



CURSO DE BACHAREL EM AGRONOMIA

PERFIL FERMENTATIVO DA SILAGEM DE MILHO, LEGUMINOSAS E MISTAS

Marcos Paulo Francelin Clemente

**Rio Verde, GO
2023**

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

**PERFIL FERMENTATIVO DA SILAGEM DE MILHO,
LEGUMINOSAS E MISTAS**

MARCOS PAULO FRANCELIN CLEMENTE

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

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

Rio Verde – GO
Maio, 2023

MARCOS PAULO FRANCELIN CLEMENTE

Perfil fermentativo da silagem de milho, leguminosas e mistas.

Trabalho de Curso DEFENDIDO e APROVADO em 19 de maio de 2023, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

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

Ms. Luciana Maria da Silva
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, 2023

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

C626p Clemente, Marcos Paulo Francelin
Perfil fermentativo da silagem de milho,
leguminosas e mistas / Marcos Paulo Francelin
Clemente; orientadora Katia Aparecida de Pinho
Costa. -- Rio Verde, 2023.
26 p.

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

1. Stylosanthes guyanensis cv. Campo Grande. 2.
Conservação de forragem. 3. Cajanus cajan cv. BRS
Mandarin. 4. Zea mays L. 5. Stylosanthes guyanensis
cv. Bela. I. Costa, Katia Aparecida de Pinho ,
orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me abençoado sempre e me dado forças para vencer todos os obstáculos e chegar até aqui.

Aos meus pais Marcos Clemente e Márcia Regina Francelin Clemente que nunca mediram esforços para que eu pudesse ter a oportunidade de estudar, pelo apoio, educação, criação e afeto familiar. Obrigado por sempre terem acreditado em mim, vocês são meu tudo!

A minha madrinha Maria Inês por todo apoio financeiro e incentivo para que eu concluísse minha graduação. E mesmo não ter me vendo formar, sempre esteve me orientando aos estudos e me apoiando.

A minha avó Benedita que sempre me incentivou.

A minha irmã Mariana pelo apoio, incentivo e companheirismo de sempre.

A minha namorada Amanda que sempre esteve ao meu lado, por todo amor, carinho, apoio, companheirismo e paciência.

A todos meus familiares que de certa forma me ajudaram diretamente e indiretamente.

Agradeço a Deus pelas pessoas que colocou em meu caminho, amigos que cativei durante a graduação, Mateus Camargo e Matheus Cruvinel, que sempre estiveram comigo na minha jornada acadêmica sendo muito importantes. Vou levar vocês por toda vida.

Ao meu primo de consideração Victor Garcia Leão que sempre esteve comigo me ajudando nos estudos e me incentivando, nunca vou te esquecer.

A minha professora e orientadora Dr^a Kátia Aparecida de Pinho Costa pelos ensinamentos passados e pela paciência durante o período que realizei o trabalho, muito obrigada pela oportunidade.

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

Agradeço ao Instituto Federal Goiano e a todos os meus professores, pela qualidade de ensino, por toda dedicação, pelos ensinamentos compartilhados e pela paciência. Em geral todos os professores sem exceções foram de extrema importância para meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Enfim, a todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para a execução deste trabalho e da minha formação.

A todos, o meu muito obrigado!

LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS

MS	Matéria seca
N-NH ₃ /NT	Nitrogênio amoniacal / nitrogênio total
pH	Potencial hidrogeniônico
K ⁺	Potássio
Ca ²⁺	Cálcio
Mg ²⁺	Magnésio

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Valores de pH, capacidade tampão, teores de matéria seca (MS) e NH ₃ /nitrogênio total da silagem de milho, leguminosas e mistas	14
Figura 2. Perdas totais de matéria seca e produção de efluentes da silagem de milho, leguminosas e mistas	16
Figura 3. Ácido lático (a), acético (b), da silagem de milho, leguminosas e mistas	17

SUMÁRIO

	Páginas
1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1 Silagem de milho	9
2.2 Silagem de leguminosas.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

CLEMENTE, Marcos Paulo Francelin. **Perfil fermentativo da silagem de milho, leguminosas e mistas**. 2023. 26p Monografia (Curso Bacharelado de Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2023.

RESUMO: A substituição parcial da cultura do milho pelas leguminosas tropicais para produção de silagem tem despertado interesse, por trazer benefícios como, balancear o valor nutritivo, melhorar as características qualitativas na matéria seca, além da flexibilidade de uso, constituindo-se alternativa importante para a produção de alimento de forma mais sustentável. Deste contexto, objetivou-se avaliar o perfil fermentativo da silagem de milho com 30% de leguminosas tropicais. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos da silagem: milho; estilosantes Campo Grande; estilosantes Bela; Feijão Guandu; milho + 30% de estilosantes Campo Grande; milho + 30% de estilosantes Bela e milho + 30% de Feijão Guandu, totalizando 21 silos experimentais. Após 50 dias de fermentação os silos foram abertos para avaliação das características fermentativas e bromatológicas das silagens. Os resultados demonstram que silagem exclusiva de leguminosas apresenta perdas fermentativas que compromete a qualidade da silagem. Os estilosantes Campo Grande e Bela são mais recomendados para ensilagem com milho. Desta forma, silagens mistas de milho com leguminosas são uma alternativa para promover maior sustentabilidade, além de reduzir as perdas fermentativas das silagens exclusivas de leguminosas.

Palavras-chave: *Cajanus cajan* cv. BRS Mandarin; conservação de forragem; *Stylosanthes guianensis* cv. Campo Grande, *Stylosanthes guianensis* cv. Bela; *Zea mays* L.

1 INTRODUÇÃO

A sazonalidade de produção de forragem nos trópicos, ao longo do ano, tem comprometido os sistemas de produção animal baseados na exploração exclusiva a pasto, acarretando em alta oferta de produtos de origem animal no verão e queda da produção nos períodos de estiagem (Rufino et al., 2022), devido, principalmente, a redução da qualidade nutricional das forrageiras que afetam negativamente a alimentação animal (Barreto et al., 2020) e consequente o seu desempenho (Dzavo et al., 2019).

Alternativas devem ser buscadas com o intuito de suplementar este déficit de forragem, pois as exigências dos animais se mantêm constante durante todo o ano. Nesse aspecto, a produção de silagem de alta qualidade torna-se alternativa viável à manutenção dos sistemas forrageiros, por restringir o período de carência alimentar e contribuir para a melhoria dos índices zootécnicos do rebanho (Souza et al., 2019).

O milho (*Zea mays* L.) é a cultura usualmente utilizada para a produção de silagem, por apresentar facilidade de cultivo, bom rendimento de matéria verde, bons padrões fermentativos, manutenção do valor nutritivo da massa ensilada, além de boa palatabilidade (Guan et al., 2020; Zeng et al., 2020). No entanto, a silagem de milho apresenta teor de proteína entre 70 a 90 g kg⁻¹ (Paludo et al., 2020), incapaz suprir as exigências proteicas dos ruminantes (Zeng et al., 2020). Além disso, o alto custo na produção de silagem de milho (Edson et al., 2018) tem dificuldade a confecção em grande escala de produção, o que pode comprometer a quantidade ofertada para os animais.

Neste contexto, a substituição parcial da silagem de milho pelas silagens de forrageiras tropicais tem despertado interesse nos últimos anos e apresentado resultados positivos na alimentação de bovinos (Nave e Corbin, 2018; Souza et al., 2019; Paludo et al., 2020; Rufino et al., 2022). Além disso, a presença das leguminosas proporciona melhorias no sistema solo-planta-animal, principalmente quanto à qualidade da forragem e a fixação do nitrogênio atmosférico (Boddey et al., 2020), mantendo maior sustentabilidade para produção de alimentos (Epifanio et al., 2019b).

A introdução de leguminosas na ensilagem de culturas anuais, pode trazer benefícios como, balancear o valor nutritivo, apresentar melhores características qualitativas na matéria seca (Epifanio et al., 2014; Pereira et al., 2019; Ligoski et al., 2020), proporciona maior produção de nutrientes por área (Oliveira et al., 2020), além da flexibilidade de uso, constituindo-se alternativa importante no período de baixa produção de forragem (Paludo et al., 2020; Oliveira et al., 2021).

Dentre as leguminosas de clima tropical, o estilosantes Campo Grande têm se destacado como uma espécie promissora e com grande potencial para a ensilagem, sendo uma fonte de volumoso adequada para nutrição de ruminantes (Souza et al., 2014, Silva et al., 2015; Bao et al., 2022; Silva et al., 2022). Já o estilosantes Bela foi lançado recentemente, e vem demonstrando resultados positivos devido ao seu alto teor de proteína bruta (Assis et al., 2018; Braga et al., 2020; Ribeiro et al., 2020), tornando-se uma alternativa viável para a alimentação de ruminantes. Outra leguminosa que vem destacando para produção de silagem é o feijão guandu (*Cajanus cajan*), pela excelente fonte de proteína para a alimentação animal (Ludkiewickz et al., 2022).

Diante desse contexto, as silagens mistas de milho com leguminosas tropicais torna-se uma boa alternativa alimentar, possibilitando a exploração e diversificação de culturas para melhor produção de silagem, visando atender a demanda da alimentação de qualidade para os ruminantes em época de baixa disponibilidade de forragem. Considerando a escassez de informação de silagens de milho com leguminosas, há necessidade de maiores informações, sobretudo no que diz respeito a recomendação da melhor leguminosa adicionados na ensilagem. Sendo assim, objetivou-se avaliar o perfil fermentativo da silagem de milho com 30 % de leguminosas tropicais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Silagem de milho

As gramíneas de clima tropical utilizada nas pastagens brasileiras perdem sua qualidade e produzem muito menos nas épocas de déficit hídrico e de baixas temperaturas. Sendo assim, a utilização de silagens tem sido uma alternativa eficiente para suprir a escassez de volumoso no período seco, proporcionando alimento de boa qualidade, largamente utilizada na alimentação de ruminantes (Cruvinel et al., 2017).

A região Centro-Oeste é caracterizada por duas estações sazonais definidas do ano: período chuvoso e seco, situação essa que provoca a estacionalidade da produção de forragens. Com isso, a produção de forragem ao longo do ano é desuniforme, em função de oscilações hídricas, onde a produção é elevada durante as águas e escassa no período da seca. Desta forma, a ensilagem é uma ferramenta utilizada com intuito de conservação, podendo assim utilizar o material ensilado na época da seca onde geralmente há escassez de alimento para os animais (Santos e Zanine, 2006).

O milho (*Zea mays* L.) é uma das principais culturas utilizada na segunda safra na região Central do Brasil (Guarnieri et al., 2019) e é considerado como padrão para a ensilagem por apresentar alta palatabilidade para bovinos, facilidade de fermentação, composição de fibras adequadas e alto potencial de matéria seca e grãos (Pereira et al., 2017). Também é considerado como importante fonte de energia, tendo ainda características necessárias para um processo fermentativo adequado quando armazenado no silo (Buso et al., 2018), entretanto, apresenta baixo teor de proteína bruta (PB) em torno de 7 %. No entanto, para suprir as exigências de bovinos de alta exigência nutricional, é necessário a complementação da dieta com alimentos de maior teor proteico (Souza et al., 2019).

Uma das formas para melhorar nutricionalmente o material ensilado é a inclusão de plantas mais proteicas, como as leguminosas (Stella et al., 2016). A inclusão do uso de leguminosas consorciada ou adicionada a gramíneas na ensilagem visa favorecer a elevação do teor de proteína bruta da silagem (Gobetti et al., 2011; Ligoski et al., 2020).

2.2 Silagem de leguminosas

Os sistemas consorciados de leguminosas são uma opção sustentável para melhorar a qualidade nutricional de alimentação animal e diminuir as emissões de gases de efeito estufa do gado. Assim, Ligoski et al. (2020), avaliando a silagem de milho consorciada com feijão guandu e capim-marandu, verificaram que a silagem consorciada apresentou maiores teores de proteína bruta, fibra em detergente ácido e lignina do que a silagem de milho. Além disso, a silagem consorciada diminuiu a produção total de gás e metano, mostrando potencial para aumentar a qualidade nutricional do material conservado e reduzir as emissões de metano em sistemas de produção pecuária.

Dentre as leguminosas o feijão guandu (*Cajanus cajan* cv. Mandarin) destaca-se por apresentar de 17 a 27 % de proteína bruta (Amaefule et al., 2011), além disso essa cultura se destaca por apresentar sistema radicular profundo, capaz de se desenvolver em solos com tendência em formar crosta na superfície, com bom potencial na absorção de água e possibilidade de reciclagem de nutrientes das camadas mais profundas (Farias et al., 2013).

Vários estudos tem comprovado os benefícios da utilização de leguminosas na ensilagem com outras culturas. Rigueira et al. (2017) avaliando os níveis de estilosantes na ensilagem de capim-marandu, verificaram que a leguminosa melhora a qualidade nutricional, o perfil de fermentação e reduz as perdas de silagem com capim-marandu. Recomenda-se a adição de 20 a 30% de estilosantes na matéria natural para produção de silagem mista onde resulta em maior recuperação de matéria seca da massa ensilada.

De acordo com McDonald et al. (1991), a faixa de pH considerada adequada para a conservação da forragem varia de 3,8 a 4,2, enquanto as silagens de gramíneas perenes e leguminosas apresentam tipicamente valores de pH mais elevados. Nesse sentido, Epifanio et al. (2016), verificaram que houve aumento nos valores de pH das silagens dos cultivares de *Brachiaria brizantha* com adição de níveis de estilosantes Campo Grande na massa ensilada, demonstrando que a leguminosa é mais susceptível a redução do pH quando associados aos capins. Normalmente é reconhecido que as silagens de leguminosas estabilizam em pH mais elevado, conforme verificado nos trabalhos de Heinritz et al. (2012) e Souza et al. (2014). Esse resultado pode ser explicado, devido as leguminosas apresentarem maior poder tampão em relação as gramíneas, tendendo a se estabilizar em pH mais elevados com valores superiores a 4,5 para silagens de leguminosas (Kung e Shaver 2001).

Ribeiro et al. (2020), relataram que adição do estilosantes na ensilagem de capim-elefante proporciona maior população de fungos e leveduras, no entanto, produz silagem com melhor composição química e menor produção de efluentes. Em relação ao feijão guandu, Gomes et al. (2021) avaliando a qualidade da silagem de milho com braquiárias e feijão guandu, verificaram que a presença do feijão guandu na composição da silagem mista não alterou o pH, apresentando valores (3,53 -3,74), sendo considerado dentro dos limites indicados para uma silagem de boa qualidade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde na segunda safra de 2021.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos da silagem: milho (híbrido B 2800 PWU); estilosantes Campo Grande (*Stylosanthes guianensis* cv. Campo Grande); estilosantes Bela (*Stylosanthes guianensis* cv. Bela); feijão guandu (*Cajanus cajan* cv. BRS Mandarin); milho + 30% de estilosantes Campo Grande; milho + 30% de estilosantes Bela e milho + 30% de feijão guandu, com três repetições cada, totalizando 21 silos experimentais.

As culturas foram semeadas de forma separada. As parcelas foram constituídas por oito linhas de três metros de comprimento, espaçadas a 0,50 m entre linhas. O milho e o feijão guandu foram semeados a 3 cm de profundidade e os estilosantes a 2 cm de profundidade.

Na semeadura foi aplicado 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na fonte de superfosfato simples e 30 kg ha⁻¹ de FTE BR 12. Para a cultura do milho a adubação nitrogenada e potássica foi realizada quando as plantas apresentavam de três a seis folhas completamente desenvolvidas, sendo

aplicado 180 e 120 kg ha⁻¹ de N e K₂O, nas fontes ureia e cloreto de potássio, respectivamente. Para as leguminosas aos 30 e 60 dias após semeadura (DAS) foi realizada adubação de cobertura com 60 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio).

Foram realizadas duas capinas manual para controle das plantas daninhas de ambas as culturas. Já o milho recebeu controle fitossanitário ao longo do desenvolvimento da cultura, com duas aplicações do inseticida Lannate (princípio ativo metomil) na proporção de 0,4 L ha⁻¹ de produto comercial. Para o controle de lagarta e cigarrinha.

O milho foi colhido para a ensilagem quando apresentava 340,2 g kg⁻¹ MS (matéria seca), as leguminosas no ciclo de desenvolvimento de 100 dias com 260,3 g kg⁻¹ MS para o estilosante Campo Grande, 266,1 g kg⁻¹ MS para o estilosante Bela e 278,5 g kg⁻¹ MS para o Feijão Guandu. As culturas foram colhidas a 20 cm distante do solo. Posteriormente os materiais foram picados separadamente em triturador forrageiro estacionário em partículas de aproximadamente 10 mm.

Logo após, o milho foi homogeneizado com as leguminosas, para os tratamentos com adição de 30% de leguminosas, calculado base na matéria natural. O material foi armazenado em silos experimentais de experimentais de PVC, medindo 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento. Posteriormente, os silos foram compactados com pêndulo, fechados com tampas de PVC e lacrados com fita adesiva de forma a impossibilitar a entrada de ar. Os silos foram armazenados no laboratório à temperatura ambiente e protegidos da chuva e luz solar.

Antes da ensilagem foi determinado o teor de matéria seca (MS) do material *in natura* (milho, estilosantes Campo Grande, estilosantes Bela e Feijão Guandu) de acordo com as metodologias descritas pela Association Official Analytical Chemists [AOAC] (1990).

Os silos foram abertos após 50 dias de fermentação, sendo descartada a porção superior e a inferior de cada um. Já a porção central foi homogeneizada e colocada em bandejas de plástico. As análises dos parâmetros fermentativos: capacidade tampão, pH e nitrogênio amoniacal por nitrogênio total (N-NH₃/NT), foi realizada seguindo a metodologia de Bolsen et al. (1992).

O pH e a capacidade tampão foram determinadas no momento da abertura dos silos, para evitar alterações nos valores esperados devido ao calor e umidade. Para a determinação do nitrogênio amoniacal, a silagem foi congelada a fim de inativar a atividade das bactérias anaeróbicas, evitando desta forma, a volatilização do nitrogênio, e posteriormente as amostras foram descongeladas para extração do suco (Bolsen et al., 1992).

As perdas de totais de matéria seca e produção de efluentes foram determinadas pela metodologia de Jobim et al. (2007). Já os ácidos orgânicos (lático, acético, butirico e

propiónico) foram determinados em cromatógrafo líquido Shimadzu, SPD-10A VP (HPLC), acoplado a detector ultravioleta (UV), no comprimento de onda de 210 nm (Kung Jr. e Shaver, 2001).

Os dados foram submetidos a análise de variância através do programa R versão R-3.1.1 (2014), utilizando-se do pacote ExpDes. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com o nível de significância de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características fermentativas (pH, capacidade tampão, teores de MS, N-NH₃, perdas totais de matéria seca, produção de efluentes, ácido lático e acético foram influenciados ($p < 0,05$) pelas diferentes silagens. Para o ácido butírico e propiónico, não houve efeito significativo ($p > 0,005$) entre as silagens.

A silagem de milho apresentou menor valor de pH (3,69) e a silagem de feijão guandu maior valor chegando a 4,57, seguido das silagens do estilosantes Bela (4,23) e Campo Grande (4,25) (Figura 1a). Maiores valores de pH em silagem exclusivas de leguminosas podem ser explicados pela maior capacidade tampão. Leguminosas de forma geral, apresentam resistência ao abaixamento do pH, devido a presença de substâncias tamponantes como: potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺), que neutralizam os ácidos orgânicos formados pela fermentação, impedindo a redução do pH (Smith, 1962), além dos baixos teores de MS e carboidratos solúveis (Hawu et al., 2022). Kung Jr et al. (2018) relataram valores de pH entre 4,2 e 4,7 para silagens de leguminosas, porém, vale ressaltar que esses valores a qualidade final da silagem podem ser comprometidos, devido ao crescimento de microrganismos indesejáveis no processo fermentativo.

A produção de silagem mistas de milho com as leguminosas contribuíram para abaixamento do pH (Figura 1a). Esta redução ocorreu devido a presença de 70% de milho na composição da silagem, o que garantiu adequado processo de fermentação em função das características fermentativas favoráveis que a cultura apresenta (Bolson et al., 2022). Para uma silagem de boa qualidade a faixa adequada de pH é entre 3,7 e 4,2 (McDonald et al., 1991), indicando que as silagens mistas apresentaram pH adequado.

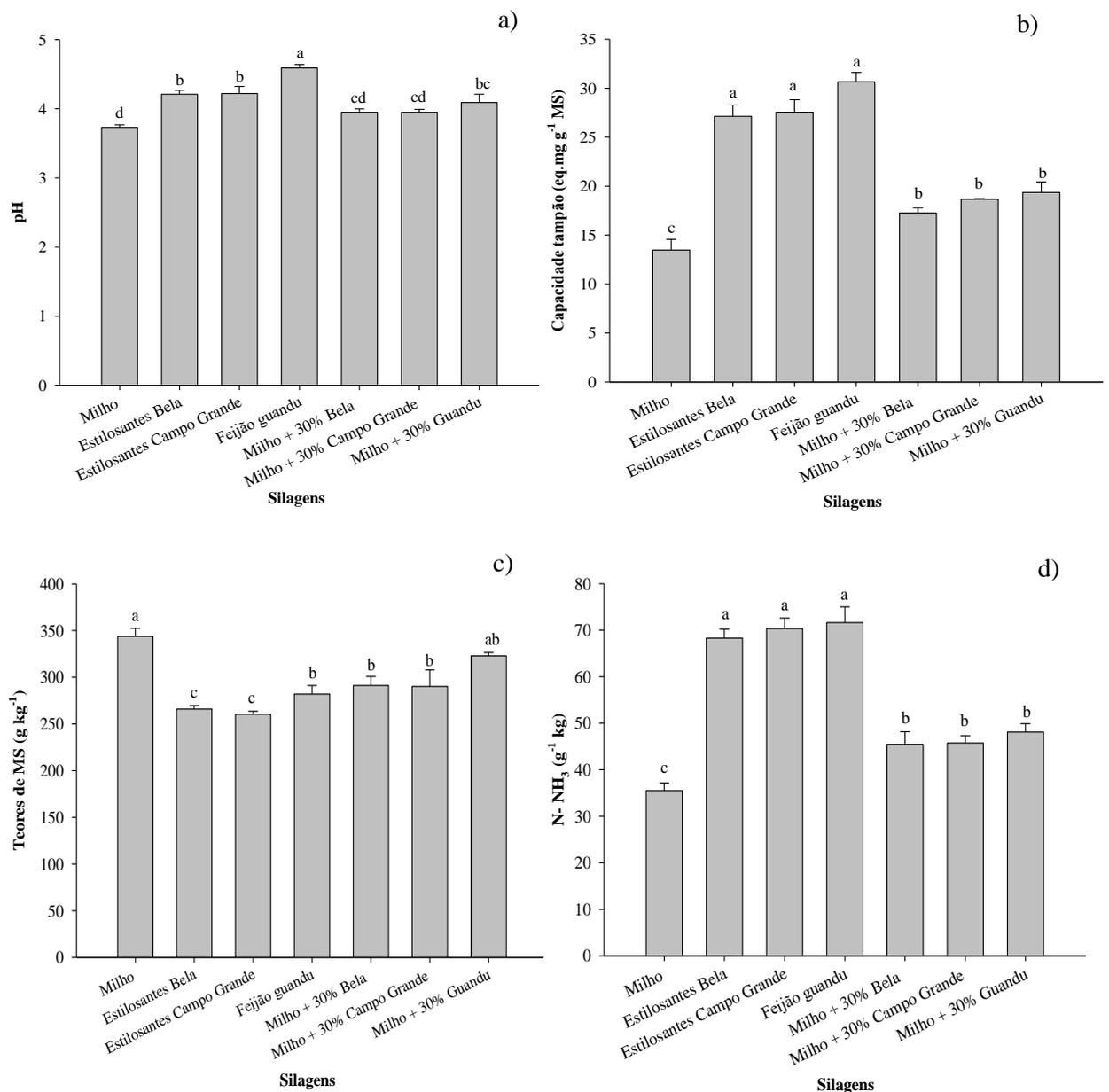


Figura 1. Valores de pH (a), capacidade tampão (b), teores de matéria seca (MS) (c) e NH₃-NT (d) da silagem de milho, leguminosas e mistas.

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Barras verticais representam o desvio-padrão da média de cada ponto.

Silagens de leguminosas exclusivas apresentam alta capacidade tampão, conforme demonstrado na Figura (1b), tornando-as suscetíveis a proteólise durante a fermentação em decorrência da alta capacidade tampão (Baghdadi et al., 2016). Por outro lado, silagens mistas contribuíram para redução de 35,2% da capacidade tampão, em relação as silagens exclusivas de leguminosas. Para as silagens mistas e de milho os valores obtidos ficaram abaixo de 20

eq.mg HCl/100 g MS (Ferrari Júnior e Lavesso, 2001), mostrando que a fermentação ocorreu de forma adequada, garantindo silagem de boa qualidade. Estes resultados demonstram que a fermentação ocorreu de forma adequada, garantindo silagem de boa qualidade. Desta forma, é possível verificar a importância da produção de silagens mistas, a fim de reduzir o pH e a capacidade tampão de silagens exclusivas de leguminosas, garantindo conservação do material ensilado de forma adequada.

A silagem de milho apresentou maior teor de MS ($344,4 \text{ g kg}^{-1}$) (Figura 1c), sendo semelhante a silagem mista de milho com Feijão Guandu ($320,6 \text{ g kg}^{-1}$). Estes resultados estão dentro da faixa considerada ideal para a fermentação adequada do material ensilado que deve ser de 270 a 380 g kg^{-1} MS (McDonald et al., 1991).

Já as silagens exclusivas de estilosantes, apresentaram menores teores de MS, com média de 260 g kg^{-1} , sendo esses valores inferiores a faixa adequada. Menores teores de MS obtidos nos estilosantes podem ser explicados devido à grande proporção de folhas que as leguminosas apresentam (Epifanio et al., 2019a). Os *Stylosanthes* apresentam elevado teor de umidade, sendo indesejável no processo de ensilagem, o que pode resultar em características fermentativas inadequadas, comprometendo a qualidade final do alimento (Hawu et al., 2022). Desta forma a determinação do teor de MS do material antes da ensilagem é fator primordial para o processo fermentativo, pois este afeta diretamente a qualidade final da silagem produzida (Borreani et al., 2018).

Analisando o N-NH₃, foi possível observar que as silagens de leguminosas exclusivas apresentaram maiores valores de N-NH₃ sendo de 72,67; 69,61; 68,98, para a silagem de feijão guandu, estilosantes Campo Grande e Bela, respectivamente (Figura 1d). As silagens mistas contribuíram para reduzir os valores de N-NH₃, em relação as silagens exclusivas de leguminosas que apresentaram os maiores valores. A maior proporção de milho (70%), nas silagens mistas explica este resultado, pois o milho apresenta concentração adequada de carboidratos solúveis, principal substrato usado por bactérias lácticas no processo fermentativo, o que garante rápida fermentação e menor perda de nutrientes (Li et al., 2022).

Os resultados observados no presente estudo estão de acordo com Kung Jr et al. (2018), que citam níveis abaixo de 100 g kg^{-1} de N-NH₃, para classificação de silagem de boa qualidade, demonstrando que houve atuação das bactérias do gênero *Lactobacillus*, permitindo a produção eficiente de ácido láctico e inibição de microrganismos indesejáveis no processo de fermentação, conservando o valor nutricional do material ensilado (Oliveira et al., 2021).

As silagens de leguminosas exclusivas apresentaram as maiores perdas totais de MS (Figura 2a), isto ocorre devido aos menores teores de MS das leguminosas no momento do corte

para ensilagem (Tabela 1) em relação ao milho. As leguminosas apresentam alta capacidade tamponante, elevada umidade, baixa concentração de carboidratos solúveis e atividade da água expressiva, características indesejáveis no momento da ensilagem, que resultam em um processo fermentativo prolongado com alto consumo de substratos fermentáveis, resultando em maiores perdas de MS (Borreani et al., 2018; Castro-Montoya e Dickhoefer, 2020).

As silagens mistas expressaram capacidade de reduzir as perdas totais de MS de silagens exclusivas de leguminosas (Figura 2a). Sendo este resultado possível, devido a maior proporção de milho (70%) e do adequado teor de MS no momento da ensilagem ($340,1 \text{ g kg}^{-1}$). Estes resultados corroboram com Parra et al. (2019) que observaram menores perdas de MS quando o milho representava a maior proporção da silagem de milho-soja.

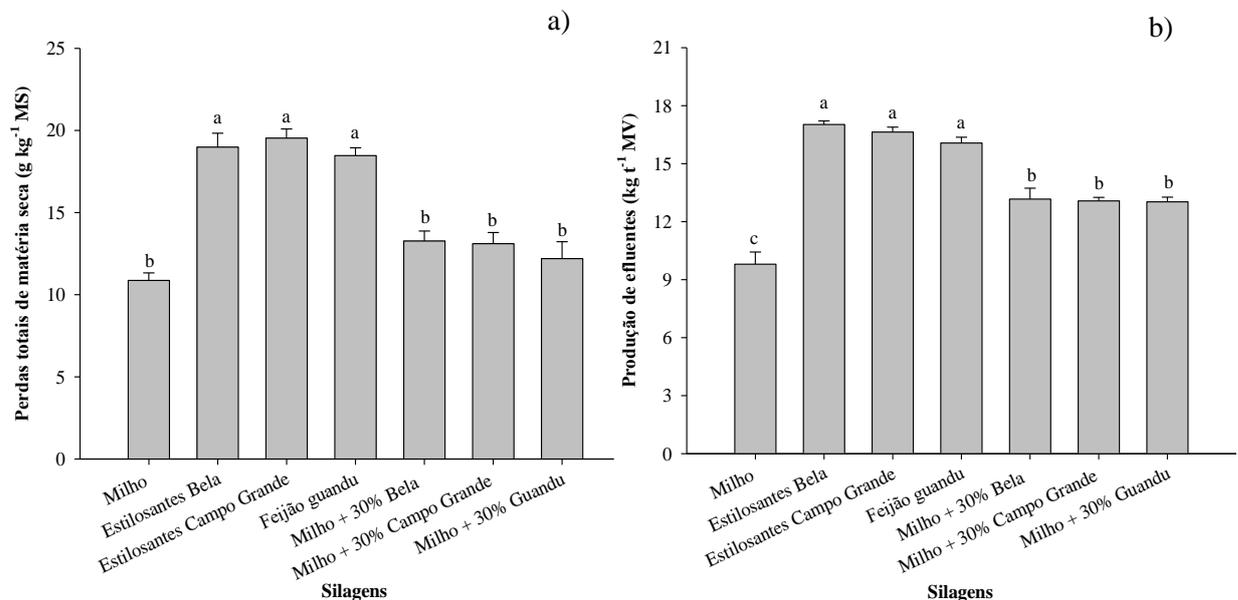


Figura 2. Perdas totais de matéria seca e produção de efluentes da silagem de milho, leguminosas e mistas.

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Barras verticais representam o desvio-padrão da média de cada ponto.

As silagens de leguminosas exclusivas também apresentaram maior produção de efluentes (Figura 2 b). O menor teor de MS das leguminosas na ensilagem (Tabela 1), relaciona-se positivamente com esse resultado. Elevada produção de efluentes acarreta perdas de nutrientes por lixiviação, comprometendo o valor nutritivo da silagem, além de impactar

negativamente a microbiota natural do solo, contribuindo para a emissão de gases do efeito estufa, como o óxido nitroso (Araújo et al., 2020).

A produção de silagens mistas demonstrou ser eficiente na redução da produção de efluentes de silagens de leguminosas exclusivas. Conforme demonstrado anteriormente, a maior proporção de milho na composição das silagens mistas e seu teor de MS adequado na ensilagem, contribuiu para a redução da produção de efluentes e perdas de MS. Amorim et al. (2020) confirmam que as perdas de MS e na forma de efluentes relaciona-se diretamente com as características do material ensilado. Diante destes resultados vale ressaltar a importância da produção de silagens mistas para melhorar o processo o processo fermentativo das silagens de leguminosas exclusivas, permitindo, desta forma, adequada conservação do material ensilado.

Analisando os ácidos orgânicos foi possível observar que silagem de milho apresentou os maiores valores de ácido láctico, seguido das silagens mistas que apresentaram aumento de 48,98% da produção de ácido láctico, em relação a silagem de leguminosas exclusivas (Figura 3a). Resultados semelhantes foram observados por Hawu et al. (2022) que avaliando o uso sustentável de leguminosas na ensilagem de palha de milho observaram aumento na produção de ácido láctico nas silagens de milho-leguminosas. Em condições adequadas de fermentação da silagem o ácido láctico é o principal produto encontrado, que contribui para a rápida estabilização do pH e preservação do material ensilado (Carvalho et al., 2016; Oliveira et al., 2020).

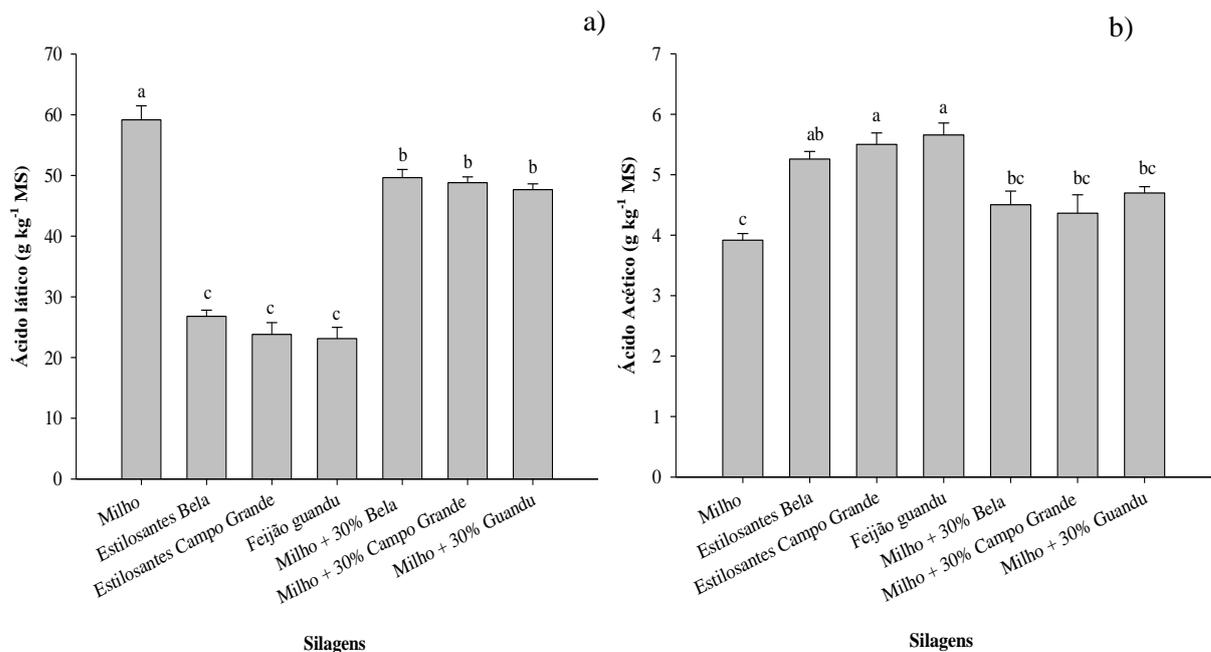


Figura 3. Ácido láctico (a) e acético (b) da silagem de milho, leguminosas e mistas.

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Barras verticais representam o desvio-padrão da média de cada ponto.

As silagens de estilosantes Campo Grande e Feijão Guandu apresentaram os maiores valores de ácido acético (Figura 3b), seguidos da silagem de estilosantes Bela. Esse resultado pode ser decorrente aos menores teores de MS das leguminosas. Já as silagens mistas apresentaram resultados semelhantes a silagem de milho, mostrando mais uma vez a contribuição positiva da silagem mista em proporcionar fermentação adequada da silagem. Mesmo com estes resultados, a produção de ácido acético de todas as silagens encontra-se dentro da faixa adequada de classificação, abaixo de 20 g kg⁻¹ MS, indicando que o processo fermentativo foi eficiente na conservação do material ensilado (Kung Jr et al., 2018). Estes resultados demonstram que durante a fermentação, houve maior atividade das bactérias do gênero *Lactobacillus*, co-produtoras do ácido lático, garantindo queda rápida do pH, e consequentemente preservação adequada do material ensilado (Ni et al., 2018).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Silagem exclusiva de leguminosas apresenta perdas fermentativas que compromete a qualidade da silagem.

Os estilosantes Campo Grande e Bela são mais recomendados para ensilagem com milho. Desta forma, silagens mistas de milho com leguminosas são uma alternativa para promover maior sustentabilidade, além de reduzir as perdas fermentativas das silagens exclusivas de leguminosas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAEFULE, K. U.; UKPANA, U. A.; IBOK, A. E. Performance of starter broilers fed raw pigeon pea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] seed meal diets supplemented with lysine and or methionine. **International Journal of Poultry Science**, v. 10, n. 3, p. 205-211, 2011.

AMORIM, D.S.; EDVAN, R. L.; NASCIMENTO, R. R.; BEZERRA, L.R.; ARAÚJO, M. J.; SILVA, A. L.; MIELEZRSKI, F.; NASCIMENTO, K. D. S. Fermentation profile and nutritional value of sesame silage in relation to usual silages. **Italian Journal of Animal Science**, v. 19, n. 1, p. 230-239, 2020.

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.

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

ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis** (15nd ed.). Arlington, VA: AOAC, 1990.

BAGHDADI, A.; HALIM, R. A.; RADZIAH, O.; MARTIN, M. Y.; EBRAHIMI, M. Fermentation characteristics and nutritive value of corn silage intercropped with soybean under different crop combination ratios. **Journal of Animal and Plant Sciences**, v.26, n.6, p.1710-1717, 2016.

BARRETO, R. F.; PRADO, R. D. M.; HABERMANN, E.; VICIEDO, D. O.; MARTINEZ, C. A. Warming change nutritional status and improve *Stylosanthes capitata* Vogel growth only under well-watered conditions. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 20, n. 4, p. 1838-1847, 2020.

BAO, J.; WANG, L.; YU, Z. Effects of Different Moisture Levels and Additives on the Ensiling Characteristics and In Vitro Digestibility of *Stylosanthes* Silage. **Animals**, v. 12, n. 12, p. 1555, 2022.

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

BOLSEN, K. K.; LIN, C.; BRENT, B. E. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, n. 75, v. 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.

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

BUSO, W. H. D.; MACHADO, A. S.; RIBEIRO, T. B.; SILVA, L. O. Produção e composição bromatológica da silagem de híbridos de milho sob duas alturas de corte. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 5, n. 4, p. 74-80, 2018.

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, p. 465-472, 2016.

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

CRUVINEL, W. S.; COSTA, K. A. P.; TEIXEIRA, D. A. A.; DA SILVA, J. T.; EPIFANIO, P. S.; COSTA, P.H.C.P.; FERNANDES, P.B. Fermentation profile and nutritional value of sunflower silage with *Urochloa brizantha* cultivars in the off-season. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, p. 249-259, 2017.

DZAVO, T.; ZINDOVE, T. J.; DHLIWAYO, M.; CHIMONYO, M. Effects of drought on cattle production in sub-tropical environments. **Tropical animal health and production**, v. 51, n. 3, p. 669-675, 2019.

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, n. 6, p. 1255-1260, 2018.

EPIFANIO, P. S.; COSTA, K.A.P.; GUARNIERI, A.; TEIXEIRA, D.A.A.; OLIVEIRA, S. S.; SILVA, V.R. Silage quality of *Urochloa brizantha* cultivars with levels of Campo Grande *Stylosanthes*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 2, p. 135-142, 2016.

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, p. 491, 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. 1, p. 1154-1169, 2019b.

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, 2019a.

FARIAS, L. N.; BONFIM-SILVA, E. M.; PIETRO-SOUZA, W.; VILARINHO, M. K. C.; SILVA, T. J. A.; GUIMARÃES, S. L. Características morfológicas e produtivas de feijão guandu anão cultivado em solo compactado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 5, p. 497-503, 2013.

FERRARI JÚNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) emurhecido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1424-1431, 2001.

GOBETTI, S. T. C.; NEUMANN, M.; OLIVEIRA, M. R.; OLIBONI, R. Produção e utilização da silagem de planta inteira de soja (*Glycine max*) para ruminantes. **Ambiência**, v. 7, n. 3, p. 603-616, 2011.

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.

GUAN, H., SHUAI, Y., YAN, Y., RAN, Q., WANG, X., LI, D., CAI, Y.; ZHANG, X. Microbial community and fermentation dynamics of corn silage prepared with heat-resistant lactic acid bacteria in a hot environment. ***Microorganisms***, v. 8, n. 5, p. 719, 2020.

GUARNIERI, A.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; SILVA, A. G.; OLIVEIRA, S. S.; SANTOS, C. B. Agronomic and productive characteristics of maize and Paiaguas palisadegrass in integrated production systems. ***Semina: Ciências Agrárias***, v. 40, n. 3, p.1185-1198, 2019.

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.

HEINRITZ, S.N. MARTENS, S. D., AVILA, P.; HOEDTKE, S. The effect of inoculant and sucrose addition on the silage quality of tropical forage legumes with varying ensilability. ***Animal Feed Science and Technology***, v.174, n.3, p.201-210. 2012.

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.

KUNG JR, L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHMIDT, R. J. (2018). Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. ***Journal of dairy Science***, v.101, n. 5, p.4020-4033, 2018.

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

LIGOSKI, B.; GONÇALVES, L.F.; CLAUDIO, F.L.; ALVES, E.M.; KRÜGER, A.N.; 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.

LI, J.; WEN, X.; YANG, J.; YANG, W.; XIN, Y.; ZHANG, L.; LIU, H.; HE, Y.; YAN, Y. Effects of Maize Varieties on Biomass Yield and Silage Quality of Maize–Soybean Intercropping in the Qinghai–Tibet Plateau. **Fermentation**, v. 8, n. 10, p. 542, 2022.

LUDKIEWICKZ, M. G.; ANDREOTTI, M.; MODESTO, V. C.; NAKAO, A. H.; JÚNIOR, O. A.; PECHOTO, E. A. P. Densidade de semeadura de guandu-anão para produção de silagem de milho safrinha consorciado ou não com capim marandu em cerrado de baixa altitude. **Agrarian**, v. 15, n. 55, p. e15281, 2022.

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

NAVE, R. 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.

NI, K.; ZHAO, J.; ZHU, B.; SU, R.; PAN, Y.; MA, J.; ZHONG, G.; TAO, Y.; LIU, X.; ZHONG, J. Assessing the fermentation quality and microbial community of the mixed silage of forage soybean with crop corn or sorghum. **Bioresource technology**, v. 265, p. 563-567, 2018.

OLIVEIRA, N. C.; COSTA, K. A. P.; RODRIGUES, L. G.; SILVA, A. C. G.; COSTA, J. V. C. P.; SILVA, S. Á. A.; ASSIS, L. F. A.; OLIVEIRA, S. M. P.; VIEIRA, M. L. Fermentation characteristics and nutritive value of sweet sorghum silage with Paiaguas palisadegrass and Ipypora grass. **Semina: Ciências Agrárias**, v.42, n.3, 1923-1940. 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.

PALUDO, F.; COSTA, K. A. P.; DIAS, M. B. C.; SANTOS, F. A.; 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.

PARRA, C. S.; BOLSON, D. C.; JACOVACI, F. A.; NUSSIO, L. G.; JOBIM, C. C.; DANIEL, J. L. P. Influence of soybean-crop proportion on the conservation of maize-soybean bi-crop silage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 257, p. 114295, 2019.

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

PEREIRA, L. B.; MACHADO, D. S.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; SILVA, V. S.; ARGENTA, F. M.; MOURA, A. F.; BORCHATE, D. Características agronômicas da planta e produtividade da silagem e grãos de milho submetido a diferentes arranjos populacionais. **Magistra**, v. 29, n.1 p.18-27, 2017.

RIBEIRO, K. G.; SOUZA, I. A.; RIGUEIRA, J. P. S.; CEZÁRIO, A. S.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, O. G. Campo Grande style mixed silages and elephant grass treated with microbial inoculant. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 5, pág. 1729-1738, 2020.

RIGUEIRA, J. P. S.; PEREIRA, O. G.; RIBEIRO, K. G.; MARIELE, VALADARES FILHO, S. C.; CEZÁRIO, A. S.; SILVA, V. P.; AGARUSSI, M. C. N. Silage of Marandu Grass with Levels of Stylo Legume Treated or Not with Microbial Inoculant. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 9, 2017.

RUFINO, L. D. A.; PEREIRA, O. G.; SILVA, V. P.; RIBEIRO, K. G.; SILVA, T. C.; CAMPOS VALADARES FILHO, S.; SILVA, F. F. Effects of mixing Stylosanthes conserved as hay or silage with corn silage in diets for feedlot beef cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v. 284, p. 115152, 2022.

SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M. Silagem de gramíneas tropicais. **Colloquium Agrariae**, v. 2, n.1, p. 32-45, 2006.

SILVA, T. C.; PEREIRA, O. G.; AGARUSSI, M. C. N.; SILVA, V. P.; SILVA, L. D.; CARDOSO, L. L.; RIBEIRO, K. G.; VALADARES FILHO, S. C. Stylosanthes cv. Campo Grande silage with or without concentrate in sheep diets: nutritional value and ruminal fermentation. **Small Ruminant Research**, v. 126, p. 34-39, 2015.

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

SMITH, L. H. Theoretical carbohydrate requirement for alfalfa silage production, **Agronomic Journal**, v. 54, n. 4, p. 291-303, 1962.

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, e.20180222, 2019.

SOUZA, W. F.; PEREIRA, O. G.; RIBEIRO, K. G.; SANTOS, A. S.; VALADARES FILHO, S. C. Intake, digestibility, nitrogen efficiency, and animal performance of growing and finishing beef cattle fed warm-season legume (*Stylosanthes capitata* plus *Stylosanthes macrocephala*) silage replacing corn silage. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 9, p.4099-4107, 2014.

STELLA, L. A.; PERIPOLLI, V.; PRATES, Ê. R.; BARCELLOS, J. O. J. Composição química das silagens de milho e sorgo com inclusão de planta inteira de soja. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, n. 1, p. 73-79, 2016.

ZENG, T.; LI, X.; GUAN, H.; YANG, W.; LIU, W.; LIU, J.; DU, Z.; LI, X.; XIAO, Q.; WANG, X.; ZHANG, X.; HUANG, L.; XIANG, Q.; PENG, Q.; YAN, Y. Dynamic microbial diversity and fermentation quality of the mixed silage of corn and soybean grown in strip intercropping system. **Bioresource Technology**, v. 313, p. 123655, 2020.