



CURSO DE BACHAREL EM ZOOTECNIA

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SILAGEM DE MILHO COM CULTIVARES DE *Panicum maximum* E FEIJÃO GUANDU EM SISTEMA INTEGRADO

Pedro Luttero Antônio Leal e Silva

**Rio Verde, GO
2023**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
BACHAREL EM ZOOTECNIA**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SILAGEM DE MILHO COM
CULTIVARES DE *PANICUM* E FEIJÃO GUANDU EM
SISTEMA INTEGRADO**

PEDRO LUTTERO ANTÔNIO LEAL E SILVA

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
Dezembro, 2023

PEDRO LUTTERO ANTÔNIO LEAL E SILVA

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SILAGEM DE MILHO COM
CULTIVARES DE *PANICUM* E FEIJÃO GUANDU EM
SISTEMA INTEGRADO**

Trabalho de Curso DEFENDIDO e APROVADO em 11 de dezembro de 2023, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

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
Dezembro, 2023

AGRADECIMENTOS

À Deus toda honra e toda glória!! Ao Senhor da minha vida, gratidão, por ter me dado a oportunidade de estudar e concluir o Curso dos meus sonhos e ter o prazer de concretizar mais uma etapa da minha vida acadêmica.

Agradeço a minha família por todo suporte nessa longa caminhada de longas idas e vindas prestando todo o auxílio necessário para que absorvesse o máximo do curso.

Agradeço a professora e orientadora Kátia Costa pelos seus ensinamentos e pela paciência, puxões de orelhas e conselhos desde um simples seminário até a formação do meu TCC.

A equipe do Laboratório de Forragicultura e Pastagens pela ajuda na condução da pesquisa, principalmente a Luciana, João Antônio, João Victor e Danilo, gratidão!

Por último e não menos importante agradeço as amizades feitas ao longo da graduação tornando o processo mais prazeroso com risadas e apoios necessários na jornada.

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 ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

B	Boro
cm	Centímetro
Cu	Cobre
°C	Grau Celsius
DIVMS	Digestibilidade <i>In Vitro</i> da Matéria Seca
EE	Extrato Etéreo
Fe	Ferro
FDN	Fibra em Detergente Neutro
FDA	Fibra em Detergente Ácido
g	Gramas
g/dia	Gramas por dia
g kg ⁻¹ MS	Gramas por Quilograma de Matéria Seca
kg	Quilograma
K ₂ O	Óxido de Potássio
kg ha ⁻¹	Quilograma por Hectare
L ha ⁻¹	Litro por Hectare
MS	Matéria Seca
Mn	Manganês
Mo	Molibdênio
mm	Milímetro
m	Metro
NDT	Nutrientes Digestíveis Totais
nm	Nanômetro
N	Nitrogênio
PB	Proteína Bruta
%	Porcentagem
P ₂ O ₅	Pentóxido de Fósforo
Zn	Zinco

LISTA DE FIGURAS

Páginas

- Figura 1. Precipitação mensal e temperaturas mínima, média e máxima registradas de fevereiro a agosto junho de 2022 em Rio Verde – GO 14
- Figura 2. Esquema dos sistemas de cultivo: milho em monocultivo (a), *Panicum maximum* cv. BRS Tamani em monocultivo (b), *Panicum maximum* cv. BRS Quênia em monocultivo (c), *Panicum maximum* cv. BRS Zuri em monocultivo (d), feijão guandu em monocultivo (e) e milho consorciado com cultivares de *Panicum* e feijão guandu (f)..... 15
- Figura 3. Produção de massa seca do material ensilado do milho, cultivares de *Panicum maximum* e feijão guandu em monocultivo e consorciado 19

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. Características bromatológica do milho, cultivares de <i>Panicum maximum</i> e feijão guandu em monocultivo e consorciado antes da ensilagem	18
Tabela 3. Teores de PB, MS, EE, DIVMS, FDN, FDA, lignina e NDT (g kg ⁻¹ MS) da silagem de milho, cultivares de <i>Panicum maximum</i> e feijão guandu em monocultivo e consorciado	20

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

SS1586 p Silva, Pedro Luttero Antônio Leal e
Produção e qualidade de silagem de milho com
cultivares de panicum maximum e feijão guandu em sistema
integrado / Pedro Luttero Antônio Leal e Silva; orientadora
Kátia Aparecida de Pinho Costa; co-orientadora Luciana Maria da
Silva. -- Rio Verde, 2023.
37 p.

TCC (Graduação em Zootecnia) -- Instituto Federal Goiano,
Campus Rio Verde, 2023.

1. Cajanus cajan cv. BRS Mandarin. 2. Conservação de
forragem. 3. Panicum maximum. 4. Proteína bruta.
I. Costa, Kátia Aparecida de Pinho , orient. II. Silva,
Luciana Maria da , co-orient. III. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 nº2376



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

Nome completo do autor:

Pedro Luttero Antonio Leal e Silva

Título do trabalho:

Matrícula:

2016102201840230

Produção e qualidade de silagem de milho com cultivares de *Panicum maximum* e feijão guandu em sistema integrado

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 07 /07 /2023

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

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

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

Rio Verde - GO

07 /07 /2023

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



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

Ata nº 87/2023 - DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos 11 de dezembro de 2023, às 10:00 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pela docente Kátia Aparecida de Pinho Costa (orientadora), Luciana Maria da Silva (membro) e Bruno de Souza Marques (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado <Produção e qualidade de silagem de milho com cultivares de *Panicum maximum* e feijão guandu em sistema integrado= do estudante Pedro Luttero Antônio Leal e Silva, Matrícula nº 2016102201840230 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 da 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)
Luciana Maria da Silva
Membro

(Assinado Eletronicamente)
Bruno de Souza Marques
Membro

Documento assinado eletronicamente por:

- Marco Antonio Pereira da Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 13/12/2023 15:51:56.
- Luciana Maria da Silva, 2020202320140044 - Discente, em 12/12/2023 13:12:29.
- Bruno de Souza Marques, 2023102310240004 - Discente, em 12/12/2023 13:12:15.
- Katia Aparecida de Pinho Costa, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 12/12/2023 13:01:14.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 12/12/2023. 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: 557002

Código de Autenticação: 4b9b4dd110



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3624-1000

SUMÁRIO

Sumário

1.INTRODUÇÃO.....	14
2.REVISÃO DE LITERATURA	15
3.MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Descrição da área e estabelecimento das culturas	17
3.2 Desenho experimental e tratamentos	18
3.3 Ensilagem das culturas	20
3.4 Abertura dos silos e análises das características fermentativas e bromatológicas das silagens	22
3.5 Análise Estatística	23
4.RESULTADOS	23
5.DISSCUSSÃO.....	25
6.CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

Silva, Pedro Luttero Antônio Leal e. **Produção e qualidade de silagem de milho com cultivares de *Panicum* e feijão guandu em sistema integrado.** 2023. 33p Monografia (Curso Bacharelado de Zootecnia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2023.

RESUMO: Um dos componentes mais caros na formulação e composição de dieta para ruminantes é a proteína. A silagem de milho apresenta valores de proteína bruta entre 6 e 9%, não sendo muito vezes suficiente para manter altas produções. Neste contexto, os sistemas integrados de cultura anual com forrageiras tropicais para a produção de silagem podem incrementar o valor nutricional da silagem e reduzir custos com alimentos proteicos. Sendo assim, objetivou-se avaliar a produção e a qualidade da silagem de milho consorciado com cultivares de *Panicum maximum* e feijão guandu. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. 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* 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 + 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 aumenta em 37,86% a produção da massa ensilada em comparação com a silagem de milho em monocultivo e melhora o valor nutritivo 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: *Cajanus cajan* cv. BRS Mandarin; Conservação de forragem; *Panicum maximum*; Proteína bruta

1. INTRODUÇÃO

A busca pela segurança alimentar em contraste à necessidade da redução da taxa de desmatamento, torna imprescindível o desenvolvimento de sistemas de produção eficientes e com flexibilidade para atender a essas demandas (HERRERA et al., 2023). O sistema de integração lavoura-pecuária, neste contexto, apresenta como alternativa promissora para melhor aproveitamento do solo e aumento da produção por unidade de área durante o ano (BIELUCZYK et al., 2020), pois visa a diversificação de produção de espécies vegetais em uma mesma área, seja no espaço físico ou cronológico (SILVA et al., 2023).

Os sistemas integrados são considerados tecnologia eficiente, barata e sustentável para a intensificação da produção de alimentos, redução de custos, riscos e conservação dos recursos naturais (SILVA et al., 2022). Quando bem manejado, esse sistema facilita múltiplos serviços ecossistêmicos através do aumento do sequestro de carbono (FERREIRA et al., 2018), conservação da água e do solo (MAIA et al., 2022), recuperação de pastagens degradadas (SANTOS et al., 2023), oferta de forragem no período de entressafra (DIAS et al., 2021), maior ciclagem de nutrientes (MUNIZ et al., 2021), redução da competição com plantas invasoras (MELLO et al., 2023) e, diversificação da produção (MELLO-FILHO et al., 2022).

Neste contexto, a produção de silagem oriunda de sistemas integrados vem trazendo resultados satisfatórios, o que contribuem para aumento da massa ensilada e elevação nos teores de proteína bruta, em relação a silagem de milho em monocultivo (LIGOSKI et al., 2020). Alguns estudos mostraram que o consórcio do milho com forrageiras tropicais, não reduzem a produtividade de grãos ou massa em relação ao milho monocultivo (SOUZA et al., 2019; HERRERA et al., 2023). Após o corte das culturas para produção de silagem, ocorre a rebrota das forrageiras fornecendo pasto de qualidade para os animais, com baixo custo (OLIVEIRA et al., 2020), melhorando a eficiência do uso da terra de forma sustentável (PRADO et al., 2023). Além disso, a produção de silagem de sistemas integrados, contribuiu para minimizar os transtornos provenientes dos processos fermentativos das silagens exclusivas de gramíneas, o que reflete na qualidade da silagem (COSTA et al., 2018).

Dentre as forrageiras, o gênero *Panicum maximum* tem apresentado potencial para compor silagem de sistemas integrados, promovendo maior produtividade por área (PRADO et al., 2023) e melhores características nutricionais (PALUDO et al., 2020), com aumento no teor de proteína bruta e digestibilidade da matéria seca (GALEANO et al., 2022).

Adicionalmente, a presença de leguminosas, como o feijão guandu, em sistemas integrados, também tem demonstrado ser uma excelente opção sustentável para melhorar a qualidade nutricional da silagem, promovendo incremento da proteína bruta (NAVE e CORBIN, 2018; GOMES et al., 2021; LIGOSKI et al., 2020), reduzindo, assim a necessidade de suplementos proteicos/minerais, principalmente durante a estação seca do ano (SILVA et al., 2023), contribuindo para a redução das emissões de gases do efeito estufa e aumento da produtividade animal (FURTADO et al., 2023). Além disso, a utilização de leguminosas em sistemas integrados também é considerada uma tecnologia agrícola sustentável de baixo custo, pois elevam o aporte de nitrogênio no solo, através da fixação biológica do nitrogênio atmosférico, reduzindo a utilização de fertilizantes nitrogenados mineral, assegurando maior sustentabilidade (EPIFANIO et al., 2019a; EPIFANIO et al., 2019b), pois permite a substituição parcial e/ou total de fertilizante nitrogenado.

A silagem produzida a partir do consórcio de milho, gramíneas e leguminosas tropicais pode beneficiar o sistema solo-planta-animal, assegurando a nutrição das plantas, conservação do solo, manutenção da fertilidade, sequestro de carbono (BOURSCHEIDT et al., 2023), melhorando a saúde do solo (KUMARI et al., 2023) e maximizando a produtividade, qualidade e lucratividade (LIGOSKI et al., 2020).

Entretanto, pouco se conhece sobre o desempenho das culturas para a produção de silagem do consórcio triplo (milho + cultivares de *Panicum maximum* + feijão guandu). Desta forma, nossa hipótese é que o consórcio triplo, pode aumentar a produção de massa seca por hectare, além de produzir silagem de alta qualidade, com maior teor de proteína. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar as características produtivas, perfil fermentativo e valor nutritivo da silagem de milho consorciado com cultivares de *Panicum maximum* e feijão guandu.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A armazenagem de forragem na forma de silagem é uma prática adotada para minimizar os problemas ocasionados pela estacionalidade de produção de forragem no Brasil entre o período chuvoso e seco (PIRES et al., 2010). A silagem é uma importante tecnologia utilizada pelos produtores rurais e indispensável dentro dos sistemas de produção intensivo (GARCIA et al., 2021).

O milho (*Zea mays* L.) apresenta características adequadas para ensilagem, como manutenção do valor nutritivo, alto valor energético e adequadas características fermentativas,

sendo considerada padrão (SILVA et al., 2023). Auxiliando a nutrição dos animais, e sendo uma alternativa para alimentação dos animais no período seco do ano. Contudo, a silagem de milho exclusiva apresenta baixo teor de proteína, o que torna o consórcio com forrageiras tropicais, uma alternativa interessante para o produtor, já que gramíneas e leguminosas apresentam teor de proteína bruta elevado, em relação ao milho (LIGOSKI et al., 2020).

A degradação acomete mais de 80% das pastagens cultivadas no Brasil (CUNHA, et. al., 2020). Desta forma, o consórcio de cultura anual com forrageiras tropicais vem aumentando, pois proporcionam recuperação de pastagens (CASTRO et al., 2021), produção de silagem de qualidade (SOUZA et al., 2019), além de cobertura de solo para o sistema de plantio direto (DIAS et al., 2020). Dentre as forrageiras tropicais destacam-se os gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. Conforme relatado por Souza et al. (2019), o consórcio de forragens tropicais bem manejado não interfere no desenvolvimento do milho, além de incrementar matéria seca e volume de matéria verde a silagem.

O consórcio de milho com gramíneas permite 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). O consórcio da *Brachiaria brizantha* maximiza no volume verde da silagem proporcionando ganhos para o produtor, além de as forrageiras tropicais possuem um bom sistema radicular que favorece a formação de matéria orgânica no solo (BORGES et al., 2020).

Segundo Pereira (2023) o consórcio do milho com forragens do gênero *Panicum* vem sendo cada vez mais utilizada, pois além de aumentar o volume de massa e nutrientes na silagem, a rebrota pode-se utilizar para pastagem de inverno para animais solteiros. Acertar o ponto de corte é fundamental para que se tenha alta produção de massa e boa qualidade nutricional.

Buscando incrementar o teor de proteína bruta da silagem e reduzir gastos com aquisição de sais proteínicos e/ou concentrados, visando o fornecimento de proteína na alimentação de ruminantes, a inclusão de leguminosas como o feijão guandu (*Cajanus cajan* L.) tem se tornado uma alternativa eficiente (SILVA et al., 2023). Esta leguminosa vem sendo utilizada em vários lugares do Brasil para diversos propósitos, como adubo verde e forragem para fonte proteica na dieta dos bovinos (BONFIM-SILVA et al., 2014). Com níveis de proteína bruta em torno de 14% a 17%, o feijão guandu é uma leguminosa que está tendo destaque na produção de silagem,

boa palatabilidade, boa produção de matéria verde e bons teores de proteína (BONFIM-SILVA et al., 2014).

Pinedo et al. (2012) observaram que a adição de feijão guandu na silagem de sorgo elevou linearmente o teor de proteína bruta da silagem. A cada 1% de inclusão do feijão guandu observou-se um aumento de 0,83 unidades percentuais de PB, isso deve-se ao fato do elevado teor proteico da silagem de guandu (17,33%), em relação à silagem de sorgo (8,22). Ligoski et al. (2020) observaram que o consórcio de milho, braquiária e feijão guandu tem potencial para produzir silagem de qualidade com elevado teor de proteína, diminuir as emissões de metano da pecuária e beneficiar o sistema de integração lavoura-pecuária.

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 definindo 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 (SANTOS et al., 2018), 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).

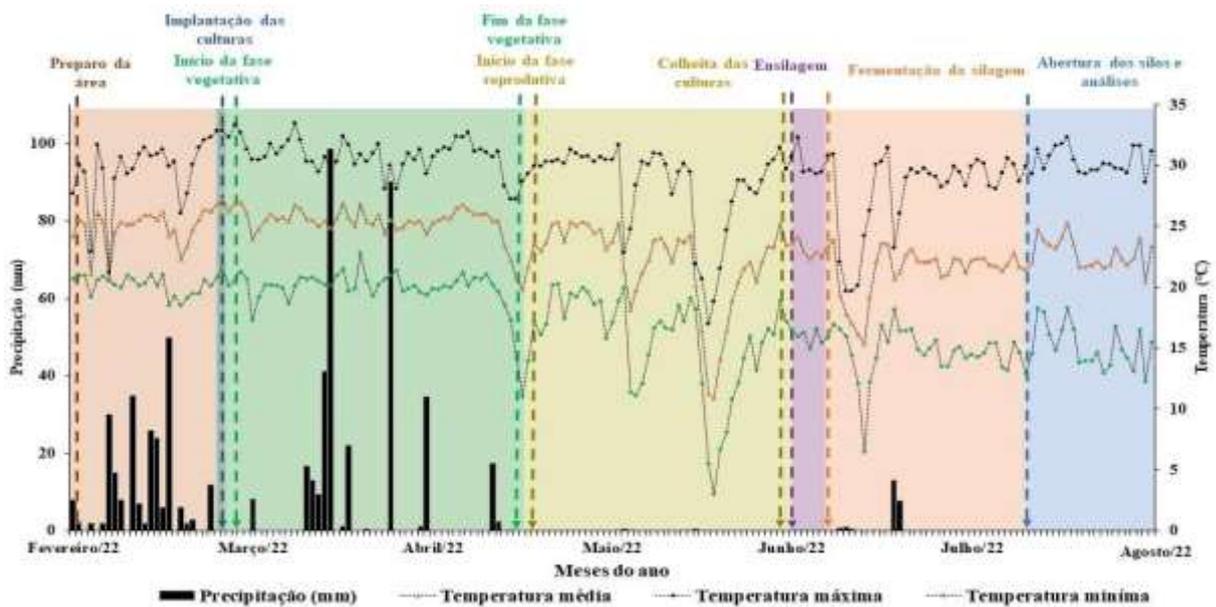


Figura 1. Precipitação mensal e temperaturas mínima, média e máxima registradas de fevereiro a agosto de 2022 em Rio Verde - GO, Brasil.

3.2 Desenho experimental e tratamentos

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, 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 monocultivo, as culturas foram semeadas a 0,50 m entre linhas (Figuras 2a, b, c, d, e). Nos consórcios, 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 2f.

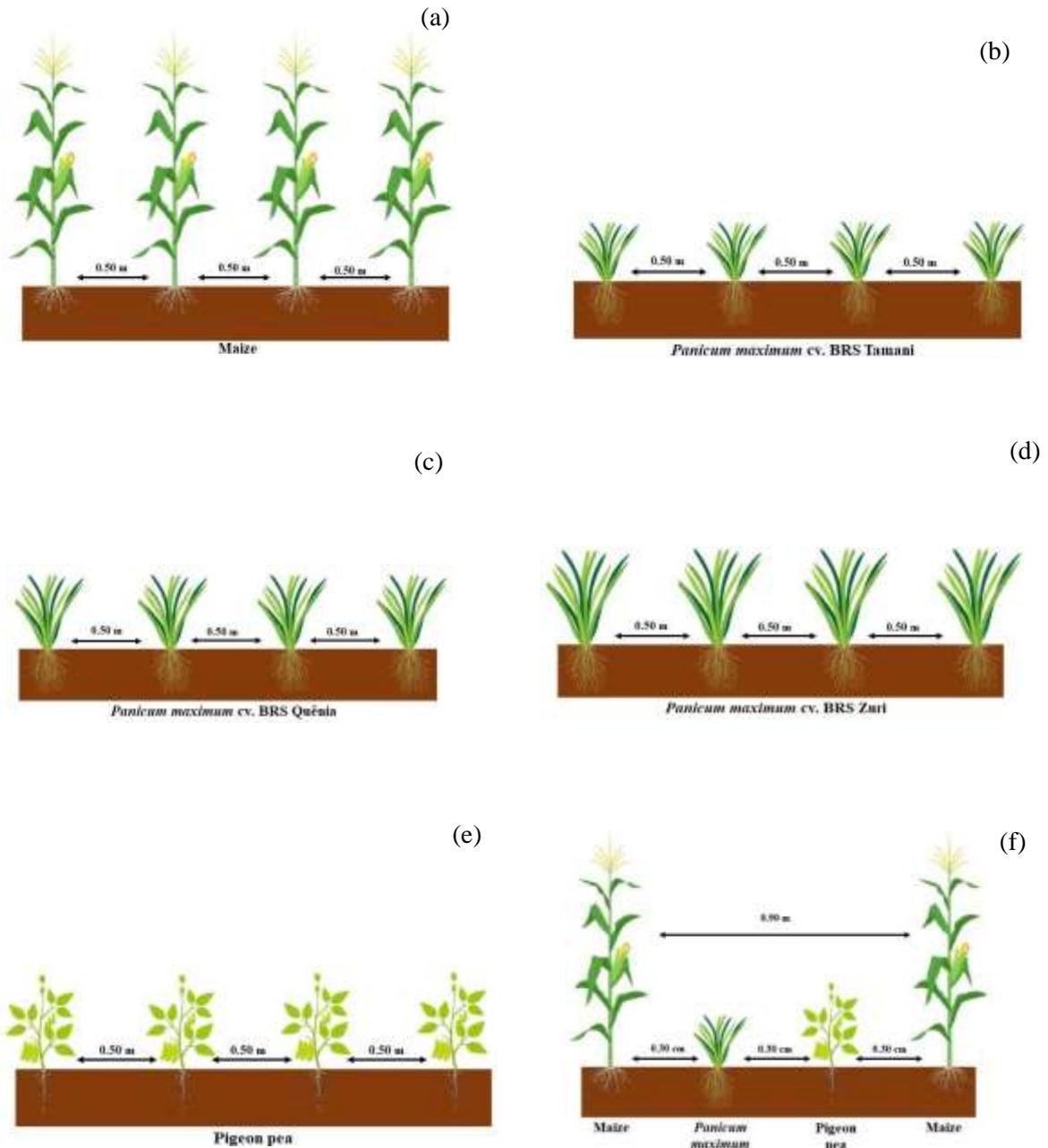


Figura 2. Esquema dos sistemas de cultivo: milho em monocultivo (a), *Panicum maximum* cv. BRS Tamani em monocultivo (b), *Panicum maximum* cv. BRS Quênia em monocultivo (c), *Panicum maximum* cv. BRS Zuri em monocultivo (d), feijão guandu em monocultivo (e) e milho consorciado com cultivares de *Panicum*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

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 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 (%)		
	M	C	FG
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

M: milho; C: cultivares de *Panicum maximum*; FG: feijão guandu

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. 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.

No material *in natura* (antes da ensilagem) foram realizadas análises bromatológicas (Tabela 2) para determinação de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), lignina e extrato etéreo (EE), conforme metodologias descritas por AOAC (1990). Foram determinados fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), conforme método descrito por Mertens (2002). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos através da equação $(\text{NDT} (\%) = 105,2 - 0,68 (\% \text{ FDN}))$, proposta por Chandler, (1990). Para a determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), foi utilizada a técnica descrita por Tilley e Terry (1963), adaptada ao rúmen artificial, desenvolvido pela ANKON[®], usando o instrumento “Daisy incubator” da Ankom Technology (*in vitro* true digestibility- IVTD), conforme resultados demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2 - Características bromatológica do milho, cultivares de *Panicum maximum* e feijão guandu em monocultivo e consorciado antes da ensilagem.

Sistemas de cultivo	MS	PB	EE	DIVMS
	(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹ MS)	(g kg ⁻¹ MS)	(g kg ⁻¹ MS)
Milho em monocultivo	332,65	92,11	44,53	698,34
Tamani em monocultivo	268,92	117,19	20,07	617,56
Quênia em monocultivo	278,87	113,79	19,14	618,24
Zuri em monocultivo	288,34	110,26	20,98	597,71
Feijão guandu em monocultivo	293,19	160,30	21,93	605,34
Milho + Tamani + Guandu	305,84	127,51	26,95	630,12
Milho + Quênia + Guandu	314,94	120,38	27,38	627,92
Milho + Zuri + Guandu	320,92	117,64	27,35	628,45
	FDN	FDA	lignina	NDT
	(g kg ⁻¹ MS)			
Milho em monocultivo	569,58	309,71	30,91	682,84
Tamani em monocultivo	679,48	378,16	53,73	556,12
Quênia em monocultivo	680,06	384,82	58,26	554,98
Zuri em monocultivo	701,68	431,64	63,01	558,56
Feijão guandu em monocultivo	703,91	409,94	52,58	575,07
Milho + Tamani + Guandu	602,19	366,46	38,53	609,34
Milho + Quênia + Guandu	611,28	374,39	40,84	612,45
Milho + Zuri + Guandu	636,09	381,37	42,93	613,89

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; MM: matéria mineral; EE: extrato etéreo; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; NDT: nutrientes digestíveis totais.

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. Uma 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.

Posteriormente foram analisadas as características químico-bromatológicas da silagem descritas acima para o material *in natura*.

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., 2014). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS

Os sistemas de cultivos influenciaram ($p < 0,05$) na produção de massa seca para ensilagem das culturas (Figura 3). A maior produção foi obtida nos sistemas consorciados, com aumento médio de 37,86% na produção em comparação ao milho em monocultivo. Os cultivares de *Panicum maximum* e feijão guandu em monocultivo apresentaram menor produção de massa ensilada.

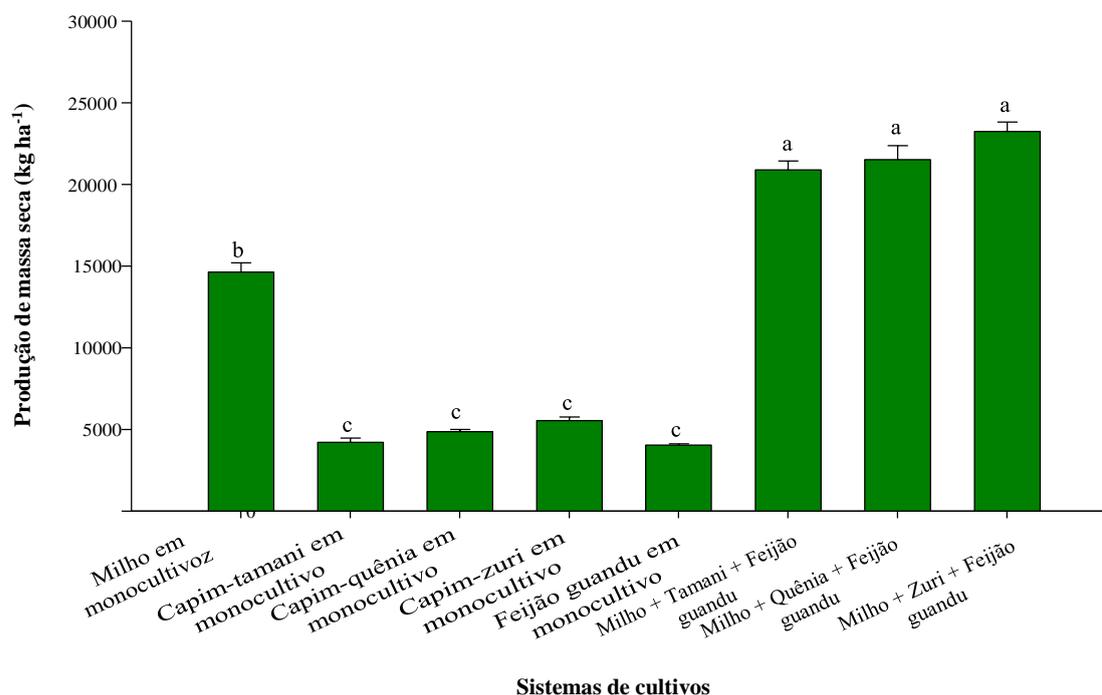


Figura 3 - Produção de massa seca do material ensilado do milho, cultivares de *Panicum maximum* e feijão guandu em monocultivo e consorciado.

As médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As barras verticais representam o erro padrão da média.

Houve efeito significativo ($p>0,05$) no valor nutritivo das silagens em relação aos sistemas de cultivo (Tabela 3). O maior teor de PB foi obtido na silagem de feijão guandu em monocultivo, seguido da silagem do consórcio triplo, que proporcionou aumento de 25,37% em relação a silagem de milho em monocultivo. Valores intermediários de PB foram observados para a silagem de cultivares de *Panicum*, com destaque para o capim-tamani. Por outro lado, a silagem de milho em monocultivo apresentou o menor valor.

Tabela 3 - Teores de PB, MS, EE, DIVMS, FDN, FDA, lignina e NDT (g kg^{-1} MS) da silagem de milho, cultivares de *Panicum maximum* e feijão guandu em monocultivo e consorciado.

Sistemas de cultivo	PB	MS	EE	DIVMS
Milho em monocultivo	90,17 e	332,90 a	43,28 a	689,96 a
Tamani em monocultivo	114,70 cd	270,01 e	19,88 c	616,84 bc
Quênia em monocultivo	110,88 d	284,45 d	18,71 c	617,99 bc
Zuri em monocultivo	107,50 d	290,50 d	19,87 c	590,63 c
Feijão guandu em monocultivo	153,35 a	297,04 d	21,26 c	593,06 c
Milho + Tamani + Guandu	126,66 b	303,79 c	26,21 b	624,15 b
Milho + Quênia + Guandu	119,81 bc	315,06 bc	26,54 b	622,67 b
Milho + Zuri + Guandu	116,03 bc	319,42 b	27,06 b	620,30 b
P valor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Erro padrão	1,737	2,772	0,756	5,30
	FDN	FDA	lignina	NDT
Milho em monocultivo	521,09 d	310,05 d	31,39 e	679,52 a
Tamani em monocultivo	671,08 b	388,68 b	54,22 b	554,64 c
Quênia em monocultivo	681,44 ab	394,66 b	58,02 b	553,5 c
Zuri em monocultivo	705,44 a	436,52 a	63,31 a	557,41 c
Feijão guandu em monocultivo	707,31 a	419,77 a	53,53 c	573,35 c
Milho + Tamani + Guandu	599,13 c	368,94 c	38,11 d	608,37 b
Milho + Quênia + Guandu	606,67 c	370,79 c	40,31 d	611,15 b
Milho + Zuri + Guandu	611,00 c	388,44 b	43,16 cd	612,15 b
P valor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Erro padrão	3,306	6,038	1,049	6,897

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

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.

A silagem de milho apresentou maior teor de EE. A silagem do sistema consorciado foi eficiente em aumentar em 25,07% os teores de EE em relação as silagens das forrageiras tropicais em monocultivo. Benefícios do sistema integrado, também foram observados para a DIVMS das silagens. A silagem do consórcio aumentou em 4,90% a digestibilidade em comparação as silagens do capim-zuri e feijão guandu em monocultivo, que apresentaram os menores valores.

Um das grandes qualidades da silagem de milho são os baixos teores de fração fibrosa, e maiores teores de NDT, conforme mostrado no estudo. A silagem de milho em monocultivo apresentou os menores teores de FDN, FDA e lignina, seguido do consórcio triplo. Dentre as forrageiras, os capins Tamani e Quênia em monocultivo apresentaram menores valores. Já o capim-zuri e feijão guandu em monocultivo apresentaram maiores frações fibrosas. Para o NDT, a silagem de milho apresentou o maior teor. A silagem do consórcio contribuiu com aumento de 8,32% em relação as silagens de forrageiras tropicais em monocultivo, que apresentaram os menores teores de NDT (Tabela 3).

5. DISCUSSÃO

Um das maiores vantagens da produção de silagem de sistemas integrados é o aumento da produção da massa ensilada com adição das forrageiras no sistema (PRADO et al., 2022). Neste contexto, foi verificado no estudo que a maior produção de massa seca dos sistemas consorciados é decorrente do cultivo de três culturas simultaneamente, com melhor aproveitamento da área e resultando em maior rendimento da massa ensilada. Diante deste resultado, vale ressaltar a importância do sistema integrado de cultura anual e forrageiras tropicais (gramíneas e leguminosa), com intuito de aumentar o rendimento de massa seca para ensilagem, em comparação aos sistemas de monocultivo das culturas. Além disso, existe a contribuição da leguminosa no sistema, com possibilidade de reduzir a aplicação de nitrogênio, 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).

Guimarães et al. (2017) avaliaram a produção de biomassa do milho para silagem em consórcio com diferentes populações de braquiária e feijão guandu anão em um Latossolo Vermelho Escuro e concluíram que a integração não afetou a produtividade do milho e, o feijão guandu elevou a produção de massa fresca e seca conforme aumento da densidade de plantas. Em estudos recentes de silagem de sistemas integrados, Prado et al. (2023), avaliando o consórcio triplo do sorgo + capim-tamani + Estilosantes Bela, verificaram que os sistemas consorciados promoveram aumento de 36,20% da massa ensilada no consórcio em comparação ao sorgo em monocultivo, confirmando os benefícios do melhor aproveitamento da área, o que resulta em maior produção da massa ensilada.

Outra vantagem da produção de silagem de sistemas integrados é 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, além de ajudar 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; DIAS et al., 2021; PRADO et al., 2023; HERRERA et al., 2023).

O consórcio triplo de milho, gramíneas e leguminosas para a produção de silagem tem como intuito aumentar o teor de PB da silagem exclusiva de milho, melhorando a qualidade final do alimento fornecido aos animais (SILVA et al., 2023). No presente estudo foi possível observar que a silagem do sistema consorciado foi eficiente em elevar o teor de PB, em relação a silagem de milho em monocultivo (Tabela 3). Esse aumento ocorreu principalmente devido a presença do feijão guandu e dos cultivares de *Panicum maximum* no sistema, demonstrando que a utilização da silagem através do consórcio triplo em sistemas integrados de produção de alimentos, permite redução no fornecimento de proteína na dieta, reduzindo o custo da alimentação, devido à menor adição de alimentos proteínados (RIBEIRO et al., 2017; GOMES et al., 2021).

Corroborando com estes resultados, Edson et al. (2018) verificaram que a silagem mista de milho e leguminosas (70:30) aumentou a produção e qualidade do leite em comparação com a silagem exclusiva de milho, o que pode aliviar desnutrição protéico-energética em pequenos produtores. O custo de produção de um litro de leite foi significativamente reduzido, enquanto margens brutas mais altas foram obtidas quando ensiladas leguminosas em comparação com rações comerciais, demonstrando viabilidade das empresas leiteiras, devido ao seu baixo custo de produção. Estudos desenvolvidos por Ligoski et al. (2020) e Silva et al. (2023), mostraram que a inclusão de feijão guandu na ensilagem do milho, promoveu incremento da PB, sem comprometer o perfil fermentativo da silagem. Além disso, a inclusão do feijão guandu no sistema consorciado atende as exigências nutricionais dos animais, garantindo menor ingestão de suplemento proteico, maior ganho de peso diário e redução de emissões de metano (FURTADO et al., 2023).

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 (BOREANI et al., 2018; TEIXEIRA et al., 2021). Muck Shinnars (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.

A silagem de milho em monocultivo obteve maior teor de EE. Esse resultado está associado a maior quantidade de lipídios contida nos grãos do milho (TEIXEIRA et al., 2021). Entretanto, a silagem do sistema consorciado foi eficiente em aumentar em 25,07% os teores de EE em relação as silagens das forrageiras tropicais em monocultivo, mostrando mais uma vez a vantagem da silagem de sistema integrado, visto que silagem de forrageiras tropicais apresenta baixa quantidade de lipídeos, o que influencia na energia do alimento (SOUZA et al., 2019).

Silagens produzidas a partir de sistema consorciado também demonstrou ser eficiente em aumentar a DIVMS das silagens de forrageiras tropicais em monocultivo (Tabela 3), sobretudo as silagens de capim-zuri e feijão guandu em monocultivo, apresentaram os menores valores. Menores digestibilidades podem ser explicados pela maior concentração de material fibroso (FDN, FDA e lignina) que essas forrageiras apresentam, resultando em menor DIVMS (PEREIRA et al., 2019; ALI et al., 2022).

Segundo Tang et al. (2018), teores de FDN (hemiceluloses, celulose e lignina) e FDA (celulose e lignina) são consideradas importantes características de qualidade da forragem e essa qualidade está condicionada aos baixos teores dessas frações fibrosas no material ensilado. Dessa forma, a redução significativa desses teores de FDN, FDA e lignina (Tabela 3) na silagem do consórcio em relação aos monocultivos de cultivares de *Panicum maximum*, demonstram que a utilização do milho e do feijão guandu em consórcio com as três cultivares, promove melhoria na qualidade da silagem produzida nesse sistema.

Comportamento semelhante foi encontrado por Souza et al. (2019), que verificaram menores teores de FDN e FDA nos sistemas de consórcio com o milho em relação monocultivo do capim-paiaguás, evidenciando assim ocorrência de diluição da fração fibrosa. De forma similar, Hedayati-Firoozabadi et al. (2020) relataram que consórcio de sorgo (*sorgo bicolor*) com kochia (*Bassia indica*) melhorou a qualidade da forragem ao diminuir o teor de FDN e FDA. Essa redução da fibra na silagem, conseqüentemente levará ao aumento de consumo de MS e digestibilidade, já que as concentrações de fibra têm associação negativa com o consumo de MS, bem como com a digestibilidade (ERDAL et al., 2016).

O conteúdo energético dos alimentos é representado pelo NDT (MARQUES et al., 2019). No presente estudo, a silagem do sistema consorciado foi eficiente em aumentar o conteúdo de NDT, em relação as silagens de cultivares de *Panicum* e feijão guandu em monocultivo, isso devido a maior proporção de milho presente nestas silagens (Tabela 1), assim como dos resultados observados por Silva et al. (2023). Vale ressaltar que o NDT juntamente com a PB são variáveis cruciais para os ruminantes, podendo também ser os mais limitantes (SOUZA et al., 2019).

Desta forma, nosso estudo, atende as hipóteses levantadas e demonstra a importância do sistema de integração lavoura-pecuária para a produção de silagem. O consórcio do milho com cultivares de *Panicum* e feijão guandu é uma estratégia promissora para produção de silagem de qualidade, recuperação e/ou formação de pastagens para ser utilizado na entressafra (DIAS et al., 2021) e podendo também ser utilizado posteriormente para produção de biomassa de cobertura do solo para o sistema de plantio direto (OLIVEIRA et al., 2020; DIAS et al., 2020), garantindo a segurança alimentar e promovendo a diversificação na produção de forma sustentável (HERRERA et al., 2023), com aumento da produção por unidade de área durante o ano (BIELUCZYK et al., 2020). Além de reduzir a emissão de poluentes, como o gás metano (FURTADO et al., 2023) e reduzir custos, com a aquisição de fertilizantes nitrogenados mineral (KUTAMAHUFA et al., 2022).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os cultivares de *Panicum maximum* e feijão guandu em monocultivo apresentou menor produção de massa seca para ensilagem. A silagem de milho em monocultivo apresenta MS adequada para ensilagem, porém menor teor de PB.

Assim, este estudou 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 incrementar a massa ensilada e proporcionar balanceamento da silagens das culturas em monocultivo, permitindo uma intensificação sustentável do sistema de produção.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, O.; JUNGES, L.; GOMES, E. N. O.; BATISTOTI, J. O.; CANDIDO, A. R.; KÁSSIA GOMES, F.; LIMA, R. O.; SILVA, A. P. SIQUEIRA, J. C.; ITAVO, L. C. V.; COELHO, E. M. DIFANTE, G. S.; DIAS, A. M. Ruminant kinetics and nutritive value of Zuri grass silage harvested at different ages and added with powder molasses. **Tropical Animal Health and Production**, v. 54, n. 4, p. 231, 2022.

AOAC – **Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis**. 15th ed. Vol.1, Agricultural Chemical; Contaminants; Drugs. Arlington: AOAC Inc.; 1990 [citado 2020 Abr 15]. 768p. <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>. Inglês.

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 southeastern Brazil. **Geoderma**, v. 371, n.114368, 2020.

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.

BONFIM, E. M.; GUIMARÃES, S. L.; FARIAS, L. N.; OLIVEIRA, J. R.; BOSA, C. K.; FONTENELLI, J. V. Adubação fosfatada no desenvolvimento e produção de feijão guandu em latossolo vermelho do cerrado em primeiro cultivo. **Bioscience Journal**, v. 30, n.5, p. 1380-1388, 2014.

BORGES, M. C. R. Z.; NOGUEIRA, K. B.; ROQUE, C. G.; BARZOTO, G. R. Atributos físicos do solo e produtividade da soja em diferentes sistemas de preparo após consórcio sorgo-brachiaria. **Acta Iguazu**, v. 9, n. 1, p. 1–10, 2020

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. <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n224rc>

CASTRO, F. R.; REZENDE, C. F. A. Use of soil correctives and the recovery of degraded pasture of Braquiaria brizantha. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e76101522617, 2021.

CHANDLER, P. Energy prediction of feeds by forage testing explorer. **Feedstuffs**, v. 62, p.12, 1990.

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. <https://doi.org/10.2134/agronj2016.07.0385>

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 Agrônômica**, v. 51, n. 2, 2020. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200031>

CUNHA, R. A. R.; WANDER, A. E.; FERREIRA, M. E.; BETTIOL, G. M. Definição de áreas prioritárias para recuperação de pastagens degradadas e seu impacto econômico no vale do Araguaia, estado goiás. **Revista Agroecossistemas** v. 12, n. 2, 2020.

DIAS, M. B. C.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; BILEGO, U. O.; ALMEIDA, D. P.; BRAND, S. C.; VILELA, L.; FURTINI-NETO, A. E. *Brachiaria* and *Panicum maximum* in an integrated crop-livestock system and a second-crop maize system in succession with soybean. **The Journal of Agricultural Science**, v.1, p. 1-12, 2020.

EDSON, C.; TAKARWIRWA, N. N.; KUZUWA, N. L.; STELLA, N.; MAASDORP, B. Effect of mixed maize-legume silages on milk quality and quantity from lactating smallholder dairy cows. **Tropical animal health and production**, v. 50, p. 1255-1260, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1552-4>

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, 2019a <https://doi.org/10.1080/03650340.2019.1658867>

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, 2019b. <https://doi.org/10.1071/CP18447>

ERDAL, S.; PAMUKCU, M.; CUREK, M.; KOCATURK, M.; DOGU. Silage yield and quality of row intercropped maize and soybean in a crop rotation following winter wheat. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 62, n. 11, p. 1487-1495, 2016.

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. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.019>

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.

FURTADO, A. J.; ABDALLA FILHO, A. L.; BRUNO, J. F.; NETO, R. P.; LOBO, A. A. G.; SILVA, G. V.; PERNA JUNIOR, F.; ALVES, T. C.; BERNDT, A.; PEDROSO, A. F.; MEDEIROS, A. R.; OLIVEIRA, P. P. A.; RODRIGUES, P. H. M. 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. <https://doi.org/10.3390/ani13081323>

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, 2022.

GARCIA, E. L.; SILVA, R. C.; DENADAI, M. S. Viabilidade econômica da cultura do milho para silagem em uma propriedade de gado leiteiro. **Energia na Agricultura**, v. 36, n. 2, 304-314, 2021.

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. DOI: 10.5433/1679-0359.2021v42n2p861

GUIMARÃES, F. S.; CIAPPINA, A. L.; ANJOS, R. A. R., SILVA, A., Pelá, A. Consórcio guandu-milho-braquiária para integração lavoura-pecuária. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 5, p. 22-27, 2017. <https://doi.org/10.32404/rean.v4i5.2218>

HEDAYATI-FIROOZABADI, A.; KAZEMEINI, S. A.; PIRASTEH-ANOSHEH, H.; GHADIRI, H.; PESSARAKLI, M. Forage yield and quality as affected by salt stress in different ratios of *Sorghum bicolor*-*Bassia indica* intercropping. **Journal of Plant Nutrition**, v. 43, n. 17, p. 2579-2589, 2020.

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. <https://doi.org/10.3390/ani13030425>

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. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103646>

KUTAMAHUFA, M.; MATARE, L.; SOROPA, G.; MASHAVAKURE, N.; SVOTWA, E.; MASHINGAIDZE, A. B. Forage legumes exhibit a differential potential to compete against maize and weeds and to restore soil fertility in a maize-forage legume intercrop. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science**, v. 72, n. 1, p. 127-141, 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.

MARQUES, K. O.; JAKELAITIS, A.; GUIMARÃES, K. C.; PEREIRA, L. S.; CARDOSO, I. S.; LIMA, S. F. Production, fermentation profile, and nutritional quality of silage from corn and soybean intercropping. **Semina: Ciências Agrárias**, v.40, n.6Supl2, p. 3143-3156, 2019.

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. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v27n11p892-899>

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.

MUCK, R. E.; SHINNERS, K. J. **Conserved forage (silage an hay): progress an priorities.** International Grassland Congress. São Pedro. Piracicaba, Brasil, FEALQ, 2001,753p.

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.

NAVE, R. L. G.; CORBIN, M. D. Forage warm-season legumes and grasses intercropped with corn as an alternative for corn silage production. **Agronomy**, v. 8, n. 10, p. 199, 2018.

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.

PALUDO, F.; COSTA, K. A. P.; DIAS, M. B. C.; SILVA, F. A. S.; SILVA, A. C. G.; RODRIGUES, L. G.; SILVA, S. A. A.; SOUZA, W. F.; BILEGO, U. O.; MUNIZ, M. P. Fermentative profile and nutritive value of corn silage with Tamani guinea grass. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 6, p. 2733-2746, 2020.

PEREIRA, D. S.; LANA, R. P.; CARMO, D. L.; COSTA, Y. K. S. Chemical composition and fermentative losses of mixed sugarcane and pigeon pea silage. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. 41, 2019.

PEREIRA, Giovanna Dutra. Sistema integrado de produção de milho para silagem consorciado com *Brachiaria* e *Panicum*. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - **Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo**, 2023.

PINEDO, L. A.; CAMPO, F. C.; PEÇANHA, M. R. C.; ABDALLA, A. L. Avaliação de níveis crescentes de guandu sobre as características bromatológicas e qualidade fermentativas da silagem de sorgo. **Pubvet**, v. 6, n. 22, p. 1395, 2012.

PIRES, A. J. V.; REIS R. A.; CARVALHO G. G. P.; SIQUEIRA G. R.; BERNARDES T. F.; RUGGIERI A. C.; ROTH M. T. P. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibrosa de silagens de milho, de sorgo e de *Brachiaria brizantha*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 2, p. 391-400, 2010.

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. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1208319>

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

RIBEIRO, M. G.; COSTA, K. A. P.; SOUZA, W. F.; CRUVINEL, W. S.; SILVA, J. T.; SANTOS JÚNIOR, D. R. Silage quality of sorghum and *Urochloa brizantha* cultivars monocropped or intercropped in different planting systems. **Acta scientiarum. Animal Sciences**, 39: 243-250, 2017.

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. Doi: 10.21475/ajcs.23.17.04.p3700

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

SILVA, L. M.; COSTA, K. A. P.; COSTA, A. C.; OLIVEIRA, K. J.; SILVA, J. A. G.; COSTA, J. V. C. P.; BARROS, V. M.; MORAES, L. E. R.; RODRIGUES, G. O.; MENDONÇA, K. T. M. Fermentation dynamics and quality of maize silage with Pigeon pea. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 4, n. 2, p. 567-584. <http://doi.org/10.5433/1679-0359.2023v44n2p567>

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. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2021.104257>

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**, v. 48, 2019.

TANG, C.; YANG, X.; CHEN, X.; AMEEN, A.; XIE, G. Sorghum biomass and quality and soil nitrogen balance response to nitrogen rate on semiarid marginal land. **Field Crops Research**, v. 215, p. 12-22, 2018.

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.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique of the “in vitro” digestion of forage crop. **Journal of the British Grassland Society**, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.