



CURSO DE BACHARELADO DE ZOOTECNIA

**PERFIL FERMENTATIVO DA SILAGEM DE MILHO
COM CULTIVARES DE *Panicum* E FEIJÃO GUANDU
EM SISTEMA INTEGRADO**

Breno Furquim de Moraes

Rio Verde, GO

2024

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
CURSO DE BACHARELADO DE ZOOTECNIA**

**PERFIL FERMENTATIVO DA SILAGEM DE MILHO COM
CULTIVARES DE *Panicum* E FEIJÃO GUANDU EM SISTEMA
INTEGRADO**

BRENO FURQUIM DE MORAIS

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

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

Rio Verde – GO

Maio, 2024

BRENO FURQUIM DE MORAIS

**PERFIL FERMENTATIVO DA SILAGEM DE MILHO
COM CULTIVARES DE *PANICUM* E FEIJÃO
GUANDU EM SISTEMA INTEGRADO**

Trabalho de Curso DEFENDIDO e APROVADO em 13 de Maio de 2024, pela
Banca Examinadora constituída pelos membros:

Prof. Dr. Tiago Pereira Guimarães
Instituto Federal Goiano
Campus Rio Verde – GO

Ms. Luciana Maria da Silva
Instituto Federal Goiano
Campus Rio Verde – GO

Bruno de Souza Marques
Instituto Federal Goiano
Campus Rio Verde – GO

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

Rio Verde – GO
Maio, 2024

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

MB838p Morais, Breno
 PERFIL FERMENTATIVO DA SILAGEM DE MILHO COM
 CULTIVARES DE Panicum E FEIJÃO GUANDU EM SISTEMA
 INTEGRADO / Breno Morais; orientador Kátia
 Aparecida de Pinho Costa. -- Rio Verde, 2024.
 33 p.

 TCC (Graduação em Bacharelado em Zootecnia) --
 Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2024.

 1. Perfil fermentativo. 2. Sistema consorciado.
 3. Cultivares de Panicum. I. Aparecida de Pinho
 Costa, Kátia , orient. II. 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:

Breno Furquim de Moraes

Título do trabalho:

Matrícula:

2020102201840119

Perfil fermentativo da silagem de milho com cultivares de *Panicum* e feijão guandu em sistema integrado

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 10/06/2024

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

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

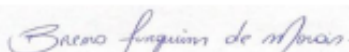
DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

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

03/06/2024
Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Documento assinado digitalmente
KATIA APARECIDA DE PINHO COSTA
Data: 03/06/2024 10:16:57-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Assinatura do orientador



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

Ata nº 52/2024 - DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos 13 de maio de 2024, às 09:00 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pela Profa. Kátia Aparecida de Pinho Costa (orientadora), Prof. Tiago Pereira Guimarães (membro), Doutoranda Luciana Maria da Silva (membro) e Mestrando Bruno de Souza Marques (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado "Perfil fermentativo da silagem de milho com cultivares de *Panicum* e feijão guandu em sistema integrado" do estudante Breno Furquim de Moraes, Matrícula nº 2020102201840119 do Curso de Zootecnia do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida a estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição da 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)

Tiago Pereira Guimarães

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Luciana Maria da Silva

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Bruno de Souza Marques

Membro

Documento assinado eletronicamente por:

- Bruno de Souza Marques, 2023102310240004 - Discente, em 10/06/2024 10:59:04.
- Tiago Pereira Guimaraes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 10/06/2024 10:45:27.
- Luciana Maria da Silva, 2020202320140044 - Discente, em 10/06/2024 10:41:18.
- Marco Antonio Pereira da Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 10/06/2024 10:40:15.
- Katia Aparecida de Pinho Costa, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 10/06/2024 10:34:12.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 10/06/2024. 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: 606348

Código de Autenticação: 70405a6fce



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Ve

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-1

(64) 3624-11

AGRADECIMENTOS

A Deus toda honra e toda glória! Pela vida, pelas bênçãos durante ela, e pela certeza de que tudo não será em vão.

A minha querida mãe, principal responsável por me permitir realizar o meu sonho de ser Zootecnista, onde sustentou todas suas forças para fazer com que seu filho se formasse.

A todos os meus familiares que me apoiaram e me deram forças e suporte durante a minha graduação.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, sobretudo ao Departamento de Zootecnia, que contribuíram na realização deste curso com exímia maestria.

Agradeço a professora e orientadora Kátia Costa pelos seus ensinamentos e pela paciência, pela oportunidade concedida a mim em fazer parte do Laboratório de Forragicultura e Pastagens, onde me senti muito feliz, e pela orientação durante a elaboração do meu TCC.

A equipe do Laboratório de Forragicultura e Pastagens pela ajuda na condução da pesquisa, em especial a Luciana e João Victor.

Aos meus amigos de faculdade, que me ajudaram durante esse processo me ajudando a suprir um pouco a saudade de casa.

Aos professores doutores Élis Aparecido Bento, Tiago Pereira Guimarães, Karen Martins Leão, Kátia Cylene Guimarães, Francisco Neto, Marco Antônio, pelo convívio sempre prazeroso, pelas oportunidades de estágio auxiliadas, pela amizade, pelas dicas e sugestões para meu desenvolvimento e pela disposição sempre simpática em ajudar no que fosse preciso.

A todos do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Caprinos e Ovinos (LAPECO), em especial à “Paullinha”, quem me convidou a integrar a equipe e ao professor Tiago, meu orientador durante passagem no LAPECO.

Por último, minhas reverências a todos os Zootecnistas e à pecuária brasileira, os quais assumem importante papel no desenvolvimento do nosso país.

Por fim, a todos que direta ou indiretamente de alguma forma contribuíram para o meu estudo e para minha formação.

A todos muito obrigado!

LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS

MS	Matéria seca
N	Nitrogênio
N-NH ₃ /NT	Nitrogênio amoniacal / nitrogênio total
pH	Potencial hidrogeniônico
K ⁺	Potássio
Ca ²⁺	Cálcio
Mg ²⁺	Magnésio
Zn	Zinco
B	Boro
Cu	Cobre
Fe	Ferro
Ma	Manganês
L	Litros
mm	Milímetros
cm	Centímetros
kg	Quilograma
ha	Hectare
Kg ha ⁻¹	Quilos por hectare

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Precipitação mensal e temperaturas mínima, média e máxima registradas de fevereiro a agosto de 2022 em Rio Verde - GO, Brasil.....	13
Figura 2. Esquema dos sistemas de cultivo: milho em monocultivo (a), cultivares de <i>Panicum maximum</i> (b), feijão guandu em monocultivo (c) e milho consorciado com cultivares de <i>Panicum</i> e feijão guandu (d).....	15

LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1. Proporção de material ensilado do milho consorciado com cultivares de <i>Panicum maximum</i> e feijão guandu.....	17
Tabela 2. pH, capacidade tampão, N-NH ₃ e teor de MS da silagem de milho, cultivares de <i>Panicum maximum</i> e feijão guandu em monocultivo e consorciado.....	19
Tabela 3. Produção de efluente, perdas totais de MS, produção de ácido lático e ácido acético da silagem de milho, cultivares de <i>Panicum maximum</i> e feijão guandu em monocultivo consorciado.....	20

SUMÁRIO

Páginas

RESUMO	5
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
3.1 <i>Descrição da área e estabelecimento das culturas</i>	12
3.2 <i>Desenho experimental e tratamentos</i>	14
3.3 <i>Ensilagem das culturas</i>	17
3.4 <i>Abertura dos silos e análises das características fermentativas e bromatológicas das silagens</i>	18
3.5 <i>Análise estatística</i>	19
4. RESULTADOS	19
5. DISCUSSÃO	21
6. CONCLUSÕES	24
7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

Morais, Breno Furquim de. **Perfil fermentativo da silagem de milho com cultivares de *Panicum* e feijão guandu em sistema integrado.** 2024. 33p Monografia (Curso Bacharelado de Zootecnia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2024.

RESUMO: As pastagens desempenham papel crucial na alimentação animal no país. No entanto, a variação sazonal das plantas forrageiras pode afetar negativamente a produtividade em certos períodos. Nesse sentido, adotar técnicas conservacionistas, como a produção de silagem, emerge como uma estratégia eficaz para garantir produção estável ao longo do ano. Sendo assim, a integração de culturas anuais com forrageiras tropicais em sistemas agrícolas tem sido apontada como uma alternativa promissora para aumentar a produção e a qualidade da silagem, promovendo a sustentabilidade na pecuária. Entretanto é necessário conhecer mais sobre o consórcio triplo das culturas simultaneamente. Desta forma, objetivou-se avaliar o perfil fermentativo da silagem de milho consorciado com cultivares de *Panicum maximum* e feijão guandu. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos da silagem: milho (*Zea mays* L.) em monocultivo; capim-tamani (*Panicum maximum*) em monocultivo; capim-quênia (*Panicum maximum*) em monocultivo; capim-zuri (*Panicum maximum*) em monocultivo; feijão guandu (*Cajanus cajan* cv. BRS Mandarin) em monocultivo; milho consorciado com capim-tamani + feijão guandu; milho consorciado com capim-quênia + feijão guandu; milho consorciado com capim-zuri + feijão guandu. Os resultados demonstraram que a silagem de milho consorciado com cultivares de *Panicum maximum* e feijão guandu melhoraram as características fermentativas das culturas em monocultivo. Assim, a silagem produzida pelo consórcio triplo demonstrou ser uma técnica eficiente para produção de alimento de forma sustentável, permitindo maior intensificação do sistema de produção.

Palavras-chave: Perfil fermentativo, sistema consorciado, cultivares de *Panicum*.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil obtém o segundo maior rebanho bovino do mundo, e possui o maior rebanho comercial em comparação aos outros países, estimado em mais de 234,3 milhões de animais em 2022 (IBGE, 2023), espalhados em todo território nacional, criados predominantemente em sistemas de pastejo. A representatividade dos animais terminados a pasto, chegou a 82% sobre o abate total de bovinos no país em 2022 (ABIEC, 2023). Conseqüentemente, o Brasil torna-se preponderante, uma vez que é um dos maiores exportadores de carne bovina do mundo, superando mais de 2,2 milhões de toneladas comercializadas em 2023 para fora do país (ABIEC, 2024). Nesse contexto, é crucial destacar que a demanda urgente por segurança alimentar e a melhor utilização da terra como um recurso disponível, visando a produção de alimentos de qualidade para nutrir os animais, enfatiza a importância de se desenvolver sistemas de produção que sejam rápidos e eficazes (HERRERA et al., 2023).

Em sistemas de pastejo, em razão das diferenças climáticas estacionais, o crescimento forrageiro não é constante ao longo do ano, ocorrendo flutuações na produtividade e qualidade das plantas. Nesse cenário, o sistema de integração lavoura-pecuária surge como uma alternativa promissora, possibilitando a otimização do uso do solo e o aumento da produtividade por unidade de área ao longo do ano (BIELUCZYK et al., 2020). O emprego de leguminosas forrageiras pode ser reconhecido como uma valiosa fonte de proteína na alimentação dos ruminantes. A prática de consorciar gramíneas com leguminosas não apenas aprimora a eficácia na utilização do nitrogênio (N), combinando a habilidade das gramíneas em absorver o N com a capacidade das leguminosas em fixar biologicamente o N, mas também resulta em uma maior produtividade do sistema (GALEANO et al., 2022).

Quando adequadamente gerenciados, esses sistemas oferecem uma gama diversificada de benefícios ecossistêmicos, que englobam desde o aumento da captura de carbono até a redução da competição com espécies vegetais invasoras. Além disso, proporcionam a disponibilidade de forragem durante períodos de entressafra, contribuem para a recuperação de pastagens degradadas, otimizam a ciclagem de nutrientes e promovem a conservação da água e do solo (FERREIRA et al., 2018; SANTOS et al., 2023; DIAS et al., 2021; MUNIZ et al., 2021; MELLO et al., 2023). Reconhecidos por sua eficácia, viabilidade econômica e práticas sustentáveis, esses sistemas desempenham um papel fundamental na intensificação da produção de alimentos, na redução de custos e na

preservação dos recursos naturais (SILVA et al., 2022).

Considerando esses benefícios, um dos aproveitamentos do sistema integrado é a silagem, oriunda da colheita, processamento e armazenamento das culturas envolvidas na integração. Em monocultivo, a silagem de milho é o recurso volumoso preponderante na criação intensiva de animais, pois a cultura do milho é considerada referência pelo alto teor energético e características favoráveis à silagem, como alto teor de carboidratos solúveis, apresentando maiores concentrações de ácido lático, favorecendo a fermentação láctica, desejável na conservação de forragens. No entanto, apesar dessas características ideias do milho para produção de silagens, essa planta possui menor valor de PB em comparação com as gramíneas e leguminosas, sendo assim, os sistemas integrados, são uma alternativa eficaz para produção de silagem (SOUZA et al., 2019).

Corroborando este contexto, a produção de silagem proveniente de sistemas integrados tem se destacado, contribuindo para o aumento da produção de massa ensilada e melhorando os valores nutricionais do alimento em comparação com a silagem de milho em monocultivo, além de aspectos fermentativos que auxiliam na conservação do alimento armazenado (LIGOSKI et al., 2020). Ademais, a produção de silagem em sistemas integrados ajuda a minimizar os transtornos causados pelos processos fermentativos das silagens exclusivas de gramíneas, refletindo na qualidade da silagem (COSTA et al., 2018). Além disso, sistemas consorciados permitem maximizar o uso do solo e minimizar os impactos ambientais onde é necessário aumentar a produtividade e conservar os recursos naturais disponíveis (MUNIZ et al., 2021).

A produção de silagem a partir do consórcio de milho, gramíneas e leguminosas tropicais pode beneficiar o sistema solo-planta-animal, garantindo a nutrição das plantas, a conservação do solo, a manutenção da fertilidade, o sequestro de carbono e a maximização da produtividade, qualidade e lucratividade (KUMARI et al., 2023; LIGOSKI et al., 2020). Além disso, a utilização de leguminosas em sistemas integrados é considerada uma tecnologia agrícola sustentável de baixo custo, pois aumenta o aporte de nitrogênio no solo através da fixação biológica do nitrogênio atmosférico, reduzindo assim a necessidade de fertilizantes nitrogenados e garantindo maior sustentabilidade ao sistema (EPIFANIO et al., 2019a; EPIFANIO et al., 2019b).

Nesse sentido, a hipótese deste trabalho, é de que o consórcio triplo pode balancear o perfil fermentativo tornando-se adequado para conservação do material ensilado em comparação com a silagem de forrageiras tropicais em monocultivo, produzindo silagem de alta qualidade. Assim, nosso objetivo foi avaliar o perfil fermentativo da silagem de

milho consorciado com cultivares de *Panicum maximum* e feijão guandu em sistemas integrados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O milho (*Zea mays L.*), membro da família Poaceae, é amplamente empregado para ensilagem devido à sua longa história de cultivo, elevada produtividade e valor nutricional. É frequentemente utilizado como fonte volumosa na alimentação animal, dadas suas excelentes características de produção de matéria seca, combinadas com sua capacidade de produzir grãos que enriquecem o material volumoso obtido (ALVAREZ et al., 2006; SILVEIRA et al., 2015).

A silagem é a forma predominante de armazenamento volumoso em todo o mundo. Este método é benéfico, pois garante a disponibilidade de alimentos palatáveis ao longo de todo o ano (SOUZA et al., 2019). Entre as culturas anuais usadas para a produção de silagem, o milho tem sido o padrão por muitos anos devido ao seu alto rendimento de massa verde, boa qualidade de fermentação e manutenção do valor nutricional da massa ensilada (LIMA et al., 2022). No entanto, a introdução parcial de leguminosas tropicais em substituição às culturas tradicionais de milho na produção de silagem tem despertado grande interesse e sido amplamente adotada na alimentação de bovinos, mostrando resultados positivos (EPIFANIO et al., 2014; LIGOSKI et al., 2020)

A gramínea BRS Zuri é reconhecida por suas características de alta produtividade e valor nutritivo, bem como sua resistência às cigarrinhas-das-pastagens. Além disso, a BRS Zuri exibe uma tolerância moderada ao encharcamento do solo, crescimento cespitoso e demonstra um notável grau de resistência à mancha das folhas, causada pelo fungo *Bipolaris maydis* (EMBRAPA, 2014).

O capim Tamani, cultivar híbrida do gênero *Megathyrsus maximus* (*sin. Panicum maximum*), foi lançada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária em 1992, apresentando porte baixo, abundância de folhas e perfilhos, alta produtividade e vigor, bom valor nutritivo, resistência à cigarrinha-das-pastagens e facilidade de manejo (EMBRAPA, 2015).

Em 2017 a Embrapa lançou o segundo híbrido de *Panicum maximum* cv. BRS Quênia. Com o propósito de atender as necessidades de produção e qualidade dos pecuaristas brasileiros essa cultivar possui altura intermediária, colmos tenros e folhas macias, alto perfilhamento e facilidade ao ser manejada. O seu manuseio é facilitado por

manter seus colmos baixos e alongados, gerando bom desempenho animal, sendo alguns de seus diferenciais em relação a outras cultivares de porte médio e alto (EMBRAPA, 2017).

O feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), nativo da Índia, pertence à família botânica Fabaceae e tem um ciclo anual ou semiperene. Essa leguminosa é amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais devido à sua adaptabilidade ao clima característico dessas áreas. Embora seja principalmente cultivada para alimentação humana, também pode ser usada na alimentação animal. Durante os períodos de estiagem, o feijão-guandu mantém uma alta taxa foliar, o que o torna uma valiosa fonte de forragem rica em proteínas, resultando em uma produtividade considerada significativa (DANTAS et al., 2021).

Nesse cenário, a utilização de silagem de culturas anuais como o milho ou até mesmo sorgo consorciadas com gramíneas tropicais e leguminosas se destaca pela obtenção de um perfil nutricional equilibrado, características qualitativas superiores na matéria seca (MS) e uma produção mais eficiente de nutrientes por unidade de área (PERAZZO et al., 2017). Além disso, sua adaptabilidade e versatilidade como fontes alternativas de alimento as tornam valiosas durante o período de entressafra, garantindo a rebrota para pastagem durante o inverno.

GOMES et al. (2021) conduziram um estudo para avaliar a qualidade da silagem de milho combinada com braquiárias e feijão guandu, e revelaram que a presença do feijão guandu na composição da silagem de sistema integrado não influenciou significativamente o pH, mantendo-se entre 3,53 e 3,74, resultados estes que se encontram dentro dos padrões recomendados para uma silagem de alta qualidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área e estabelecimento das culturas

O experimento foi conduzido a campo no 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). O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger (CARDOSO et al., 2014) é definido como clima tropical (Aw) constando estação seca no inverno.

Antes da implantação do experimento foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 cm para caracterização físico-química do solo. O solo da área experimental foi caracterizado por Latossolo Vermelho Distroférrico, com 562; 94 e 344 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente; pH em CaCl₂: 5,5; Ca: 2,70 cmol_c dm⁻³; Mg: 1,40 cmol_c dm⁻³; Al: 0,01 cmol_c dm⁻³; Al+H: 3,41 cmol_c dm⁻³; K: 0,70 cmol_c dm⁻³; CTC: 8,21 cmol_c dm⁻³; V₁: 58,5%; P (mehlich): 3,5 mg dm⁻³; S: 8,6 mg dm⁻³; Cu: 3,5 mg dm⁻³; Zn: 1,0 mg dm⁻³; Fe: 17,2 mg dm⁻³; M.O.: 34,7 g dm⁻³. Durante a condução da pesquisa foram monitorados os dados de precipitação, temperatura máxima, média e mínima (Figura 1).

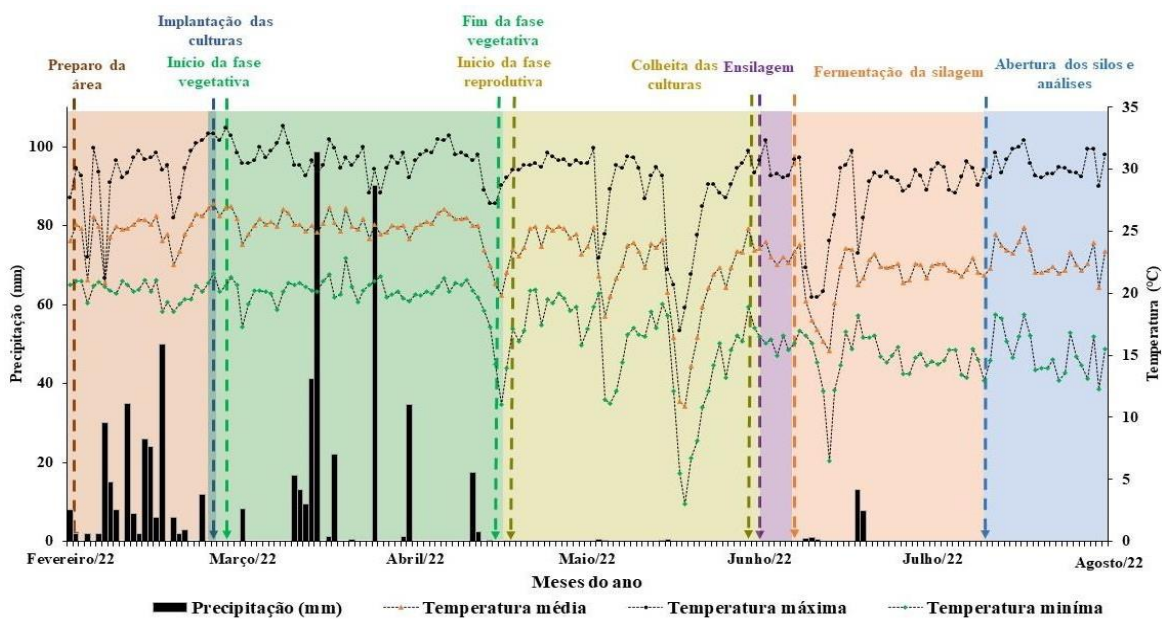


Figura 1. Precipitação mensal e temperaturas mínima, média e máxima registradas de fevereiro a agosto de 2022 em Rio Verde - GO, Brasil.

3.2 Desenho experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, utilizando oito tratamentos, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos: milho (*Zea mays* L.) em monocultivo; capim-tamani (*Panicum maximum* cv. BRS Tamani) em monocultivo; capim-quênia (*Panicum maximum* cv. BRS Quênia) em monocultivo; capim-zuri (*Panicum maximum* cv. BRS Zuri) em monocultivo; feijão guandu (*Cajanus cajan* cv. BRS Mandarin) em monocultivo; milho consorciado com capim-tamani + feijão guandu; milho consorciado com capim-quênia + e feijão guandu; milho consorciado com capim-zuri + feijão guandu. O híbrido de milho utilizado foi o P4285.

Para os sistemas em monocultivo, as culturas foram semeadas a 0,90 m entre linhas (Figuras 2a, b, c). Nos sistemas consorciados, o milho foi semeado a 0,90 m, sendo as forrageiras e leguminosa semeadas na entrelinha a 0,30 m da linha do milho, a 2 cm de profundidade, como demonstrado na Figura 2.

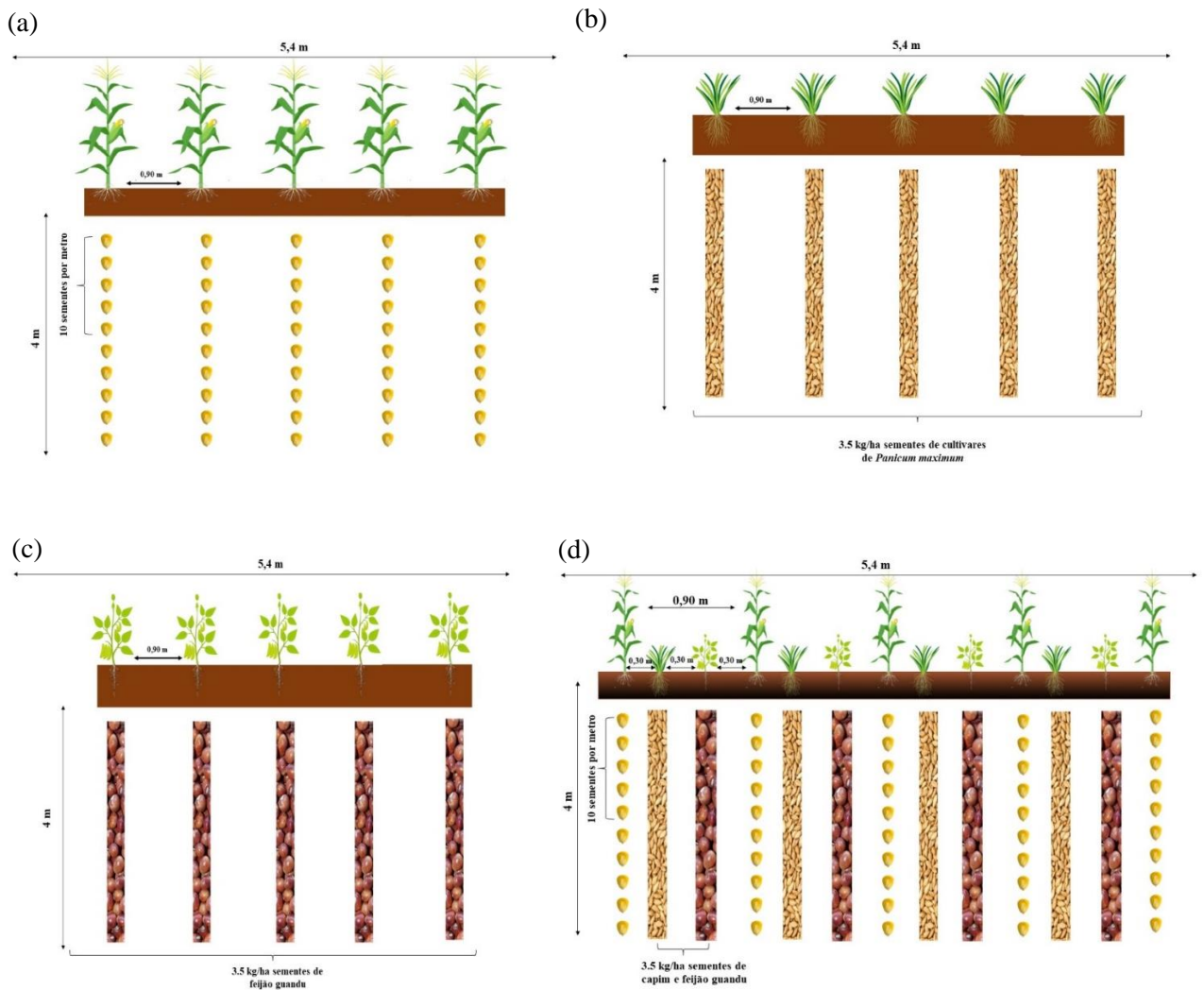


Figura 2. Esquema dos sistemas de cultivo: milho em monocultivo (a), cultivares de *Panicum maximum* (b), feijão guandu em monocultivo (c) e milho consorciado com cultivares de *Panicum* e feijão guandu (d).

A semeadura dos sistemas forrageiros foi realizada de forma manual na segunda safra agrícola, em 28 de fevereiro de 2022, com aplicação no sulco de plantio de 150 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 20 kg ha^{-1} de FTE BR 12 (9% Zn; 1,8% B; 0,8% Cu; 2% Mn; 3,5% Fe and 0,1% Mo), com uso das fontes de superfosfato simples e Fritas, respectivamente. Foram utilizadas 10 sementes de milho por metro e para as gramíneas e leguminosas foram utilizadas 3,5 kg de sementes

puras e viáveis por hectare.

Quando as plantas do milho estavam em estágio de três e seis folhas completamente desenvolvidas, foram realizadas duas adubações de cobertura a lanço, aplicando no total 150 e 80 kg ha⁻¹ de N e K₂O nas fontes de ureia e cloreto de potássio, respectivamente, sendo a mesma quantidade aplicada nos monocultivo das gramíneas. Para os sistemas consorciados, foi aplicado apenas a metade da dose de nitrogênio, sendo 75 kg ha⁻¹ de nitrogênio, visando o aproveitamento do nitrogênio através da fixação biológica pelo feijão guandu e 80 kg ha⁻¹ de K₂O. Já para o feijão guandu em monocultivo foi realizada apenas adubação potássica de 80 kg ha⁻¹ de K₂O.

Para as culturas em monocultivo, foram realizadas capinas manuais semanalmente até 50 dias após de emergência, para o controle das ervas daninhas em pós-emergência. Não foi aplicado nenhum herbicida para suprimir o crescimento das gramíneas e do feijão guandu em consórcio. Para o controle de *Spodoptera frugiperda* e *Dalbulus maidis* foram realizadas aplicações dos inseticidas Klorpan (princípio ativo Clorpirifós) e Connect (princípio ativo Beta-ciflutrina e Imidacloprido), na proporção de 0,4 e 0,1 L ha⁻¹ de produto comercial respectivamente. Ambas as aplicações foram realizadas com pulverizador costal, de forma manual.

3.3 Ensilagem das culturas

A colheita das culturas para ensilagem foi realizada dia 04 de junho de 2022 aos 97 dias após a semeadura (DAS), quando o grão do milho se encontrava no estágio pastoso, com 332,65 g kg⁻¹ de MS. Para avaliação da produção de massa seca e proporção do material ensilado (Tabela 1), as culturas foram cortadas no campo separadas e pesadas para determinar a proporção de milho, forrageiras e leguminosa. 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.

Tabela 1 - Proporção de material ensilado do milho consorciado com cultivares de *Panicum maximum* e feijão guandu.

Sistema de cultivo	Proporção de material ensilado (%)		
	Milho	Cultivares <i>Panicum</i>	Feijão Guandu
Milho em monocultivo	100	0	0
Tamani em monocultivo	0	100	0
Quênia em monocultivo	0	100	0
Zuri em monocultivo	0	100	0
Feijão guandu em monocultivo	0	0	100
Milho + Tamani + Guandu	63,93	18,40	17,67
Milho + Quênia + Guandu	62,19	20,63	17,18
Milho + Zuri + Guandu	60,40	22,91	16,69

O material foi triturado em triturador forrageiro, para a confecção da silagem, em partículas de aproximadamente 10 mm. Logo após, o material foi armazenado em silos experimentais de PVC, medindo 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento, sendo um silo para cada repetição de cada tratamento. 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. Após a vedação dos silos, os mesmos foram armazenados à temperatura ambiente e protegidos da chuva e luz solar.

No material *in natura* (antes da ensilagem) foram realizadas análises para determinação de matéria seca (MS), conforme metodologias descritas por AOAC (1990). Os teores foram: 332,65; 268,92; 278,87; 288,34; 293,19; 305,84; 314,94 e 320,92 g kg⁻¹, para milho em monocultivo, Tamani em monocultivo; Quênia em monocultivo; Zuri em monocultivo; Feijão guandu em monocultivo; Milho + Tamani + Guandu; Milho + Quênia + Guandu e Milho + Zuri + Guandu respectivamente.

3.4 Abertura dos silos e análises das características fermentativas e bromatológicas das silagens

Os silos foram abertos, após 50 dias de fermentação, descartando-se a porção superior e a inferior de cada um. A porção central do silo foi homogeneizada e colocada em bandejas de plástico. Parte da silagem *in natura* foi separada para as análises dos parâmetros fermentativos: pH, capacidade tampão e nitrogênio amoniacal no nitrogênio total (N-NH₃/NT), 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, sendo a análise realizada posteriormente.

As perdas totais de matéria seca e produção de efluentes foram determinadas conforme metodologia proposta por JOBIM et al. (2007). Os ácidos orgânicos foram determinados em cromatógrafo líquido de alto desempenho (HPLC), segundo método descrito por KUNG E SHAVER (2001), para determinação do ácido láctico e acético.

A outra porção do material (aproximadamente 0,5 kg) foi pesado e seco em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas. Em seguida as amostras foram moídas em moinho de faca tipo “Willey”, com peneira de 1 mm, e armazenadas em recipientes de plástico para determinação da matéria seca.

3.5 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., 2018). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) nas características fermentativas das silagens em relação aos sistemas de cultivo (Tabela 2). O maior valor de pH, capacidade tampão e N-NH₃ foram obtidos na silagem de feijão guandu, seguido das silagens de cultivares de *Panicum maximum*, que apresentaram resultados semelhantes. A silagem do consórcio triplo das culturas contribuiu para redução de 5,10% do pH, 32,57% da capacidade tampão e 28,97% do N-NH₃ em relação a silagem de cultivares de *Panicum* e feijão guandu em monocultivo. Os menores valores dessas variáveis foram observados na silagem de milho em monocultivo.

Para os teores de MS das culturas dos diferentes sistemas de cultivo (Tabela 3), a silagem de milho apresentou o maior valor, seguido das silagens do consórcio triplo. Em relação as forrageiras, não houve efeito significativo nos teores de MS das silagens dos capins Quênia, Zuri e Feijão Guandu em monocultivo. Já a silagem de capim-tamani em monocultivo

apresentou o menor teor de MS.

Tabela 2. pH, capacidade tampão, N-NH₃ e teor de MS da silagem de milho, cultivares de *Panicum maximum* e feijão guandu em monocultivo e consorciado.

Sistemas de cultivo	Ph	CT (eq.mg g ⁻¹ MS)	N-NH ₃ (g kg ⁻¹ N)	MS (g kg ⁻¹)
Milho em monocultivo	3,75 d	28,09 d	31,40 d	332,90 a
Tamani em monocultivo	4,27 b	57,50 b	63,15 b	270,01 e
Quênia em monocultivo	4,25 b	59,35 b	63,10 b	284,45 d
Zuri em monocultivo	4,28 b	58,27 b	62,26 b	290,50 d
Feijão guandu em monocultivo	4,47 a	67,57 a	75,29 a	297,04 d
Milho + Tamani + Guandu	4,12 c	41,15 c	47,82 c	303,79 c
Milho + Quênia + Guandu	4,08 c	40,95 c	46,39 c	315,06 bc
Milho + Zuri + Guandu	4,09 c	40,63 c	46,33 c	319,42 b
P valor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Erro padrão	0,0467	1,559	2,453	2,772

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

A produção de efluente e perdas totais de MS das silagens também foram influenciados (p < 0,05) pelos diferentes sistemas de cultivo (Tabela 3). A maior produção de efluente e perdas de MS foram observados nas silagens de feijão guandu e cultivares de *Panicum* em monocultivo. Para a silagem do consórcio foi possível observar redução de 15,77% da produção de efluentes e de 20,05% nas perdas de MS em relação as silagens de cultivares de *Panicum* e Feijão guandu em monocultivo.

Para o ácido lático os maiores valores foram observados para a silagem de milho em monocultivo, seguido do sistema consorciado, que demonstraram ser eficientes em aumentar a produção de ácido lático em 43,15% em relação as silagens de cultivares de *Panicum* e feijão guandu, que apresentaram os menores valores. Para o ácido acético, apenas a silagem de capim-quênia em monocultivo diferiu-se da silagem de milho em monocultivo.

Tabela 3. Produção de efluente, perdas totais de MS, produção de ácido láctico e ácido acético da silagem de milho, cultivares de *Panicum maximum* e feijão guandu em monocultivo e consorciado.

Sistemas de cultivo	Produção de efluente (kg t ⁻¹ MV)	Perdas totais MS (g kg ⁻¹ MS)	Ácido láctico (g kg ⁻¹ MS)	Ácido acético (g kg ⁻¹ MS)
Milho em monocultivo	12,23 c	11,08 d	61,28 a	3,77 b
Tamani em monocultivo	20,59 a	22,31 ab	23,64 c	4,34 ab
Quênia em monocultivo	19,26 a	22,12 ab	23,05 c	4,54 a
Zuri em monocultivo	18,26 a	19,54 ab	24,04 c	4,23 ab
Feijão guandu em monocultivo	19,29 a	22,60 a	26,80 c	4,12 ab
Milho + Tamani + Guandu	17,40 ab	18,92 bc	42,87 b	4,10 ab
Milho + Quênia + Guandu	16,02 b	16,95 c	43,56 b	4,09 ab
Milho + Zuri + Guandu	15,50 b	16,04 c	42,24 b	4,11 ab
P valor	<0,001	<0,001	<0,001	0,0243
Erro padrão	0,447	0,927	1,459	0,120

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

5. DISCUSSÃO

As silagens dos sistemas consorciados influenciaram de forma positivas nos parâmetros fermentativos das silagens. O consórcio triplo das culturas reduziu os valores em 5,10% do pH, 32,57% da capacidade tampão e 28,97% do N-NH₃ em relação a silagem de cultivares de *Panicum* e feijão guandu em monocultivo. Esses resultados são relevantes, porque essas características têm influência direta na fermentação e conseqüentemente na qualidade da silagem.

O maior pH observado para a silagem de feijão guandu em monocultivo (Tabela 3) seguido das silagens de cultivares de *Panicum* em monocultivo é devido a maior capacidade tamponante que a leguminosa e gramíneas apresentam em relação ao milho, além dos baixos teores de carboidratos solúveis e baixo teor de MS, o que acarretam em lenta redução do pH das silagens (BAO et al., 2022). Valores de pH entre 4,3 a 4,7, observados principalmente em silagens de leguminosas e gramíneas, pode promover o crescimento de microrganismos proteolíticos e heterofermentativos, indesejáveis no processo de fermentação, o que influencia

na qualidade final do alimento (KUNG et al., 2018).

Para o pH do milho em monocultivo e dos consórcios, os valores observados ficaram dentro da faixa considerada adequada (entre 3,7 e 4,2), para a classificação de uma silagem de boa qualidade (MCDONALD et al., 1991). Desta forma, esses resultados demonstram a importância da produção de silagem de sistema consorciado, a fim de reduzir o pH de silagens exclusivas de gramíneas e leguminosa, garantindo adequada conservação do material ensilado.

A maior capacidade tampão da silagem de feijão guandu em monocultivo (Tabela 3), pode ser explicada devido a presença de cátions como: cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e potássio (K^+), que neutralizam os ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação, dificultando a queda do pH da silagem (HAWU et al., 2022). Silagens de gramíneas exclusivas, também apresentam alta capacidade tamponante em relação a silagem de milho, acarretando em forragens mal-conservadas, devido a fermentação inadequada (TEIXEIRA et al., 2021).

Devido a maior proporção de milho na silagem do consórcio triplo (Tabela 1), houve redução da capacidade tampão e N-NH_3 em relação as silagens de cultivares de *Panicum* e feijão guandu em monocultivo. Esses resultados indicam que a fermentação ocorreu de forma adequada, proporcionando silagem de boa qualidade, assim como os resultados observados por SOUZA et al. (2019) ao avaliar qualidade de silagem de milho consorciado com capim-paiaguás. De acordo com KUNG et al. (2018) silagens de boa qualidade devem apresentar valores de N-NH_3 abaixo de 100 g kg^{-1} de N o que confirma a importância da produção da silagem do consórcio, já que os resultados observados no presente estudo, para estes sistemas, permaneceram dentro do limite recomendado.

Um dos principais fatores que devem ser considerados na determinação do momento ideal do corte para a ensilagem é o teor de MS, pois esta afeta diretamente o processo de fermentação, influenciando na qualidade final da silagem produzida (BORREANI et al., 2018; TEIXEIRA et al., 2021).

MUCK E SHINNERS (2001), afirmam que silagens com teores inferiores a 300 g kg^{-1} MS, tendem a apresentar maiores perdas de efluentes e aumento da atividade de bactérias do gênero *Clostridium*, resultando em silagem de baixa qualidade, sendo pouco aceita pelos animais. Resultados inferiores aos estabelecidos pelo autor citado foram observados para as silagens de cultivares de *Panicum* e feijão guandu em monocultivo. Esses teores de MS abaixo do ideal, também influencia de forma negativa para que tenha maior produção de efluentes e perdas totais de MS. Isso deve-se a alta umidade, baixa concentração de carboidratos solúveis e elevada atividade da água, que podem promover fermentações secundárias, responsáveis pelas perdas de MS (BORREANI et al., 2018), que combinados afetam negativamente a qualidade

final da silagem (BAO et al., 2022; SILVA et al., 2023), pois favorece a lixiviação de nutrientes para o fundo do silo, acarretando na perda de nutrientes do material ensilado (QUEIROZ et al. 2021). Além disso, o líquido produzido pode infiltrar nos solos, alterar negativamente a microbiota natural e contribuir para a emissão de gases do efeito estufa, como o óxido nitroso, pois eleva os níveis de nitrogênio no solo (ARAÚJO et al., 2020).

A silagem é resultado de um processo fermentativo microbiano, em que, o ácido láctico é tido como o mais eficaz para diminuir o pH abaixo de 4,20 de forma rápida, preservando a qualidade nutricional da massa ensilada (OLIVEIRA et al., 2021). Nesse contexto, a silagem do consórcio, no presente estudo, demonstrou ser eficiente em aumentar em 43,15% a produção de ácido láctico, em relação as silagens de forrageiras tropicais em monocultivo (Tabela 3), demonstrando, que durante a fermentação, houve maior atividade das bactérias do gênero *Lactobacillus*, co-produtoras do ácido láctico, assegurando queda rápida do pH, e consequentemente preservação adequada do material ensilado (MENG et al., 2022), melhorando a fermentação e a qualidade final da silagem, assim como observado no estudo de SILVA et al. (2023).

Além de melhorar as características fermentativas das silagens de forrageiras tropicais em monocultivo, a produção de silagem de sistemas integrados também tem como vantagem fornecer pasto após a colheita das culturas para produção de silagem, através da rebrota das forrageiras, melhorando a eficiência do uso da terra de forma sustentável e economicamente viável, visto que a formação e ou/recuperação de pastagens apresenta alto custo, inviabilizando a adoção dessa prática pela maioria dos produtores. Vários estudos têm comprovado que a integração lavoura-pecuária apresenta como estratégia promissora e eficiente de rendimento na realidade global da produção agrícola e da pecuária para alavancar os sistemas de produção.

O cultivo das culturas consorciadas está orientada para maior produção de silagem de melhor qualidade nutricional, ajudando a manter agroecossistemas sustentáveis e proporcionar benefícios nos aspectos econômicos, ambientais e sociais (COSTA et al., 2016; CARVALHO et al., 2016; SOUZA et al., 2019; CRUZ et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2020; LIGOSKI et al., 2020; PRADO et al., 2023; HERRERA et al., 2023). Além disso, existe a contribuição da leguminosa no sistema, com possibilidade de reduzir a aplicação de nitrogênio nas gramíneas, pois esta, através da fixação biológica aumenta o suprimento deste macronutriente no solo, contribuindo, desta forma, com a sustentabilidade do sistema de cultivo e influenciando diretamente na redução do aporte de fertilizantes nitrogenados (BOLSON et al., 2022).

6. CONCLUSÕES

Baseado na hipótese testada, a silagem do consórcio triplo entre milho, gramíneas do gênero *Panicum* e feijão-guandu, apresentaram os melhores resultados para as variáveis estudadas, relacionados ao perfil fermentativo da silagem. Os cultivares de *Panicum maximum* e feijão guandu em monocultivo apresentam restrições no perfil fermentativo. Já a silagem de milho em monocultivo apresenta melhor características fermentativas.

Assim, este estudo constatou que a silagem de milho consorciado com cultivares de *Panicum maximum* (capim-tamani, capim-quênia e capim-zuri) e feijão guandu pode ser recomendado como adequada para a produção de silagem, por proporcionar balanceamento da silagens das culturas em monocultivo, permitindo uma intensificação sustentável do sistema de produção.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/exportacoes/>. Acesso em: 23/03/2024.

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes . Beef Report 2023 Final-Beef-Report-2023-Cap02.pdf (abiec.com.br). Capítulo 02, p. 09, 2023. Acesso em: 23/03/2024.

ALVAREZ, C. G. D.; VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D. Avaliação de características agronômicas e de produção de forragem e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 402-408, 2006.

ARAÚJO, J. A. S.; ALMEIDA, J. C. C.; REIS, R. A.; CARVALHO, C. A. B.; BARBERO, R. P. Harvest period and baking industry residue inclusion on production efficiency and chemical composition of tropical grass silage. **Journal of Cleaner Production**, v. 266, p. 121953, 2020.

AOAC - ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis (15nd ed.). 1990.

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.

BIELUCZYK, W.; PICCOLO, M. C.; PEREIRA, M.G.; MORAES, M. T.; SOLTANGHEISI, A.; BERNARDI, A. C. C.; PEZZOPANE, J. R. M.; OLIVEIRA, P. P. A.; MOREIRA, M. Z.; CAMARGO, P. B.; DIAS, C. T. S.; BATISTA, I.; CHERUBIN, M. R. Integrated farming systems influence soil organic matter dynamics in southeaster Brazil. **Geoderma**, v. 371, n.114368, 2020.

BOLSEN, K. K.; LIN, C.; BRENT, B. E.; FEYERHERM, A. M.; URBAN, J. E.; AIMUTIS, W. R. 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.

BOLSON, D. C.; JACOVACI, F. A.; GRITTI, V. C.; BUENO, A. V. I.; DANIEL, J. L. P.; NUSSIO, L. G.; JOBIM, C. C. Intercropped maize-soybean silage: Effects on forage yield, fermentation pattern and nutritional composition. **Grassland Science**, v. 68, n. 1, p. 3-12, 2022.

BORREANI, G.; TABACCO, E.; SCHMIDT, R. J.; HOLMES, B. J.; MUCK, R. E. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 3952-3979, 2018.

CARDOSO, M.R.D.; MARCUZZO, F.F.N.; BARROS, J.R. Classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **ACTA Geográfica**, v. 8, n. 16, p. 40-55, 2014.

CARVALHO, W. G.; COSTA, K. A. P.; EPIFANIO, P. S.; PERIM, R. C.; TEIXEIRA, D. A. A.; MEDEIROS, L. T. Silage quality of corn and sorghum added with forage peanuts. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 465-472, 2016.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; CRUSCIOL, C. A. C.; PARIZ, C. M.; LOPES, K. S. M.; YOKOBATAKE, K. L. A.; FERREIRA, J. P.; LIMA, C. G. R.; SOUZA, D. M. Effect of intercropped tropical perennial grasses on the production of sorghum-based silage. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 6, p. 2379-2390, 2016.

COSTA, R. R. G. F.; COSTA, K. A. P.; SOUZA, W. F.; EPIFANIO, P. S.; SANTOS, C. B.; SILVA, J. T.; OLIVEIRA, S. S. Production and quality of silages pearl millet and Paiaguas palisadegrass in monocropping and intercropping in different forage systems. **Bioscience Journal**, v. 34, n. 2, p. 957-967, 2018.

CRUZ, S. S. D.; ANDREOTTI, M.; PASCOALOTO, I. M.; LIMA, G. C. D.; SOARES, C. D. A. PRODUCTION in forage sorghum intercropped with grasses and pigeon pea at crop cutting. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 2, 2020.

DANTAS, S. M.; DE PAULO RODRIGUES, V.; DA SILVA NEVES, R.; BARBOSA, R. R.; MATSUNAGA, W. K. Análise bromatológica do feijão guandu cultivado no semiárido para produção de forragens em diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 15, n.3, 381-390, 2021.

DIAS, M. B. C.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; BILEGO, U.; VILELA, L.; SOUZA, W. F.; OLIVEIRA, I. P.; 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, 2021.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - BRS Tamani, forrageira híbrida de *Panicum maximum*. Embrapa Gado de Corte. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/2000/panicum-maximum--hibrido-brs-tamani>. Acesso em: 29/04/2024.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - BRS Zuri, forrageira híbrida de *Panicum maximum*. Embrapa Gado de Corte. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1309/panicum-maximum--brs-zuri>. Acesso em: 29//04/2024.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Panicum maximum* – BRS Quênia, Tecnologias. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/4046/panicum-maximum---brs-quenia>. Acesso em: 29/04/2024.

EPIFANIO, P. S.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; CRUVINEL, W. S.; BENTO, J. C.; PERIM, R. C. Fermentative and bromatological characteristics of Piata palisadegrass ensiled with levels of meals from biodiesel industry. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, 491-504, 2014.

EPIFANIO, P. S.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. 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, n. 8, p. 1154-1169, 2019.

EPIFANIO, P. S.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; SOUZA, W. F.; TEIXEIRA, D. A. A.; SILVA, J. T.; MOURA AQUINO, M. Productive and nutritional characteristics of *Brachiaria brizantha* cultivars intercropped with *Stylosanthes* cv. Campo Grande in different forage systems. **Crop and Pasture Science**, v. 70, n. 8, p. 718-729, 2019.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A.; FERREIRA, M. E. B.. Package ‘ExpDes. pt’. **R package version**, v. 1, n. 2, 2018.

FERREIRA, A. O.; AMADO, T. J. C.; RICE, C. W.; DIAZ, D. A. R.; BRIEDIS, C.; INAGAKI, T. M. & GONÇALVES, D. R. P. Driving factors of soil carbon accumulation in Oxisols in long-term no-till systems of South Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 622, p. 735-742, 2018.

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.

GOMES, V. C.; MEIRELLES, P.R.L.; COSTA, C.; BARROS, J. S.; CASTILHOS, A. M.; SOUZA, D. M.; TARDIVO, R.; PARIZ, C. M. Production and quality of corn silage with forage and pigeon peas in a crop-livestock system. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 861-876, 2021.

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.; REIS, R. H. P.; SOUSA, F. G.; BALBINOT, E.; KLEIN, V. A. C.; COSTA, R. P. Is the Integration between Corn and Grass under Different Sowing Modalities a Viable Alternative for Silage?. **Animals**, v. 13, n. 3, p. 425, 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Rebanho nacional de bovinos (bois e vacas). 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/>. Acesso em: 25/04/2024.

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.

KUMARI, V. V.; BALLOLI, S. S.; RAMANA, D. B. V.; KUMAR, M.; MARUTHI, V.; PRABHAKAR, M.; OSMAN, M.; MANJUNATH, M.; RAVINDRA CHARY, G. GOPINATH, K. A.; VENKATESH, G.; SUJATHA, G.; BANERJEE, P.; YADAV, S. K.; SINGH, V. K.; TIMSINA, J. Crop and livestock productivity, soil health improvement and insect dynamics: Impact of different fodder-based cropping systems in a rainfed region of India. **Agricultural Systems**, v. 208, p. 103646, 2023.

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

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, n. 5, p. 4020-4033, 2018.

LIMA, L. M.; BASTOS, M. S.; ÁVILA, C. L.; FERREIRA, D. D.; CASAGRANDE, D. R.; BERNARDES, T. F. Factors determining yield and nutritive value of maize for silage under tropical conditions. **Grass and Forage Science**, v. 77, p. 201-215, 2022.

LIGOSKI, B.; GONÇALVES, L. F.; CLÁUDIO, F. L.; ALVES, E. M.; KRUGER, A. M.; BIZZUTI, B. E.; LIMA, P. M. T.; ABDALLA, A. L.; PAIM, T. P. Silage of intercropping corn, palisade grass, and pigeon pea increases protein content and reduces in vitro methane production. **Agronomy**, v. 10, n. 11, p. 1784, 2020.

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

MELLO, C. E.; JAKELAITIS, A.; SILVA, C. H. L.; SOUSA, G. D.; SILVA, J. O. Glyphosate doses in the suppression of *Megathyrus maximus* cv. BRS Quênia intercropped with transgenic maize. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, p. 892-899, 2023.

MENG, H.; JIANG, Y.; WANG, L.; WANG, S.; ZHANG, Z.; TONG, X.; WANG, S. Effects of Different Soybean and Maize Mixed Proportions in a Strip Intercropping System on Silage Fermentation Quality. **Fermentation**, v. 8, n. 12, p. 696, 2022.

MUCK, R. E.; SHINNERS, K. J. **Conserved forage (silage an hay): progress an prioritites**. International Grassland Congress. São Pedro. Piracicaba, Brasil, FEALQ, 753p, 2002.

MUNIZ, M. P.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; BILEGO, U. O.; ALMEIDA, D. P.; FURTINI NETO, A. E.; VILELA, L.; LANA, M. A.; LEANDRO, W. M.; DIAS, M. B. C. Soybean yield in integrated crop–livestock system in comparison to soybean–maize succession system. **Journal of Agricultural Science**, v. 159, n. 3-4, p. 188-198, 2021.

OLIVEIRA, S. S.; COSTA, K. A. P.; SOUZA, W. F.; SANTOS, C. B.; TEIXEIRA, D. A. A.; COSTA, V. 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, n. 5, p. 694-704, 2020.

OLIVEIRA, M. H.; COSTA, C. PARIZ, C. M.; LIMA MEIRELLES, P. R.; ANDREOTTI, M.; CASTILHOS, A. M.; SOUZA, D. M.; ULIAN, N. A. Yield and nutritive value of mechanically processed corn silage from an integrated crop-livestock system. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 845, 2021.

PERAZZO, A. F.; CARVALHO, G. G.; SANTOS, E. M.; BEZERRA, H. F.; SILVA, T. C.; PEREIRA, G. A. Agronomic evaluation of sorghum hybrids for silage production cultivated in semiarid conditions. **Frontiers Plant Science**, 8, 088, 2017.

PRADO, L. G.; COSTA, K. A. P.; SILVA, L. M.; COSTA, A. C.; SEVERIANO, E. C.; COSTA, J. V. C. P.; HABERMANN, E. 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.

QUEIROZ, F. E.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; MONÇÃO, F. P.; RIGUEIRA, J. P. S.; PARRELLA, R. A. C.; RUFINO, L. D. A.; SANTOS, A. S.; CORDEIRO, M. W. S. Effect of row spacing and maturity at harvest on the fermentative profile, aerobic stability, and nutritional characteristics of biomass sorghum (BRS 716) silage in the semiarid region of Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, 2021.

SANTOS, C. B.; COSTA, K. A. P.; SOUZA, W. F.; SILVA, V. C. E.; BRANDSTETTER, E. V.; OLIVEIRA, S. S.; LEÃO, K. M.; SEVERIANO, E. C. Production, quality of Paiaguas palisadegrass and cattle performance after sorghum intercropping in pasture recovery in an integrated crop-livestock system. **Australian Journal of Crop Science**, v. 17, n. 4, p. 361-368, 2023.

SILVA, L. S.; LAROCA, J. V. S.; COELHO, A. P.; GONÇALVES, E. C.; GOMES, R. P.; PACHECO, L. P.; CARVALHO, P. C. F.; PIRES, G. C.; OLIVEIRA, R. L.; SOUZA, J. M. A.; FREITAS, C. M.; CABRAL, C. E. A.; WRUCK, F. J.; SOUZA, E. D. Does grass-legume intercropping change soil quality and grain yield in integrated crop livestock systems?. **Applied Soil Ecology**, v. 170, p. 104257, 2022.

SILVEIRA, D. C.; MONTEIRO, V. B.; TRAGNAGO, J. L.; BONETTI, L. P. Caracterização agromorfológica de variedades de milho crioulo (*Zea mays* L.) na região noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência e Tecnologia**, v. 1, p. 01-11, n. 1, 2015.

SOUZA, W. F.; COSTA, K. A. P.; GUARNIERI, A.; SEVERIANO, E. C.; SILVA, J. T.; TEIXEIRA, D. A. A.; OLIVEIRA, S. S.; DIAS, M. B. C. Production and quality of the silage of corn intercropped with Paiaguas palisadegrass in different forage systems and maturity stages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 48:e20180222, 2019.

TEIXEIRA, D. A. A.; COSTA, K. A. P.; SOUZA, W. F.; SEVERIANO, E. C.; GUIMARAES, K. C.; SILVA, J. T.; OLIVEIRA, S. S.; DIAS, M. B. D. C. Fermentation profile and nutritive value of maize silage with '*Brachiaria*' species. **Australian Journal of Crop Science**, v. 15, n. 5, p. 695-702, 2021