias Oliveira
Uso de inoculante reduz as perdas fermentativas de silagem de
forrageiras tropicais / Fernando Matias Oliveira Almeida. Rio
Verde, 2025.

28f. il.

Orientadora: Prof^a. Dra. Katia Aparecida de Pinho Costa.
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0220024 -
Bacharelado em Agronomia - Integral - Rio Verde (Campus Rio
Verde).

1. Consórcio. 2. *Panicum maximum* cv. BRS Tamani. 3.
Stylosanthes guianensis cv. BRS Bela. 4. *Enterococcus faecium*.
5. *Lactobacillus buchneri*. I. Título.

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 checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Fernando Matias Oliveira Almeida

Matrícula:

2021102200240245

Título do trabalho:

Uso de inoculantes reduz as perdas fermentativas de silagem de forrageiras tropicais

RESTRICÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 10/07/2025

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

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

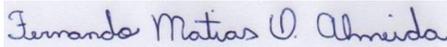
DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

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 inclusos 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.

Rio Verde - GO
Local

24/02/2024
Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Documento assinado digitalmente

gov.br

KATIA APARECIDA DE PINHO COSTA

Data: 24/02/2025 17:04:57-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ciente e de acordo:

Assinatura do orientador

ANEXO V - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos 20 de fevereiro de 2025, às 09:30 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pela Profa. Kátia Aparecida de Pinho Costa (orientadora), Prof. Dr. Eduardo da Costa Severiano (IF Goiano - Campus Rio Verde); Pesquisadora Luciana Maria da Silva (IF Goiano - Campus Rio Verde) e Prof. Bruno de Souza Marques, para examinar o Trabalho de Curso intitulado “Uso de inoculante reduz as perdas fermentativas de silagem de forrageiras tropicais” do estudante Fernando Matias Oliveira Almeida, Matrícula nº 2021102200240245 do Curso de Agronomia do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela **APROVAÇÃO** do estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Kátia Aparecida de Pinho Costa

Orientadora

(Assinado Eletronicamente)

Eduardo da Costa Severiano

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Luciana Maria da Silva

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Bruno de Souza Marques

Membro

Documento assinado eletronicamente por:

- **Katia Aparecida de Pinho Costa**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 21/02/2025 19:40:00.
- **Bruno de Souza Marques**, 2023102310240004 - Discente, em 21/02/2025 19:45:04.
- **Pablo da Costa Gontijo**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 21/02/2025 20:46:33.
- **Luciana Maria da Silva**, 2024202343660001 - Discente, em 21/02/2025 21:22:02.
- **Eduardo da Costa Severiano**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 24/02/2025 14:02:20.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 21/02/2025. 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: 679380

Código de Autenticação: e805aa3972



AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente, por ter me guiado e me ajudado durante essa fase da minha vida, com fé, disciplina e perseverança.

À minha família, mas principalmente meus pais Robisson e Lucieny que estiveram comigo durante essa caminhada, e a cada passo que eu dava tinha mais apoio.

Agradeço também a professora Dr^a. Katia Aparecida de Pinho Costa, por ter me orientado com esse trabalho.

Aos professores que compartilharam os conhecimentos durante esse processo.

A minha namorada que esteve presente comigo durante toda minha faculdade, e quem ajudou em diversos momentos, e me deu forças para continuar.

A equipe do Laboratório de Forragicultura e Pastagens pela ajuda na condução da pesquisa.

Muito obrigado, a todos!

LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Al	Alumínio
Al+H	Alumínio + Hidrognio
B	Boro
Ca	Cálcio
CTC	Capacidade de troca de cátions
cm	Centímetro
cm/dm ³	Centimol por decmetro cúbico
Cacl ₂	Cloreto de cálcio
Cu	Cobre
EPM	Erro padrão da média
S	Enxofre
Fe	Ferro
P	Fósforo
g	Gramas
g/dm ³	Gramas por decmetro cúbico
g/kg	Gramas por quilograma
g/kg MS	Gramas por quilograma de matéria seca
°C	Grau Celsius
Mn	Manganês
M.O	Matéria Orgânica
MS	Matéria Seca
MV	Massa Verde
m	Metros
mg	miligrama
mg/dm ³	miligramas por decilitro cúbico
mm	Milímetro
N	Nitrogênio
N-NH ₃	Nitrogênio amoniacal
N-NH ₃ /NT	Nitrogênio amoniacal no nitrogênio total

K ₂ O	Óxido de potássio
P ₂ O ₅	Pentóxido de fósforo
%	Porcentagem
K	Potássio
pH	Potencial hidrogeniônico
PB	Proteína Bruta
kg	Quilograma
kg/ha	Quilograma por hectare
kg/t MV	Quilo por tonelada de massa verde
Zn	Zinco

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Sistemas forrageiros: Capim-tamani (a); <i>Stylosanthes</i> cv. Bela (b); e capim-tamani consorciado com <i>Stylosanthes</i> cv. Bela (c)	13
Figura 2. Interação de sistemas forrageiros e formas de ensilar (com e sem inoculante) para pH, ácido acético, ácido butírico e ácidos totais das diferentes silagens	18

LISTA DE TABELA

	Páginas
Tabela 1. Proporção de material ensilado do sorgo consorciado, capim-tamani e estilosante Bela	15
Tabela 2. N-NH ₃ , Amônia N-NH ₃ capacidade tampão, perdas totais de MS, produção de efluentes, ácido láctico e ácido propiônico da silagem de capim-tamani, estilosante Bela em monocultivo e consorciado.....	16
Tabela 3. N-NH ₃ , Amônia-NNH ₃ , capacidade tampão, perdas totais de MS e produção de efluentes, ácido láctico e ácido propiônico da silagem com e sem inoculante, independente dos sistemas de forrageiros.....	16

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO.....	9
1 INTRODUÇÃO	10
2 MATERIAIS E MÉTODOS	12
3 RESULTADOS.....	14
4 DISCUSSÃO	18
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

Almeida, Fernando Matias Oliveira. **Uso de inoculante reduz as perdas fermentativas de silagem de forrageiras tropicais.** 2025. 27p Monografia (Curso Bacharelado de Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2025.

RESUMO: A silagem de forrageiras tropicais é uma alternativa promissora para assegurar alimento de qualidade durante os períodos de baixa produção de forragem. Incorporar uma leguminosa no sistema impacta positivamente a produção e a qualidade da silagem. Além disso, a inclusão de inoculantes microbianos torna-se indispensável para mitigar características indesejáveis de silagem de forrageiras tropicais que pode comprometer a qualidade do material ensilado. Desta forma, objetivou-se avaliar o impacto do inoculante no perfil fermentativo da silagem de capim-tamani e estilosantes Bela em monocultivo e consorciados. O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Goiás, em um delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 3 x 2, sendo três sistemas forrageiros (capim-tamani; estilosantes Bela e capim-tamani consorciado com estilosantes Bela) e duas formas de ensilar (com e sem inoculante), totalizando 24 silos experimentais. Para a ensilagem, o material foi colhido no ciclo de desenvolvimento de 28 dias das forrageiras. Após 50 dias de fermentação, os silos foram abertos para avaliação das características fermentativas das silagens. Os resultados mostraram que a produção de silagem das forrageiras sem inoculante apresentaram características fermentativas inadequadas, prejudicando a preservação do valor nutricional. Adição de inoculante na ensilagem melhora o processo fermentativo da silagem, assegurando adequada preservação da qualidade nutricional. O consórcio do capim-tamani com estilosantes Bela proporciona aumento da produção de MS por unidade de área, em relação a silagem de forrageiras tropicais em monocultivo. Portanto silagens de consórcio de capim-tamani e estilosantes Bela com adição de inoculante podem ser recomendados, sendo uma prática produtiva e sustentável, para reduzir os custos com suplementação proteica e minerais.

Palavras-chave: Consórcio, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactococcus lactis*, *Panicum maximum* cv. BRS Tamani, *Pediococcus adidilactici*, *Stylosanthes guianensis* cv. BRS Bela

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade, os sistemas de produção animal desempenham papel fundamental no fornecimento de alimentos proteicos, visto que a demanda por proteína animal cresce em ritmo acelerado, em função do aumento populacional mundial (Batista e Campos, 2024). Tornar esse sistema de produção eficiente e sustentável para que protejam a saúde e a resiliência dos ecossistemas, bem como o bem-estar animal e atenda as exigências alimentares da sociedade, estão entre as questões prementes para o futuro do sistema de produção animal (Del Campo et al., 2025). Nesse contexto, é importante identificar as possibilidades para aumentar a eficiência da alimentação dos ruminantes e reduzir os impactos ambientais (Moorby e Fraser, 2021).

Notavelmente as pastagens, em regiões tropicais e subtropicais, são a principal fonte de alimentação dos ruminantes, no entanto, apresentam sazonalidade na produção ao longo do ano, além de apresentar algum grau de degradação, comprometendo a produção animal (Silveira et al., 2024). Diante disso, estudos recentes têm demonstrado que pastagens consorciadas com leguminosas melhoram os serviços ecossistêmicos (Boddey et al., 2020), contribuindo para aumentar a produção de massa de forragem, taxa de lotação (Pezzopne et al., 2024), valor nutritivo da dieta e desempenho dos animais (Homem et al., 2024) e consequente, redução das emissões de gases do efeito estufa (Furtado et al., 2023). Neste contexto, a confecção de silagens a partir das pastagens consorciadas é reconhecido como estratégia para aumentar a massa ensilada, aprimorar a qualidade nutricional do alimento (Schultze-Kraft et al., 2018; Silveira et al., 2024) e trazer melhorias para a qualidade do solo, através da fixação biológica de nitrogênio (Epifanio et al., 2019a).

Entre as forrageiras, o capim-tamani (*Panicum maximum* BRS Tamani) têm ganhado destaque, pois apresenta potencial para ser explorado para animais, na forma de pastagem, devido ao seu teor de proteína bruta considerável e adequada digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Braga et al., 2019; Dias et al., 2022) e como recurso forrageiro conservado na forma de silagem ou feno (Galeano et al., 2022; Silva et al., 2024).

Dentre as leguminosas, o estilósante Bela (*Stylosanthes guianensis* cv. BRS Bela) também apresenta potencial para ser explorado na alimentação animal, devido ao seu alto teor de proteína bruta (em média 278 g kg⁻¹ na matéria seca (MS) nas folhas e 200 g kg⁻¹ MS nos caules), sugerindo que o uso dessa espécie pode ajudar a superar o baixo teor de proteína das pastagens tropicais (Assis et al., 2018). Além da capacidade de fixação biológica do nitrogênio (Silva et al., 2022), podendo ser utilizado tanto em pastagens

consorciadas (Braga et al., 2020) e como recurso forrageiro conservado, através da ensilagem (Prado et al., 2023).

Apesar das forrageiras tropicais estarem entre as principais fontes de forragem preservadas como silagem por produtores de gado em regiões tropicais (Ebro et al., 2024; Silveira et al., 2024), estas apresentam algumas restrições para a produção de silagem, como: alto teor de umidade, baixo conteúdo de carboidrato solúvel e elevado poder tampão, que comprometem o processo fermentativo da silagem (Bao et al., 2022). Além disso, ensilar plantas com alta umidade resulta em grande produção de efluentes, que transportam nutrientes altamente digestíveis, açúcares e ácidos orgânicos, reduzindo o valor nutritivo da silagem (Prado et al., 2023). Nesse contexto, a utilização de inoculantes microbianos têm sido empregadas para contornar o viés do alto teor de umidade e baixo teor de carboidratos solúveis, inibindo a atividade de enzimas vegetais e bactérias prejudiciais (Li et al., 2024; Ávila e Carvalho, 2020). Portanto, a utilização de inoculantes é essencial em silagens de forrageiras tropicais, para garantir processo fermentativo adequado (Guan et al., 2023), aprimoramento da qualidade nutricional, e consequentemente o desempenho animal (Bernardes et al., 2018).

Embora estudos anteriores tenham proposto pastagens consorciados de gramíneas e leguminosas como uma abordagem globalmente sustentável para melhorar a eficiência de uso da terra (Luo et al., 2024), o rendimento das culturas (Epifanio et al., 2019a), o desempenho dos animais (Fruet et al., 2019), e a mitigação de gases do efeito estufa (Kearney et al., 2023), a comunidade científica ainda carece de investigações sobre o uso de aditivos em pastagens consorciadas para melhorar a qualidade da fermentação do material ensilado.

Portanto, objetivou-se avaliar o impacto do inoculante no perfil fermentativo da silagem de *Panicum maximum* cultivar BRS Tamani e *Stylosanthes guianensis* cv. BRS Bela em monocultivo e consorciados. Hipotetizamos que: 1) O consórcio de capim-tamani e estilante Bela resultaria em melhor processo fermentativo da silagem, quando comparado com a silagem do capim-tamani e estilantes Bela em monocultivo. 2) A inclusão de inoculante microbiano na ensilagem resultaria em melhor processo fermentativo, quando comparado a silagem sem inoculante.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área e estabelecimento das culturas

O estudo foi conduzido em área experimental do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, localizado no município de Rio Verde, Goiás, Brasil (17° 48' 22'' S e 50° 54' 11'' W e 832m de altitude). Conforme a classificação de Köppen-Geiger, o clima da região é classificado como clima tropical (Aw) constando estação seca no inverno.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Acriférrico típico (Santos et al., 2018), 364; 83 e 553 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente. As características químicas foram as seguintes: pH em CaCl₂ de 5,8; cálcio (Ca): 2,75 cmol_c dm⁻³; magnésio (Mg): 1,83 cmol_c dm⁻³; alumínio (Al): 0,01 cmol_c dm⁻³; H + Al: 3,67 cmol_c dm⁻³; potássio (K): 0,57 cmol_c dm⁻³; capacidade de troca catiônica (CTC): 8,82 cmol_c dm⁻³; saturação por bases (V1): 58,4%; fósforo (P) (Mehlich): 5,8 mg dm⁻³; enxofre (S): 7,3 mg dm⁻³; cobre (Cu): 4,0 mg dm⁻³; zinco (Zn): 1,3 mg dm⁻³; ferro (Fe): 18,7 mg dm⁻³; e matéria orgânica (MO): 38,4 g dm⁻³.

A semeadura das culturas para avaliação de cortes sucessivos foi realizada, de forma manual, em novembro de 2022, sendo o capim tamani (*Panicum maximum* cv. BRS Tamani) e o estilante Bela (*Stylosanthes guianensis* cv. BRS Bela) semeados em monocultivo e consorciados. Para os monocultivos as culturas foram semeadas a 0,50 m, em seis linhas com 3 metros de comprimento. No consórcio as culturas foram semeadas a 0,25 m, sendo o capim-tamani semeado em 6 linhas e o estilante Bela em 5 linhas, ambas de 3 metros de comprimento. Todos os sistemas forrageiros foram semeados a 2 cm de profundidade.

No momento da semeadura foi aplicado no sulco de plantio 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, com uso das fontes de superfosfato simples. Foram utilizadas 3,5 e 5,0 kg de sementes puras e viáveis por hectare, para o capim-tamani e estilante Bela, com valor cultura de 70% e 48% respectivamente.

No capim-tamani em monocultivo foi aplicado 120 kg ha⁻¹ e 80 kg ha⁻¹ N e K₂O por ano, nas fontes de ureia e cloreto de potássio, respectivamente, parcelado em quatro aplicações, nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março de cada ano. Para o sistema consorciado, não foi aplicado adubação nitrogenada, visando o aproveitamento do nitrogênio através da fixação biológica pelo estilante Bela. Para o sistema consorciado e no sistema do estilante Bela em monocultivo foi realizado apenas adubação potássica na dose de 80 kg ha⁻¹ de K₂O ao ano.

De acordo com o desenvolvimento das culturas, foram realizados manejos de cortes sucessivos todo mês nas forrageiras para simular o pastejo a cada ciclo das culturas. Os cortes foram realizados quando as forrageiras apresentavam 100% de expansão foliar, com auxílio de roçadeira costal, a 20 cm do solo.

Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 3 x 2, sendo três sistemas forrageiros (capim-tamani; estilosantes Bela e capim-tamani consorciado com estilosantes Bela) (Figura 1) e duas formas de ensilar (com e sem inoculante), totalizando 24 silos experimentais.

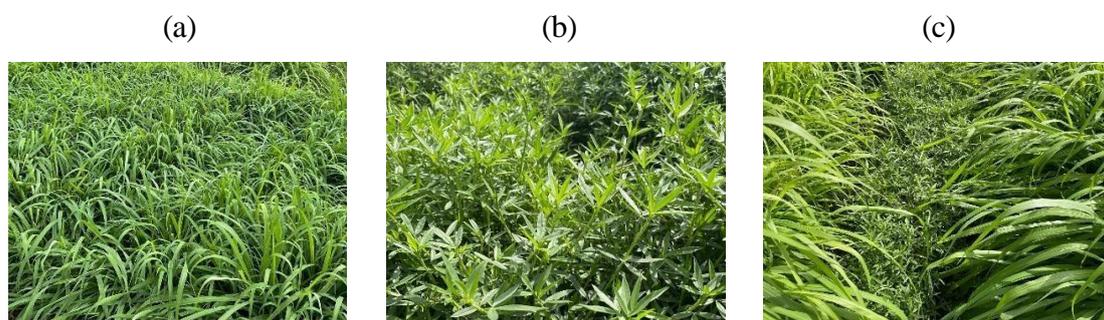


Figura 1. Sistemas forrageiros: Capim-tamani (a); *Stylosanthes* cv. Bela (b); e capim-tamani consorciado com *Stylosanthes* cv. Bela (c).

O material foi colhido para ensilagem em 15 de maio de 2024, 28 dias após o último corte, quando o capim-tamani e estilosante Bela apresentavam 237,4 e 277,5 g kg⁻¹ de matéria seca (MS), respectivamente. Foram coletadas as plantas a 20 cm do solo, utilizando roçadeira costal. Para avaliação da proporção do material ensilado, o material foi coletado, separado e pesado para determinar a proporção de capim-tamani e estilosante Bela. Em seguida parte do material foi colocado em estufa a 55°C até atingir massa constante, para posterior determinação do peso seco e conversão para kg ha⁻¹.

Para a confecção da silagem, o material foi triturado em triturador forrageiro, em partículas de aproximadamente 10 mm. Nos tratamentos com aplicação de inoculante, estes foram aplicados e homogeneizados. Nos tratamentos com inoculação microbiana estes receberam a proporção de 1g de inoculante para 250 kg de silagem do SWISSILAGEM PREMIUM com a composição: *Lactobacillus buchneri* (mín.) 5,10x10⁹ UFC/g de Inoculante; *Lactobacillus plantarum* (mín.) 2,84x10⁹ UFC/g de Inoculante; *Enterococcus faecium* (mín.) 3,49x10⁹ UFC/g de Inoculante; *Pediococcus acidilactici*

(mín.) $2,53 \times 10^9$ UFC/g de Inoculante; *Lactococcus lactis* (mín.) $3,55 \times 10^9$ UFC/g de Inoculante; Amilase (mín.) 0,300 U/g do inoculante; Celulase (mín.) 0,100 U/g do inoculante; Hemicelulase (mín.) 0,100 U/g do inoculante.

Em seguida, o material foi armazenado em silos experimentais de PVC, com 40 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro. O material foi compactado com pêndulo de ferro, fechado com tampa de PVC e lacrados com fita adesiva de forma a impossibilitar a entrada de ar. Sendo armazenados à temperatura ambiente e protegidos da chuva e luz solar.

Abertura dos silos e análises das características fermentativas das silagens

Após 50 dias de fermentação os silos foram abertos, descartando-se a porção superior e a inferior de cada um. A porção central do silo foi homogeneizada e colocada em bandejas de plástico para determinar os parâmetros fermentativos: pH, capacidade tampão, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e amônia N-NH₃, seguindo o método descrito por (Bolsen et al., 1992).

As análises de pH e capacidade tampão foram realizadas no momento da abertura dos silos, evitando alterações nos valores esperados devido ao calor e umidade. Já para a determinação do nitrogênio amoniacal, a silagem foi congelada a fim de inativar a atividade das bactérias anaeróbicas, evitando desta forma, a volatilização do nitrogênio, e posteriormente as amostras foram descongeladas para extração do suco (Bolsen et al., 1992). Para as perdas totais de matéria seca e a produção de efluentes as determinações foram realizadas conforme metodologia proposta por Jobim et al. (2007). Os ácidos orgânicos foram determinados em cromatógrafo líquido Shimadzu, SPD-10A VP (HPLC), acoplado a detector ultravioleta (UV), no comprimento de onda de 210 nm, conforme Kung Jr. e Shaver (2001).

Análise estatística

As variáveis foram submetidas à análise de variância, através do programa R versão R-3.1.1 (2014), utilizando-se do pacote ExpDes (Ferreira et al., 2014). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS

Os sistemas de cultivo influenciaram ($p < 0,05$) na produção de massa seca para ensilagem das culturas (Tabela 1). A maior produção foi obtida em sistemas consorciados,

com aumento médio de 49,9% em relação ao estiloso Bela, e de 7,05% em relação ao capim-tamani.

Tabela 1. Produção de matéria seca (MS) e proporção de material ensilado do capim-tamani, estiloso Bela em monocultivo e consorciado.

Sistema forrageiro	Produção de MS (kg ha⁻¹)	Proporção de material ensilado (%)	
		Tamani	Bela
Capim-tamani	3191,6 b	100	0
Estiloso Bela	2282,5 c	0	100
Tamani + Bela	3416,8 a	58,3	41,7
Erro padrão média	28,06		

Médias na coluna seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

As características fermentativas N-NH₃, capacidade tampão, perdas totais de MS, produção de efluentes, ácido láctico e ácido propiônico foram influenciadas pelos diferentes sistemas forrageiros (Tabela 2) e formas de ensilar (Tabela 3) de forma isolada. Avaliando os sistemas forrageiros foi possível observar que os maiores valores para N-NH₃, capacidade tampão e perdas totais de MS foram obtidos na silagem de estiloso Bela (Tabela 3).

Tabela 2. N-NH₃, Amônia N-NH₃ capacidade tampão, perdas totais de MS, produção de efluentes, ácido láctico e ácido propiônico da silagem de capim-tamani, estiloso Bela em monocultivo e consorciado.

Composição	Sistemas Forrageiros			Erro padrão média
	Capim-tamani	Estilosantes Bela	Tamani + Bela	
N-NH ₃ (g kg ⁻¹ N)	44,12 c	52,62 a	47,75 b	0,745
Amônia N-NH ₃ (g kg ⁻¹ MS)	23,33 a	12,05 b	25,78 a	1,04
Capacidade tampão (eq mg g ⁻¹ MS)	40,37 c	49,87 a	45,87 b	0,744
Perdas totais de MS (g kg ⁻¹ MS)	17,87 c	22,50 a	19,75 b	0,463
Produção de efluentes (kg t ⁻¹ MV)	14,25 a	15,62 a	14,37 a	0,478
Ácido láctico (g kg ⁻¹ MS)	27,41 a	26,90 a	27,70 a	0,577
Ácido propiônico (g kg ⁻¹ MS)	2,27 a	2,28 a	2,33 a	0,082

Médias na linha seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Ao avaliar as diferentes formas de ensilar, independente do sistema forrageiro, foi possível observar que as silagens sem inoculante apresentaram os maiores valores de N-NH₃, capacidade tampão, perdas totais de MS, produção de efluentes e ácido propiônico. Já a silagem com inoculante, independente do sistema forrageiro, demonstrou aumentar o ácido láctico em 37,48% em relação a silagem sem inoculação (Tabela 3).

Tabela 3. N-NH₃, Amônia-NNH₃, capacidade tampão, perdas totais de MS e produção de efluentes, ácido láctico e ácido propiônico da silagem com e sem inoculante, independente dos sistemas de forrageiros.

Composição	Formas de ensilar		Erro padrão média
	Com inoculante	Sem inoculante	
N-NH ₃ (g kg ⁻¹ N)	39,83 b	56,50 a	0,608
Amônia-NNH ₃ (g kg ⁻¹)	21,07 a	19,70 a	0,849
Capacidade tampão (eq mg g ⁻¹ MS)	35,00 b	55,75 a	0,607
Perdas totais de MS (g kg ⁻¹ MS)	15,75 b	24,33 a	0,378
Produção de efluentes (kg t ⁻¹ MV)	14,41 b	17,08 a	0,390
Ácido láctico (g kg ⁻¹ MS)	33,64 a	21,03 b	0,471
Ácido propiônico (g kg ⁻¹ MS)	2,05 b	2,54 a	0,067

Médias na linha seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

N: nitrogênio, MS: matéria seca, MV: massa verde.

Para o pH, ácido acético, ácido butírico e ácidos totais foi possível observar interação dos sistemas forrageiros e formas de ensilar (com e sem inoculante), conforme mostrado Figura 2. A silagem de estilosante Bela e Tamani + Bela apresentaram os maiores valores de pH, com aumento de 7,73% em relação a silagem de capim-tamani sem inoculação. Quando avalia as formas de ensilar, dentro de cada sistema forrageiro, foi possível observar redução no pH de 8,12%, 13,62% e 9,45% nas silagens do capim-tamani, estilosante Bela, e consórcio do capim-tamani + Bela, respectivamente, quando os materiais foram inoculados (Figura 2a).

O maior valor de ácido acético, nos diferentes sistemas forrageiros foi observado para o capim-tamani. Já para as formas de ensilar dentro de cada sistema forrageiro foi verificado que a silagem de capim-tamani sem inoculante aumentou em 16,04% a

produção de ácido acético. Por outro lado, a silagem de estilosante Bela com inoculante proporcionou aumento de 9,21% na produção de ácido acético em relação a silagem de estilosantes Bela sem inoculante (Figura 2b).

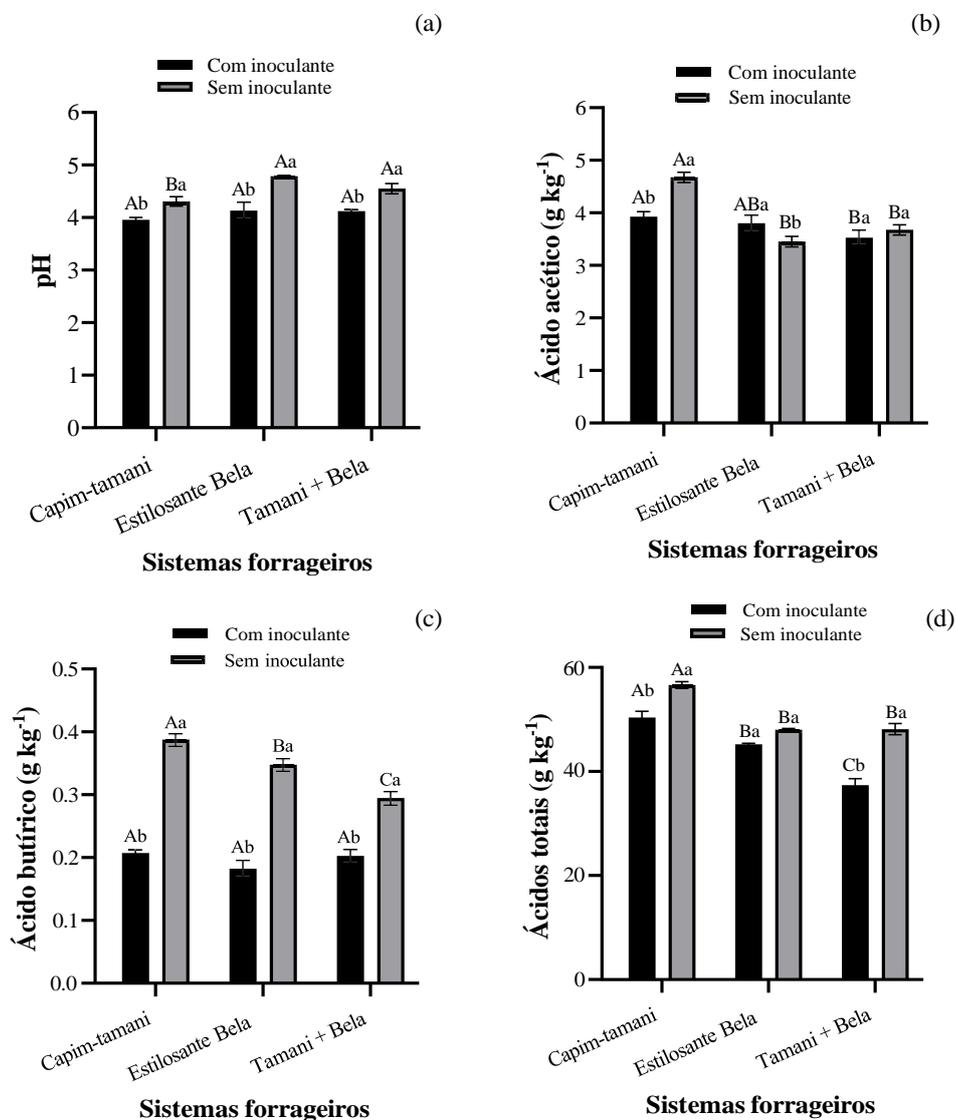


Figura 2. Interação de sistemas forrageiros e formas de ensilar (com e sem inoculante) para pH, ácido acético, ácido butírico e ácidos totais das diferentes silagens.

Médias seguidas por letra maiúscula diferente, desdobramento dos sistemas forrageiros dentro de cada forma de ensilar (com e sem inoculante), diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); e minúscula diferentes, desdobramento das formas de ensilar em cada sistema forrageiro, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os diferentes sistemas forrageiros demonstraram diferença significativa para o ácido butírico, apenas para a silagem sem inoculante, com maior produção desse ácido para o capim-tamani, seguido do estilosante Bela. O sistema forrageiro de Tamani + Bela,

sem inoculação, demonstrou ser eficiente na redução de 19,72% da produção do ácido butírico em relação as silagens de forrageiras exclusivas. Avaliando cada sistema forrageiro, observou-se que as silagens sem adição de inoculantes aumentou a produção de ácido butírico em 46,45%, 47,48% e 31,35% para as silagens de capim-tamani, estilosante Bela, e consórcio do capim-tamani + Bela, respectivamente (Figura 2c).

O capim-tamani apresentou os maiores valores de ácidos totais, dentro dos diferentes sistemas forrageiros. Já para as formas de ensilar, a silagem de capim-tamani e consórcio do capim-tamani + Bela sem inoculante apresentou maior valor de ácidos totais (Figura 2d).

4 DISCUSSÃO

A produção de silagem a partir de forrageiras tropicais é uma prática vantajosa devido à alta produtividade de massa seca, principalmente no período das águas, à sua perenidade e flexibilidade na colheita, características que reduzem o risco de perdas durante o manejo e armazenamento (Herrera et al., 2023). Os sistemas consorciados proporcionam benefícios adicionais, incluindo o aumento do valor nutritivo e da produtividade de massa das silagens (Silva et al., 2024), destacando-se como alternativa estratégica em períodos de escassez de forragem, quando a disponibilidade de alimentos de qualidade é reduzida (Silveira et al., 2024).

Os sistemas consorciados mostraram maior eficiência na produção de massa ensilada em relação aos monocultivos do capim-tamani e estilosantes Bela, resultado do melhor aproveitamento dos recursos, como luz, nutrientes e água, característico do cultivo simultâneo de gramíneas e leguminosas (Oliveira et al., 2020; Silva et al., 2024). Esses sistemas também possibilitam a produção de volumoso de qualidade e baixo custo na entressafra, contribuindo para a sustentabilidade (Santos et al., 2020b; Prado et al., 2023). As leguminosas desempenham papel crucial nos ecossistemas de pastagens porque podem fixar o nitrogênio (N) da atmosfera, reduzindo a necessidade de fertilizantes, o que contribui com a redução de emissão de gases do efeito estufa (Braga et al., 2020; Prado et al., 2023). Esse processo aumenta a quantidade de ciclagem de nitrogênio no sistema, permitindo que as gramíneas que crescem junto com as leguminosas cresçam mais rapidamente e se tornem mais nutritivas para o gado (Caram et al., 2024).

Neste estudo, a utilização de inoculantes demonstrou impacto positivo ao melhorar o perfil fermentativo das silagens de gramíneas tropicais e leguminosas consorciadas, mitigando características indesejáveis e promovendo a conservação de

nutrientes. A integração de gramíneas tropicais, como o capim-tamani, com leguminosas consorciadas e o uso de inoculantes reforça a importância dessas práticas para assegurar reservas de forragem com alto valor nutritivo durante os períodos críticos de menor disponibilidade de alimentos.

Silagens produzidas a partir de leguminosas (Hawu et al., 2022) e forrageiras tropicais (Herrera et al., 2023) apresentam características indesejáveis para a ensilagem, como resistência ao abaixamento do pH devido ao alto poder tampão, baixo teor de carboidratos solúveis e teor de MS, em relação as culturas usualmente utilizadas para ensilagem, como o milho. Desta forma, durante o processo fermentativo ocorreu aumento de N-NH₃, conforme os resultados observados no presente estudo, indicando maior proteólise da silagem, acarretando na neutralização de ácidos orgânicos, desejáveis durante o processo fermentativo, o que compromete a qualidade final da alimento (Campana et al., 2024). Veriato et al. (2018) ressaltaram que níveis elevados de proteólise na silagem podem estar relacionados a menor eficiência de síntese de proteína microbiana, devido ao baixo consumo voluntário. Nesse contexto a produção de silagens com inoculantes podem ser consideradas alternativa promissora para contornar as perdas no processo fermentativo de silagens de leguminosas (Silva et al., 2020), e de forrageiras tropicais (Silveira et al., 2024).

Aumento das perdas de MS também foram observadas na silagem de estilozante Bela (Tabela 3), pois suas características indesejáveis, prolongam o processo fermentativo, acarretando em alto consumo de substratos fermentáveis (Castro-Montoya e Dickhoefer, 2020). Portanto, além do consórcio com gramíneas, a utilização de estratégias, como a aplicação de inoculantes no momento da ensilagem, podem ser benéficos, acelerando o processo de fermentação da silagem e levando ao aumento da produção de ácido lático (Piltz et al., 2022).

Vale ressaltar que, na atualidade a maioria dos inoculantes utilizados, assim como o utilizado para inocular os materiais do presente estudo, apresentam uma mistura de bactérias homoláticas (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici* e *Lactococcus lactis*) ou heteroláticas facultativas (*Enterococcus faecium*) com bactérias heteroláticas obrigatórias (*Lactobacillus buchneri*). Conforme demonstrado por Arriola et al. (2021) em uma méta-análise que reuniu artigos revisados por pares desde 1997 a 2020, essa mistura de bactérias é utilizada para prevenir pequenas perdas de MS e assegurar a estabilidade aeróbica do material ensilado. Pois bactérias com metabolismo heterofermentativo obrigatório produzem ácido lático, ácido acético e etanol, mas

associam-se a maior perda de MS devido a produção de H₂O e CO₂ (Carvalho et al., 2021). Resultados semelhantes foram observados por Oliveira et al. (2017) em que a utilização de inoculantes melhorou a qualidade de fermentação de silagens de leguminosas, gramíneas temperadas e tropicais através da rápida redução do pH, menor produção de amônia-N e ácido acético, além de aumentar a produção de ácido lático.

A adição do inoculante em todas as silagens dos sistemas forrageiros contribuiu efetivamente para a redução do pH (Figura 2a). Para uma silagem de boa qualidade a faixa adequada de pH é entre 3,7 e 4,2 (McDonald et al., 1991), indicando que as silagens de capim-tamani, estilosante Bela e Tamani + Bela com inoculantes apresentaram pH adequado. Gonda et al. (2023), observaram que a aplicação de inoculantes em silagens de forragens reduziu significativamente o pH para abaixo de 4,2.

A produção dos ácidos acético, butírico e propiônico das silagens dos diferentes sistemas forrageiros, com e sem inoculante, demonstraram não afetar a estabilidade aeróbica das silagens, pois apresentaram valores inferiores a 20; 5 e 1 g kg⁻¹ MS, respectivamente, valores estes, estabelecidos por Kung et al. (2018) como adequados para classificar a qualidade da silagem e garantir a preservação adequada do material ensilado. Portanto, conforme nossos resultados demonstram, a maior proporção dos ácidos totais foi influenciada pela produção do ácido lático.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Silagens de forrageiras tropicais apresentam características fermentativas inadequadas, prejudicando preservação do valor nutritivo. A adição de inoculante independente do sistema forrageiro melhora a fermentação da silagem reduzindo em 37,21% a capacidade tampão, 29,50% o N-NH₃, 35,26% as perdas totais de MS e 15,63 da produção de efluentes.

A silagem do consórcio de capim-tamani com estilosante Bela apresentou aumento da produção de MS por unidade de área, em relação a silagem de forrageiras tropicais em monocultivo. Portanto silagens de consórcio de capim-tamani e estilosantes Bela com adição de inoculante podem ser recomendados, sendo uma prática produtiva e sustentável, para reduzir os custos com suplementação proteica e minerais.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRIOLA, K. G.; OLIVEIRA, A. S.; JIANG, Y.; KIM, D.; SILVA, H. M.; KIM, S. C.; et al. Meta-analysis of effects of inoculation with *Lactobacillus buchneri*, with or without other bacteria, on silage fermentation, aerobic stability, and performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 104, n. 7, p. 7653-7670, 2021.

ASSIS, G. M.; BEBER, P. M.; MIQUELONI, D. P.; SIMEÃO, R. M. Identification of stylo lines with potential to compose mixed pastures with higher productivity. *Grass and Forage Science*, v. 73, n. 4, p. 897-906, 2018.

ÁVILA, C. L. S.; CARVALHO, B. F. Silage fermentation—updates focusing on the performance of micro-organisms. *Journal of Applied Microbiology*, v. 128, n. 4, p. 966-984, 2020.

BAO, J.; WANG, L.; YU, Z. Effects of different moisture levels and additives on the ensiling characteristics and *in vitro* digestibility of *Stylosanthes* silage. *Animals*, v. 12, n. 12, p. 1555, 2022.

BATISTA, K.; CAMPOS, F. P. Qualitative production of mixture silage within a sustainable concept. *Sustainability*, v. 16, n. 15, p. 6398, 2024.

BERNARDES, T. F.; DANIEL, J. L. P.; ADESOGAN, A. T.; MCALLISTER, T. A.; DROUIN, P.; NUSSIO, L. G.; et al. Silage review: unique challenges of silages made in hot and cold regions. *Journal of Dairy Science*, v. 101, n. 5, p. 4001-4019, 2018.

BRAGA, G. J.; MACIEL, G. A.; GUIMARÃES, R.; RAMOS, A. K.; CARVALHO, M. A.; FERNANDES, F. D.; FONSECA, C. E. L.; JANK, L. Performance of young Nellore bulls on guineagrass pastures under rotational stocking in the Brazilian Cerrado. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, v. 7, n. 3, p. 214-222, 2019.

BRAGA, G. J.; RAMOS, A. K. B.; CARVALHO, M. A.; FONSECA, C. E. L.; FERNANDES, F. D.; FERNANDES, C. D. Liveweight gain of beef cattle in *Brachiaria brizantha* pastures and mixtures with *Stylosanthes guianensis* in the Brazilian savannah. *Grass and Forage Science*, v. 75, n. 2, p. 206-215, 2020.

BODDEY, R. M.; CASAGRANDE, D. R.; HOMEM, B. G.; ALVES, B. J. Forage legumes in grass pastures in tropical Brazil and likely impacts on greenhouse gas emissions: a review. *Grass and Forage Science*, v. 75, n. 4, p. 357-371, 2020.

BOLSEN, K. K. et al. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 11, p. 3066-3083, 1992.

CAMPANA, M.; DE MORAIS, J. P. G.; GARCIA, T. M.; CAPUCHO, E.; NUNES, M.; OSÓRIO, J. A. C.; FACCO, F. B.; DEL VALLE, T. A. Fermentation profile and chemical composition of Mombasa grass silage treated with chitosan and microbial inoculant. *Animal Production Science*, v. 64, n. 9, p. AN23256, 2024.

CARAM, N.; SOLLENBERGER, L. E.; WALLAU, M. O.; DUBEUX JR, J. C.; DILORENZO, N. Optimum legume proportion for plant and animal production in a subtropical grassland. *Crop Science*, v. 65, n. 1, p. e21426, 2024.

CARVALHO, B. F.; SALES, G. F. C.; SCHWAN, R. F.; ÁVILA, C. L. S. Criteria for lactic acid bacteria screening to enhance silage quality. *Journal of Applied Microbiology*, v. 130, n. 2, p. 341-355, 2021.

CASTRO-MONTOYA, J. M.; DICKHOEFER, U. The nutritional value of tropical legume forages fed to ruminants as affected by their growth habit and fed form: a systematic review. *Animal Feed Science and Technology*, v. 269, p. 114641, 2020.

DEL CAMPO, M.; MONTOSI, F.; DE LIMA, J. M. S.; BRITO, G. Future cattle production: animal welfare as a critical component of sustainability and beef quality, a South American perspective. *Meat Science*, v. 219, p. 109672, 2025.

DIAS, M. B. C.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; BILEGO, U. O.; VILELA, L.; SOUZA, W. F.; OLIVEIRA, I. T.; SILVA, A. C. G. Cattle performance with *Brachiaria* and *Panicum maximum* forages in an integrated crop-livestock system. *African Journal of Range & Forage Science*, v. 39, n. 2, p. 230-243, 2022.

EBRO, A.; ARANGUIZ, A. A.; NEMERA, F.; BIJDEVAATE, L.; ADDIS, H.; DEMISE, H.; LEE, J. V. D. Inclusion levels of tree and herbaceous legumes on nutritive quality of grass silage: results from on-farm trials. *Agroforestry Systems*, v. 98, n. 1, p. 103-113, 2024.

EPIFANIO, P. S.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. D. C.; SIMON, G. A.; SILVA, V. R. Nitrogen nutrition and changes in the chemical attributes of the soil for cultivars of *Brachiaria brizantha* intercropped with *Stylosanthes* in different forage systems. *Archives of Agronomy and Soil Science*, v. 66, p. 1154-1169, 2019a.

EPIFANIO, P. S.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; SOUZA, W. F.; TEIXEIRA, D. A. A.; SILVA, J. T.; et al. Productive and nutritional characteristics of *Brachiaria brizantha* cultivars intercropped with *Stylosanthes* cv. Campo Grande in different forage systems. *Crop and Pasture Science*, v. 70, p. 718-729, 2019b.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: an R Package for ANOVA and experimental designs. *Applied Mathematics*, v. 5, p. 2952-2958, 2014.

FRUET, A. P. B.; STEFANELLO, F. S.; TROMBETTA, F.; SOUZA, A. N. M.; ROSADO JÚNIOR, A.; TONETTO, C. J.; et al. Growth performance and carcass traits of steers finished on three different systems including legume–grass pasture and grain diets. *Animal*, v. 13, n. 7, p. 1552-1562, 2019.

FURTADO, A. J.; ABDALLA FILHO, A. L.; BRUNO, J. F.; NETO, R. P.; LOBO, A. A. G.; SILVA, G. V.; et al. Pigeon pea intercropped with tropical pasture as a mitigation strategy for enteric methane emissions of Nellore steers. *Animals*, v. 13, n. 8, p. 1323, 2023.

GALEANO, E. S. J.; FERNANDES, T.; ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ALVES, J. P.; RETORE, M.; ORRICO, A. C. A.; MACHADO, L. A. Z.; VICENTE, E. F.; CECON, G. Tamani grass-legume intercropping can improve productivity and composition of fodder destined to haylage or hay. *Ciência Rural*, v. 52, p. e20210482, 2022.

GONDA, H.; NIKODINOSKA, I.; LE COCQ, K.; MORAN, C. A. Efficacy of six lactic acid bacteria strains as silage inoculants in forages with different dry matter and water-soluble carbohydrate content. *Grass and Forage Science*, v. 78, n. 4, p. 636-647, 2023.

GUAN, H.; LI, H.; GAN, L.; CHEN, S.; YAN, Y.; JIA, Z.; LIU, W.; WEI, X.; MA, X.; ZHOU, Q. The effects of native lactic acid bacteria on the microbiome, fermentation profile, and nutritive value of Napier grass silage prepared with different legume ratios. *Frontiers in Microbiology*, v. 13, p. 1112058, 2023.

HAWU, O.; RAVHUHALI, K. E.; MOKOBOKI, H. K.; LEBOPA, C. K.; SIPANGO, N. Sustainable use of legume residues: effect on nutritive value and ensiling characteristics of maize straw silage. *Sustainability*, v. 14, n. 11, p. 6743, 2022.

HERRERA, D. M.; PEIXOTO, W. M.; ABREU, J. G. D.; REIS, R. H. P. D.; SOUSA, F. G. D.; BALBINOT, E.; et al. Is the integration between corn and grass under different sowing modalities a viable alternative for silage? *Animals*, v. 13, n. 3, p. 425, 2023.

HOMEM, B. G. C.; BORGES, L. P. C.; DE LIMA, I. B. G.; GUIMARÃES, B. C.; SPASIANI, P. P.; FERREIRA, I. M.; et al. Forage peanut legume as a strategy for improving beef production without increasing livestock greenhouse gas emissions. *Animal*, v. 18, n. 5, p. 101158, 2024.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, p. 101-119, 2007.

KEARNEY, M.; O'RIORDAN, E. G.; BYRNE, N.; BREEN, J.; CROSSON, P. Mitigation of greenhouse gas emissions in pasture-based dairy-beef production systems. *Agricultural Systems*, v. 211, p. 103748, 2023.

KUNG JR., L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHMIDT, R. J. Silage review: interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, v. 101, p. 4020-4033, 2018.

KUNG JR., L.; SHAVER, R. Interpretation and use of silage fermentation analyses reports. *Focus on Forage*, v. 3, n. 13, p. 1-5, 2001.

LI, D.; REN, H.; ZHENG, L.; HOU, Y.; WANG, H. Effects of maize–lablab intercropping and lactic acid bacteria additives on forage yield, fermentation quality and profitability. *Fermentation*, v. 10, n. 9, p. 477, 2024.

LUO, C. L.; DUAN, H. X.; WANG, Y. L.; LIU, H. J.; XU, S. X. Complementarity and competitive trade-offs enhance forage productivity, nutritive balance, land and water use, and economics in legume-grass intercropping. *Field Crops Research*, v. 319, p. 109642, 2024.

MCDONALD, P. J.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. *The biochemistry of silage*. Edinburgh: Mallow Chalcombe Publications, 1991.

MOORBY, J. M.; FRASER, M. D. New feeds and new feeding systems in intensive and semi-intensive forage-fed ruminant livestock systems. *Animal*, v. 15, p. 100297, 2021.

OLIVEIRA, A. S.; WEINBERG, Z. G.; OGUNADE, I. M.; CERVANTES, A. A.; ARRIOLA, K. G.; JIANG, Y.; et al. Meta-analysis of effects of inoculation with homofermentative and facultative heterofermentative lactic acid bacteria on silage fermentation, aerobic stability, and the performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 100, n. 6, p. 4587-4603, 2017.

OLIVEIRA, S. S.; COSTA, K. A. P.; SOUZA, W. F.; SANTOS, C. B.; TEIXEIRA, D. A. A.; SILVA, V. C. Production and quality of the silage of sorghum intercropped with Paiaguas palisadegrass in different forage systems and at different maturity stages. *Animal Production Science*, v. 60, p. 694–704, 2020.

PEZZOPANE, J. R. M.; OLIVEIRA, P. P. A.; PEDROSO, A. F.; BONANI, W. L.; BOSI, C.; BRUNETTI, H. B.; et al. Intercropping of tropical grassland and pigeon pea: impact on microclimate, soil water, and forage production. *Rangeland Ecology & Management*, v. 95, p. 1-10, 2024.

PILTZ, J. W.; MEYER, R. G.; BRENNAN, M. A.; BOSCHMA, S. P. Fermentation quality of silages produced from wilted sown tropical perennial grass pastures with or without a bacterial inoculant. *Agronomy*, v. 12, n. 7, p. 1721, 2022.

PRADO, L. G.; COSTA, K. A. P.; SILVA, L. M.; COSTA, A. C.; SEVERIANO, E. C.; COSTA, J. V. C. P.; et al. Silages of sorghum, Tamani guinea grass, and Stylosanthes in an integrated system: production and quality. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, v. 7, p. 1208319, 2023.

R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2014.

SCHULTZE-KRAFT, R.; RAO, I. M.; PETERS, M.; CLEMENTS, R. J.; BAI, C.; LIU, G. Tropical forage legumes for environmental benefits: an overview. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, v. 6, n. 1, p. 1-14, 2018.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; et al. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5. ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 2018. 356 p.

SANTOS, C. B.; COSTA, K. A. P.; SOUZA, W. F.; SILVA, A. G.; SILVA, V. C.; OLIVEIRA, I. P.; et al. Intercropping of sorghum with Paiaguas palisadegrass in a crop-livestock integration system for pasture recovery. *Australian Journal of Crop Science*, v. 14, p. 1072–1080, 2020b.

SILVA, V. P.; PEREIRA, O. G.; LEANDRO, E. S.; PAULA, R. A.; AGARUSSI, M. C.; RIBEIRO, K. G. Selection of lactic acid bacteria from alfalfa silage and its effects as inoculant on silage fermentation. *Agriculture*, v. 10, n. 11, p. 518, 2020.

SILVA, L. M.; COSTA, K. A. P.; PRADO, L. G.; REZENDE, A. G.; SEVERIANO, E. C.; COSTA, J. V. C. P.; et al. Maize intercropped with *Panicum maximum* cultivars and Pigeon pea improves silage yield and quality. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, v. 8, p. 1416717, 2024.

SILVA, V. P.; PEREIRA, O. G.; DA SILVA, L. D.; AGARUSSI, M. C. N.; DE CAMPOS VALADARES FILHO, S.; RIBEIRO, K. G. *Stylosanthes* silage as an alternative to reduce the protein concentrate in diets for finishing beef cattle. *Livestock Science*, v. 258, p. 104873, 2022.

SILVEIRA, T. C.; RIBEIRO, K. G.; ROSEIRA, J. P. S.; ALVES, W. S.; COUTINHO, D. N.; DOS ANJOS, A. J.; PEREIRA, O. G. Strategic ensilage of signal grass pastures in two seasons in a tropical region. *Agronomy*, v. 14, n. 4, p. 822, 2024.

VERIATO, F. T.; PIRES, D. A. D. A.; TOLENTINO, D. C.; ALVES, D. D.; JAYME, D. G.; MOURA, M. M. A. Fermentation characteristics and nutritive values of sorghum silages. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 40, p. e34458, 2018.