

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**CONSÓRCIO DE CULTURAS DE INTERESSE ZOOTÉCNICO PARA PRODUÇÃO
DE SILAGEM**

Pedro Guilherme Ramme de Freitas

CAMPO GRANDE – MS
2023

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

Pedro Guilherme Ramme de Freitas

**CONSÓRCIO DE CULTURAS DE INTERESSE ZOTÉCNICO PARA PRODUÇÃO
DE SILAGEM**

Orientador: Dr. Alexandre Menezes Dias

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE – MS
2023



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Certificado de aprovação

PEDRO GUILHERME RAMME DE FREITAS

**CONSÓRCIO DE CULTURAS DE INTERESSE ZOOTÉCNICO PARA
PRODUÇÃO DE SILAGEM**

**INTERCROPPING OF PLANTS OF ZOOTECHNICAL INTEREST FOR SILAGE
PRODUCTION**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, como requisito
para obtenção do título de Mestre
em Ciência Animal. Área de
concentração: Produção Animal.

Aprovado em: 16-02-
2023BANCA
EXAMINADORA:

Dr. Alexandre Menezes
Dias(UFMS) –
(Presidente)

Dr. Elson Martins
Coelho(UFSM)

Dr. Gelson dos Santos
Difante(UFMS)



Documento assinado eletronicamente por **Alexandre Menezes Dias, Professor do Magisterio Superior**, em 16/02/2023, às 18:01, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gelson dos Santos Difante, Professor do Magisterio Superior**, em 17/02/2023, às 07:38, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elson Martins Coelho, Usuário Externo**, em 23/02/2023, às 12:10, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Camila Celeste Brandao Ferreira Itavo, Professora do Magistério Superior**, em 23/02/2023, às 12:47, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o códigoverificador **3857606** e o código CRC **BB7A927A**.

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade

UniversitáriaFone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

Dedicatória

Ao Deus altíssimo soberano sobre TUDO por me conceder vida e saúde para executar esta pesquisa;

Aos meus pais, Luis e Chirleine Freitas por me apoiarem e se dedicarem em minha educação;

A minha esposa Jaline Machado, pela paciência e apoio despendido desses 24 meses de pesquisa.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

A Deus, soberano sobre TODAS as coisas pelo dom da vida, ao Espírito Santo por me guiar e ao Senhor Jesus Cristo por me dar forças e saúde para continuar.

Aos meus pais Luis Carlos e Chirleine Lia pelo amor incondicional e por me apoiarem sem medir esforços para que eu tenha educação.

À minha esposa pela confiança, paciência, amor e apoio aos meus estudos.

Ao meu orientador Prof^o.Dr. Alexandre Menezes Dias, por me orientar e ensinar com paciência, pelo apoio à execução de pesquisa, profissionalismo e amizade, minha gratidão!

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEZ), pela oportunidade de cursar o programa de pós graduação e pela formação, muito obrigado.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, pelas aulas ministradas e ensinamentos direcionados, pela paciência e excelente didática, obrigado!

Ao grupo de Forragicultura e Pastagens, Amarildo Pedro da Silva, Anderson Ramires Candido e Ângelo Herbet Arcanjo aos ensinamentos compartilhados e amizade, obrigado!

Aos funcionários da Fazenda Escola da UFMS Cleiber Montagna, Antônio, José e seu Luis pela amizade, todos conhecimentos compartilhados e apoio, meu muito obrigado.

Ao secretário do programa de Pós-graduação em Ciência Animal (FAMEZ; UFMS), Ricardo de Oliveira dos Santos, por todo apoio e paciência, meu muito obrigado.

E a todos aqueles que das mais diversas formas, contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional, minha gratidão.

“E tudo quanto fizerdes, fazei-o de todo o coração, como ao Senhor, e não aos homens, Sabendo que recebereis do Senhor o galardão da herança, porque a Cristo, o Senhor, servis.”

Colossenses
3:23,24

RESUMO

O cultivo consorciado de culturas forrageiras pode melhorar as características e valor nutricional da silagem. Objetivou-se avaliar a produção de matéria verde, a composição química bromatológica, pH, perda por gases e digestibilidade *in vitro* da matéria seca e fibra em detergente neutro de silagens consorciadas. Utilizou-se um delineamento em blocos ao acaso com cinco tratamentos (milho + milho, milho + feijão guandu, milho + feijão guandu, milho solteiro e milho solteiro) e quatro repetições. Foram avaliados a produção por hectare, a composição química bromatológica, parâmetros de fermentação tais como pH e perda por gases e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e da fibra em detergente neutro. As maiores produções de matéria verde verificadas foram nas silagens de milho + guandu (38,55 toneladas por hectare) e milho (35,72 toneladas por hectare). Observou-se maiores teores de matéria seca (45,16%) e (42,92%) nas silagens de milho e milho + guandu respectivamente. Maior matéria orgânica (95,81%; 95,56% e 94,60%) foram observados nas silagens com milho em sua composição. Valores superiores de material mineral (5,74%; 5,50% e 4,98%) ocorreram nas silagens com milho. Valores encontrados para fibra em detergente neutro (70,66 %; 70,06 e 67,43) e fibra em detergente ácido (48,65 %; 48,65% e 45,76%) foram maiores nas silagens que utilizaram milho. Os valores de proteína bruta se mostraram superiores nas silagens de milho consorciado com feijão guandu (11,67%). Os maiores valores para extrato etéreo verificados foram milho + guandu (3,14%); milho + guandu (3,12%); milho (2,68%) e milho + milho (2,43%). O maior teor de carboidrato não fibroso foi observado na silagem de milho solteiro (30,74%). Observou-se os maiores valores de pH (3,89) e (3,78) nas silagens de milho + guandu e milho solteiro respectivamente. Não houve diferença para os valores de perdas por gases (P-valor = 0,318). Os maiores valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca foram observados nas silagens de milho (68,36%). Para digestibilidade *in vitro* de fibra em detergente neutro não houveram diferenças (P-valor = 0,2093). Conclui-se que devido a maior produção de matéria verde, valor nutricional e parâmetros fermentativos apresentados o material que melhor se destacou foi a silagem de milho consorciado com feijão guandu.

Palavras-chaves: *Cajanus cajan*, consórcio de forrageiras, *Pennisetum glaucum*, Silagem, *Zea mays*.

ABSTRACT

Intercropping between forage can improve the characteristics and nutritional value of silage. The objective was to evaluate the production of green matter, bromatological composition, pH, gas loss and *in vitro* dry matter disappearance and neutral detergent fiber of intercropped silages. A randomized block design with five treatments (corn + millet, corn + pigeonpea, millet + pigeonpea, single corn and single millet) and four replications was used. Yield per hectare, bromatological chemical composition, fermentation parameters such as pH and gas loss and *in vitro* dry matter disappearance and neutral detergent fiber were evaluated. The highest productions of green matter verified were in millet + pigeon pea (38.55 tons per hectare) and millet (35.72 tons per hectare). Higher dry matter contents (45.16%) and (42.92%) were observed in corn and corn + pigeon pea silages, respectively. Higher organic matter (95.81%; 95.56% and 94.60%) were observed in silages that have corn in their composition. Higher amounts of mineral material (5.74%; 5.50% and 4.98%) occurred in silages that have millet in their composition. Values found for neutral detergent fiber (70.66%; 70.06 and 67.43) and acid detergent fiber (48.65%; 48.65% and 45.76%) were higher in silages that used millet. Crude protein values were higher in millet silages intercropped with pigeon pea (11.67%). The highest values for ether extract verified were corn + pigeon pea (3.14%); millet + pigeon pea (3.12%); corn (2.68%) and corn + millet (2.43%). The highest nonstructural carbohydrates content was observed in corn silage (30.74%). The highest pH values (3.89) and (3.78) were observed in corn + pigeon pea and single corn silages, respectively. There was no difference for gas losses (P-value = 0.318). The highest values of *in vitro* dry matter disappearance were observed in corn silages (68.36%). For *in vitro* neutral detergent fiber disappearance there were no differences (P-value = 0.2093). It is concluded that due to the greater production of green matter, nutritional value and fermentative parameters presented, the material that best stood out was millet silage intercropped with pigeon pea.

Keywords: *Cajanus cajan*, forage intercropping, *Pennisetum glaucum*, silage, *Zea mays*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise química do solo realizada antes da implantação do experimento	12
Tabela 2: Produção de matéria verde das silagens entre culturas de interesse zootécnico (milheto + guandu), (milheto solteiro), (milho + guandu), (milho + milheto) e (milho solteiro)	14
Tabela 3 - Composição químico-bromatológica das silagens entre culturas de interesse zootécnico (milheto + guandu), (milheto solteiro), (milho + guandu), (milho + milheto) e (milho solteiro).	15
Tabela 4 - Parâmetros de fermentação (pH e perdas por gases) das silagens entre culturas de interesse zootécnico (milheto + guandu), (milheto solteiro), (milho + guandu), (milho + milheto) e (milho solteiro).	16
Tabela 5 - Digestibilidade in vitro da matéria seca e da fibra em detergente neutro das silagens entre culturas de interesse zootécnico (milheto + guandu), (milheto solteiro), (milho + guandu), (milho + milheto) e (milho solteiro).	17

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Temperaturas média, mínima e máxima e precipitação mensal durante o período experimental no ano agrícola de 2021/2022.	11
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Carboidrato não fibroso = CNF

Centímetro = cm

Digestibilidade in vitro da fibra em detergente neutro = DIVFDN

Digestibilidade in vitro da matéria seca = DIVMS

Fibra em detergente ácido = FDA

Fibra em detergente neutro = FDN

Grama = g

Grama por quilograma = g/kg

Matéria orgânica = MO

Matéria seca = MS

Matéria mineral = MM

Quilograma = kg

Perda por gases = PG

Proteína bruta = PB

Potencial hidrogeniônico = pH

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo Geral:	2
2.2 Objetivos Específicos	2
2.3 Hipótese	2
3 REVISÃO DE LITERATURA	2
3.1 Produção de silagem no Brasil	2
3.2 Milho	4
3.3 Feijão Guandu	5
3.4 Milheto	7
3.5 Consórcio entre plantas para silagem	8
4. MATERIAL E MÉTODOS	11
4.1. Descrição do local, delineamento e tratamentos experimentais	11
4.2 Ensilagem	12
4.3 Análise química-bromatológica e digestibilidade in vitro	13
4.4 Análise estatística	13
5 RESULTADOS	14
6 DISCUSSÃO	17
7. CONCLUSÃO	21
8 REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

A pecuária de modo geral está em constante evolução e um dos fatores mais limitantes da produção de animais é a manutenção da alimentação do rebanho na época seca (HOFFMAN, et al., 2014). De acordo com Paulino et al., (2002) a época seca é o momento em que os produtores e técnicos devem estar mais preparados para atender as necessidades nutricionais dos animais e se manterem competitivos no mercado, o que explica a necessidade de se obter uma forragem conservada de alto valor nutricional e boa palatabilidade.

A alimentação é o fator determinante de sucesso na produção animal, está diretamente ligada ao desempenho da produção (MARTHA JR et al., 2012). Contudo, têm-se a necessidade de se obter um produto de qualidade elevada, que atenda a demanda produtiva e não seja muito mais dispendioso, visto isso se faz indispensável a obtenção de uma silagem que atenda à estes requisitos (COSTA et al., 2017).

A silagem deve estar presente na adequação de produção de acordo com a variação climática, pois em vários países ocorre a estacionalidade de produção forrageira na época seca do ano (LIRA et al., 2006). Além disso é utilizada o ano todo na pecuária leiteira e de corte, nos mais diversos segmentos como é o caso dos confinamentos e semiconfinamentos, pois permite que seja mantido uma quantidade maior de animais por área, visto a necessidade da busca por um alimento volumoso de qualidade, como é o caso do consórcio de milho com outras espécies (COSTA et al. 2017).

Silagem é uma forma de forragem conservada que basicamente é picada e armazenada em silos onde sofre fermentação a partir de bactérias anaeróbicas, Dos Santos et al., (2017) afirmam que quando aberto o silo seu valor nutritivo é semelhante ao da forrageira verde, no entanto o desenvolvimento da nutrição animal tem buscado pesquisas que melhorem esses valores.

A produção de silagem consorciada é de extrema importância para aumento dos nutrientes no produto final, principalmente no que diz respeito ao incremento de proteína bruta no alimento, pois otimiza o desempenho animal e não torna o processo muito mais oneroso (ARAÚJO et al. 2021).

A produção de forragem conservada tem sido cada vez mais almejada por produtores das diversas áreas, pois de acordo com Oaigen et al., (2013) a tecnologia

na pecuária aumentou significativamente a competitividade do mercado, fazendo com que pecuaristas e técnicos tenham o foco de melhorar a nutrição e conseqüentemente a produtividade na atividade, em razão disto um dos objetivos do presente estudo é avaliar a qualidade nutricional de diferentes tipos de silagem consorciada (milho x milheto, milho x feijão guandu, milheto x feijão guandu, milheto solteiro e milho solteiro).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral:

- Avaliar a qualidade de cultivos consorciados oriundos dos consórcios entre milho, milheto e feijão guandu.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a composição químico-bromatológica das silagens;
- Avaliar a digestibilidade *in vitro* das silagens;
- Avaliar a qualidade fermentativa das silagens consorciadas.

2.3 Hipótese

O consórcio de plantas forrageiras de interesse zootécnico pode melhorar o rendimento produtivo, valor nutricional, qualidade e a digestibilidade de silagens.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Produção de silagem no Brasil

O Brasil está praticamente dividido em 2 picos de produção forrageira: o período das águas que concentra aproximadamente 80% da produção de matéria seca e o período da escassez de chuvas que concentra apenas de 20% dessa produção (HOFFMAN et al.,2014).

De acordo com Bessa et al., (2018) a solução prática para suprir os efeitos da estacionalidade da produção é a inclusão do uso de forragens conservadas, o uso da silagem também é de extrema importância, em propriedades de produção intensiva com rebanhos leiteiros, bovinos em confinamento ou outras categorias animais como

é o caso de caprinos e ovinos os quais necessitam um volumoso de boa qualidade e palatabilidade. (Faria et al., 2021)

A importância da silagem é que pode ser uma forma única ou complementar de alimentação, permite com que aumente a taxa de lotação de animais por área, otimiza espaço na armazenagem de volumoso, auxilia no manejo das pastagens e possui um grande potencial produtivo em termos de nutrição animal (NOVAES et al.,2004).

De acordo com Moraes et al., (2013) o objetivo da silagem é manter a qualidade final do produto como se o mesmo fosse colhido pelo animal no campo, visto isso cada procedimento desde a colheita até abertura do silo deve ser executado de maneira precisa, pois influencia diretamente na característica final do alimento produzido.

A forrageira conservada na forma de silagem passa por um processo químico, biológico e nutricional, onde cada ponto deve ser avaliado da forma mais criteriosa possível para se obter um produto final de elevada qualidade (DE PAULA et al., 2016) . O processo de ensilagem corresponde ao armazenamento da forragem, com algum teor de umidade em um ambiente livre de oxigênio, que proporciona uma esfera favorável ao desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido láctico (TOMICH, 2012).

Pariz et al., (2020) afirmam que a silagem pode ser feita a partir de diversos materiais como por exemplo: capins, cana-de-açúcar, milho, sorgo, milheto, feijão guandu entre outros. O objetivo do consórcio de forrageiras na confecção do silo, é basicamente focado no aumento da qualidade nutricional do alimento que segundo Bernardes et al., (2015). depende, principalmente, da espécie ou variável que será empregada, da idade da planta no momento do corte e da condição do armazenamento no silo e o teor de umidade o que refletirá rigorosamente na composição nutricional da forragem.

O uso de leguminosas na forma de silagem ainda não atingiu grandes patamares no Brasil. Alguns pesquisadores até pouco afirmavam que uma silagem feita com leguminosa, não alcançaria teores ideais de matéria seca nem de carboidratos solúveis para suprir as necessidades de animais que fossem alimentados com o produto (MARI & NUSSIO, 2005).

Neste âmbito, o consórcio de monocotiledôneas com dicotiledôneas dividindo o mesmo espaço veio para incrementar a produtividade, desenvolver a microbiota do solo e até evitar processos erosivos. Isto é considerado uma técnica agroambiental

de sustentabilidade que destina-se para aliar produtividade com desenvolvimento sustentável do meio ambiente (LIGOSKI et al., 2020)

A utilização de plantas da família Fabaceae consorciadas com a família Poaceae, beneficia o aumento do teor de proteína bruta (PB) de forragens conservadas, que quando confeccionada tão somente com gramíneas apresenta valores de PB que dificilmente ultrapassam teores de 7% (GOBETTI et al., 2011).

3.2 Milho (*Zea mays*)

Nos dias de hoje o milho é considerado a cultura agrícola de maior cultivo em todo o mundo e esse índice só tende a aumentar, devido principalmente ao crescimento econômico de países subdesenvolvidos, o que tem levado à um aumento no consumo de carne pelos mesmos, mercado no qual o milho é a base nutricional da cadeia produtiva (LÍCIO et al., 2014).

No Brasil o milho tem destaque entre todos os outros cereais, apresentando produções expressivas de grãos, que ultrapassam as 100 milhões de toneladas produzidas no país, em uma área agrícola de mais de 40 milhões de hectares (CONAB, 2021).

De acordo com Faria et al., (2021) a vantagem do milho para produção de silagem perante outras plantas forrageiras está no seu elevado teor de energia. Pesquisadores à tempos buscam melhora na qualidade de forrageiras como mostra o trabalho de de Struick, (1983) que afirma que entre a década de 1950 até 1980 o cultivo de milho forrageiro passou à aumentar seus potenciais produtivos devido às mudanças tecnológicas nas formas de manejo e o aparecimento de cultivares melhoradas geneticamente, o que contribuiu grandemente para o avanço da cultura na nutrição animal.

O milho é a forrageira de maior uso no Brasil para confecção de silagem. Isso se deve ao fato da planta ter um bom potencial fermentativo e produzir um elevado teor energético, em virtude à presença de grãos (FARIA et al., 2021). O Censo Agropecuário, apresenta dados onde mostram que o milho forrageiro está presente em 50% da produção de lavouras destinadas à conservação de forragens (SIDRA/IBGE, 2010).

Cruz (2012), mostrou que cultivares de milho tem as características e porte ideais para maior produção de matéria seca e carboidratos não fibrosos, graças a quantidade de grãos presentes em sua mistura.

Oliveira (2014), afirma que a cultivar ou híbrido escolhido deve ser avaliado de acordo com a região, clima e tratos culturais e destacou que materiais de cultivo com porcentagem elevada de grãos se destacam para produção de silagem destinada para alimentação animal.

O milho é uma espécie de fácil cultivo, pois se adapta aos mais variados locais, produz uma boa quantidade de volume e de matéria seca por área, apresenta bons teores energéticos e é extremamente palatável, muitas vezes é dispensado o uso de aditivos fermentativos pois a planta já executa este papel naturalmente no processo (PEREIRA et al., 2004). O milho deve ser colhido em torno de 100 dias após o plantio, quando a divisão entre a parte aquosa e a parte mais sólida ("linha do leite"), estiver entre 50 e 75% do grão de milho. Neste ponto, a planta estará com o teor de matéria seca entre 30% e 35% (TOMICH, 2012).

Paziani et al. (2009), descreveu em sua pesquisa um valor de 55,8 % de proporção de espigas e 27,1% de colmo no teor de matéria seca da silagem, valores esses que em média determinam uma boa participação de grãos no material o que representa uma forragem com bom rendimento energético.

Stella et al., (2016) descreve que as características nutricionais da silagem de milho relacionadas com a aceitação dos animais em consumi-la, fazem dela um excelente material a ser utilizado, entretanto seu teores de proteína bruta (PB) nem sempre alcançam as exigências dos animais, necessitando suprir esse déficit com outras alternativas suplementares.

O Brasil é considerado um país de clima tropical, portanto o elevado teor de proteína na silagem é um atributo almejado, ainda mais quando se faz o uso da forrageira conservada na época seca do ano, onde o fator limitante de produção é o decréscimo da taxa de PB das pastagens (TOMICH, 2012).

Quando se faz uso de uma forrageira com maior teor de proteína consequentemente é possível diminuir gastos adicionais com a suplementação concentrada, o Cepea (2012) mostra que no caso de bovinos leiteiros o valor gasto com alimentação está em torno de 50% dos custos totais de produção, o que mostra o quão importante é buscar alternativas que visem reduzir os gastos e manter a qualidade.

3.3 Feijão Guandu (*Cajanus cajan*)

O Brasil possui elevado potencial produtivo de forrageiras devido ao clima, entretanto quando comparado à produção de países de clima temperados, o volume de matéria seca produzida é muito bom, porém o teor de proteína bruta deixa a desejar (STELLA et al., 2016). Visto que o teor proteico dos alimentos é uma das condições limitantes, faz-se necessário a pesquisa sobre utilização de forragens consorciadas que aliem benéfico com praticidade (RIGUEIRA et al., 2015). Neste âmbito se insere o feijão guandu.

De acordo com Araujo et al. (2019) o feijão guandu é uma planta leguminosa, capaz de fixar nitrogênio do ambiente através associação simbiótica com microrganismos, seu porte é arbustivo e pode chegar até 4,5 metros de altura, possui um sistema radicular profundo capaz de se desenvolver bem nos solos do cerrado.

É uma planta que tem sua origem na África, Diniz (2007) afirma que possui boa resistência a solos pobres porém não tolera áreas encharcadas, expressa seu potencial produtivo em locais com pH neutros. Em solos favoráveis com adubação balanceada e regime hídrico adequado produz em média 2 mil quilos de PB por ano em um hectare. O guandu por ser uma leguminosa está diretamente ligado à certas bactérias nodulares em suas raízes, microrganismos estes que são capacitados para fixar o nitrogênio do meio ambiente, nutriente que é primordial para formação de proteína no vegetal, que no caso do feijão guandu varia em torno de 14 a 17% (PINEDO et al., 2012)

O uso do guandu é bastante variado, pode ser utilizado no consórcio das mais variadas forrageiras, tanto em pastejo direto como em conservação como é o caso do feno e da silagem, também no manejo de rotação de culturas quebrando ciclos de pragas, doenças e plantas daninhas (BONFIM-SILVA et al., 2014)

O guandu possui um elevado potencial como adubação verde, Junqueira (2018) diz que quando associado ou rotacionado com outras espécies, possui uma grande eficiência em elevar o teor de matéria orgânica no solo e fixar o nitrogênio do meio ambiente, além de suprimir ciclos de doenças, pragas e competir na supressão de plantas daninhas.

O guandu tem diversas variedades, podendo se apresentar como de ciclo anual ou perene, seu caule é lenhoso e sua raiz é capaz de penetrar em solo adensado atuando como uma planta que auxilia no manejo de áreas compactadas (Villamil et al., 2006). Além de desenvolver nódulos de bactérias do gênero *Rhizobium*, que são responsáveis pela fixação biológica de nitrogênio (LIGOSKI et al., 2020).

As aptidões desta planta são inúmeras, podendo ser utilizada na produção de grãos destinados ao consumo humano, Gomes et al. (2021) destacam também como uma excelente opção de forrageira no plano de incrementação proteica na nutrição animal.

Estudos mostram que a planta quando consorciada com outras forrageiras produz bons teores de proteína, tanto em pastejo direto como em conservação de forragens na forma de silagem, além de ajudar na descompactação do solo e na ciclagem de nutrientes (CALVO et al., 2010).

Silva et al. (2018) afirma que o feijão guandu pode ser utilizado na recuperação de pastagens degradadas, recuperando a qualidade do solo e desempenho produtivo animal. Esta leguminosa serve como complemento na dieta de animais de várias categorias, e pode reduzir em mais de 40% os gastos com alimentação (RODRIGUES et al., 2004).

O guandu pode ser considerado uma planta leguminosa de extrema importância no âmbito de conservação de forragens, Ligowski et al., (2020) afirma que a planta capaz de produzir colheitas com elevado teor de proteína, se adaptando aos mais variados tipos de solos, temperaturas e regimes hídricos, sempre favorecendo seu uso na alimentação animal.

3.4 Milheto (*Pennisetum glaucum*)

O milheto é uma espécie de planta fundamental nos mais variados tipos de produção, é altamente resistente e tolerante à áreas secas com pouca fertilidade do solo (KOLLET et al., 2006). Originária da África suas características agradam produtores e técnicos por todo o mundo, possuem crescimento agressivo e boa produção de matéria seca e proteína bruta, sendo uma excelente opção para nutrição animal (GUIMARÃES et al., 2010).

Netto (1998) descreve que o milheto possui ciclo anual, pode crescer por mais de 2,5 metros de altura e produzir panículas com uma alta densidade de sementes. Almeida (2018) afirma que este vegetal se desenvolve inclusive com baixa precipitação de chuvas, e mesmo em condições de seca e com pouca adubação a planta tem alta capacidade de extração graças a emissão de raízes profundas.

Bastos et al. (2002) descreveu uma composição média dos teores nutricionais da planta de milheto, que variam em torno de : PB 12 à 15%; carboidratos em torno de 70%, lipídeos ao redor de 6%, fibra bruta e material mineral atingem um valor médio

de 2,5%. Valores estes que demonstram a qualidade deste vegetal para nutrição animal.

O teor de proteína elevado do milheto pode representar uma diminuição significativa na utilização de suplementação proteica adicional na dieta de bovinos, diminuindo ainda mais os custos de produção. Adeola & Orban (1995) observaram que os valores de proteína bruta do milheto foram superiores quando comparados ao milho.

O milheto pertence à família das gramíneas que apresenta-se com uma ótima opção para produção de forragem conservada, principalmente em áreas que tendenciam à períodos de estiagem (NETTO, 1998). Seus usos pode ser diversos, tanto em consórcio com outras gramíneas em pastejo direto ou silagem; pode ser plantado na safra e na safrinha e geralmente alcança produtividades superiores ao sorgo e milho (KICHEL& MIRANDA, 2000).

O milheto é uma planta que se adapta facilmente ao ambiente, tolera períodos de escassez de chuvas e solos de baixas fertilidades, porém apresenta uma resposta significativa aos tratos culturais, e quando bem adubada e com regime hídrico favorável atinge picos de produção por área de mais de 50 toneladas de massa verde por hectare. (NETTO, 1998).

Quando comparado à outras forrageiras o milheto é uma ótima opção para elevar a produtividade e qualidade da alimentação animal, podendo ser utilizado nas mais variadas fases de criação e sistemas de produção (BUSO, W.H.D. et al. 2011). Kichel & Miranda (2000) o descrevem como um excelente suplemento proteico/energético que atua na otimização das dietas, e é fundamental na sustentabilidade agrícola e pecuária, podendo ser utilizado de forma única ou consorciada com outras plantas.

A planta de milheto tem boa tolerância a períodos de escassez hídrica, de forma que o desenvolvimento da planta acontece mesmo com poucas chuvas, fato que tem influência direta no controle de ervas invasoras (PEREIRA FILHO et al., 2003). Deste modo o milheto se mostra como uma forrageira de interesse zootécnico com potencial para integrar o consorcio de cultivo com milho e feijão guandu.

3.5 Consórcio entre plantas para silagem

Dados do IBGE (2021) mostram que o rebanho bovino brasileiro possui mais de 220 milhões cabeças entre bois e vacas, isso mostra que o Brasil ao longo dos

anos tem se destacado no mercado agropecuário mundial, necessitando suprir uma enorme demanda de alimentação animal.

A silagem é uma forma de conservação de forrageiras largamente utilizada em toda cadeia pecuária mundial, principalmente em manejo intensivo de confinamentos de corte e produção leiteira (GHIZZI et al., 2017). Uma das vantagens da produção e conservação de forragens em forma de silagem é quebrar a estacionalidade produtiva, visando promover alimentação para o rebanho durante o ano todo (COSTA et al., 2017).

Sabe-se que a produção de vacas leiteiras no país é uma grande consumidora de silagem, e que existe uma grande exigência na alimentação destes animais, por estas e outras razões existe a necessidade de incrementar a produção de silagem do Brasil, aplicando novas tecnologias e aumentando a produtividade e sustentabilidade do sistema, uma das maneiras de fazer isto é o consorcio entre plantas forrageiras, que atuam diretamente na qualidade nutricional do produto final (MEZALLIRA et al. 2013).

A produção e conservação de forragens, mais especificamente o caso da silagem é uma pratica usada em várias categorias de produção animal, que basicamente utiliza na maioria das vezes o milho como único material para confecção do silo. Costa et al. (2017) afirmam que a silagem de milho deixa a desejar no que diz respeito ao teor de proteína bruta, gerando assim a necessidade de incrementar o produto produzido.

Junqueira (2018) descreve que silagens de milho apresentam em média teores aproximados de 8% de proteína bruta, valor que necessita ser incrementado em sistemas de produção intensiva para suprir as necessidades dos rebanhos. O consórcio entre milho e leguminosas aumenta o rendimento da silagem, graças a fixação biológica de N (OLIVEIRA et al., 2021) .

As forrageiras *poaceas* em geral apresentam elevada produção de matéria seca, porém, os valores de proteína geralmente não fornecem uma boa nutrição dos animais, necessitando muitas vezes de suplementação adicional (BARBERO et al., 2016).

Araújo et al. (2021) descrevem que o cultivo consorciado de *poaceas* com leguminosas tem sido utilizado para aumentar os teores de nitrogênio (N) nos sistemas de cultivo, via fixação biológica, e no mais a integração de forrageiras

beneficiam o manejo de pragas, doenças e diminuem o aparecimento de plantas espontâneas.

O feijão guandu é uma planta *fabaceae* de alto consumo animal, podendo ser utilizada nos mais diversos sistemas, desde pastejo direto até conservação em forma de feno ou silagem, segundo Guimarães et al., (2017) quando utilizado em consórcios forrageiros com gramíneas pode atingir teores próximos a 14% de proteína bruta.

O consorcio entre plantas de interesse zootécnico fornece sustentabilidade na produção de silagem, de acordo com Lazáro et al., (2013) sistemas integrados além de incrementarem os teores de N, favorecem em geral a adubação verde e melhoria na descompactação e qualidade do solo. A variedade entre espécies de cultivo forrageiro influencia diretamente na redução de infestação por pragas, doenças e plantas daninhas que possam afetar o ciclo de culturas. (PATEL & DHILLON, 2017).

Dentre o consórcio de forrageiras o milheto se torna uma boa opção pois de acordo com Almeida et al., (2018) é uma alternativa viável para produção de forragem devido a sua elevada produção de massa e composição nutricional. Além de ser uma forragem que tolera poucos tratamentos culturais e estresse hídrico, reduzindo assim o custeio de produção (JACOVETTI et al., 2018). O consórcio de milheto com feijão guandu e com milho ainda é pouco estudado, mas de acordo com Almeida (2017) quando comparado à outras espécies a planta é uma boa alternativa para produção em períodos de estiagem, pois possui uma elevada aptidão no uso da água.

O consorcio de forrageiras tem se tornado uma opção para diversos produtores, que fazem o uso da integração entre culturas para aproveitamento da qualidade nutritiva e da produtividade de diferentes materiais (LUDKIEWICKZ et al., 2022). A integração entre plantas forrageiras tropicais é uma excelente alternativa por trazer a possibilidade de explorar culturas de interesse zootécnico beneficiando o sistema como um todo, solo, planta e animal. (CRUZ et al., 2020).

Ligoski et al., (2020) destacam que além do sistema consorciado favorecer uma nutrição adequada para os animais se torna uma alternativa sustentável de produzir alimento. Pariz et al., (2020) afirmam que é possível estabelecer uma integração entre as mais diversas espécies e gêneros de plantas forrageiras.

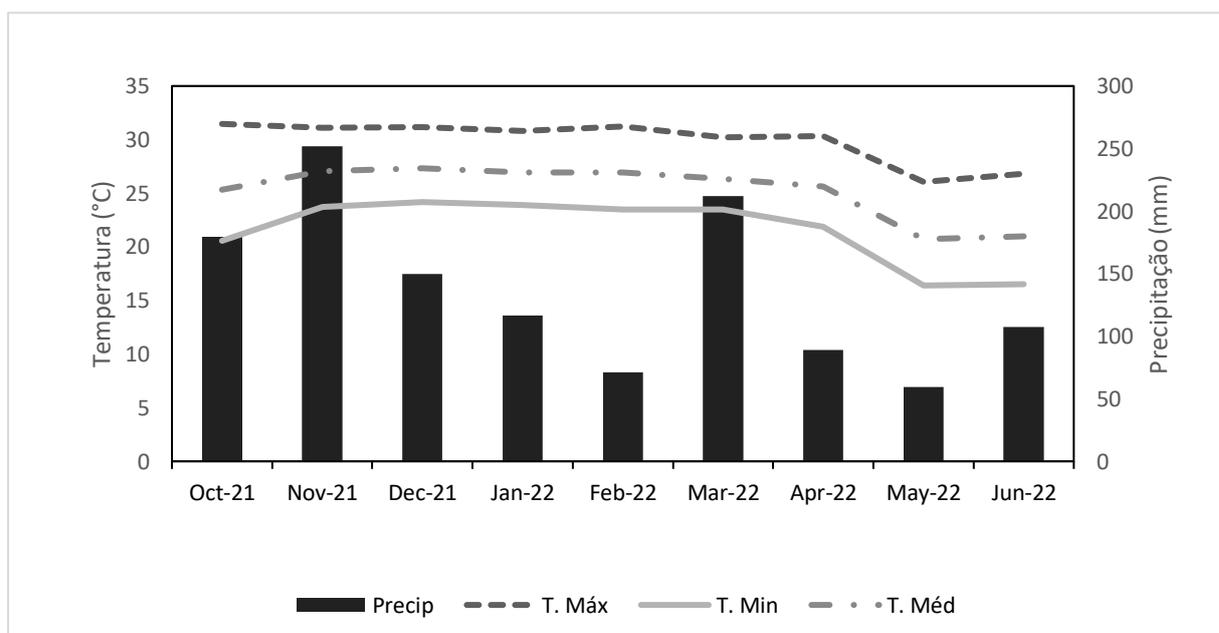
A integração entre culturas para produção de silagem vem apresentando bons rendimentos no que diz respeito a produção de biomassa e qualidade de forragem (COSTA et al., 2021). A silagem produzida a partir da integração visa suprir todas as exigências nutricionais dos animais, seja na produção de energia, proteína ou fibra

(FARIA et al., 2021). Neste âmbito este estudo visa avaliar o consórcio entre plantas das famílias *Poaceae* e *Fabaceae*, especificamente milho, milheto e feijão guandu.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Descrição do local, delineamento e tratamentos experimentais

O experimento foi desenvolvido no setor de forragicultura da Fazenda Escola, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, localizada no município de Terenos – MS (20°26' 48,2''S 54°50' 39,2''O e 530 m de altitude) no ano agrícola de 2021/2022. A temperatura e precipitação média durante o período do experimento foi de 27°C e 158,3 mm, respectivamente. (Figura 1).



Fonte: CEMTEC

Figura 1 - Temperaturas média, mínima e máxima e precipitação mensal durante o período experimental no ano agrícola de 2021/2022.

As forrageiras utilizadas para ensilagem foram estabelecidas no ano anterior (2021). O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram de (milho solteiro; milho + feijão guandu; milho + milheto; milheto + feijão guandu; milheto solteiro). As cultivares utilizadas foram: milho cativerde 02, milheto valente ADRf 6010, feijão-guandu fava larga. A

semeadura nos consórcios foi realizada em uma área de 673 m² em sulcos intercalares espaçados de 0,60 m. A população total foi de 60 mil plantas por hectare tanto para cultivo solteiro quanto consorciado, sendo que a proporção nos consórcios foi de 50% para cada espécie.

O solo da área experimental são classificados do tipo tropical úmido, Latossolos vermelho distrófico, com textura argilosa e baixa fertilidade natural. Fez-se coleta de amostra do solo antes do estabelecimento das plantas em 20 pontos aleatórios, numa profundidade de 0 a 20 cm, homogeneizada, e amostra única foi dirigida para análises químicas (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise química do solo realizada antes da implantação do experimento

Prof.	pH	P	MO	K	Ca	Mg	Ca + Mg	Al	H +	CTC	SB
	(CaCl ₂)								Al		
cm		mg/dm ³	g/dm ³	mg/dm ³			mmol/dm ³				
0-20	5,1	7	23,7	33,9	55	37	92	1	36	129	92,9

A correção e adubação do solo foi feita com 1 ton/ha de calcário dolomítico (PRNT = 80 %), 80 kg/ha de P₂O₅ (superfosfato simples) e 60 kg/ha de K₂O (cloreto de potássio), não foi realizada adubação nitrogenada.

4.2 Ensilagem

O material proveniente da biomassa aérea das forragens foi colhido 20 cm em relação ao nível do solo e pesado para determinação da produção de matéria verde e em seguida foi iniciado o processo de ensilagem (115 dias após o plantio). O material foi picado por ensiladeira convencional de forragem, em partículas de tamanho entre 1 e 2 cm (AUAD et al., 2010), e ensilados em sacos plásticos (200 micras) dupla face com capacidade para 30 kg, sendo o material compactado por prensa hidráulica. A abertura dos silos, foi realizada após 45 dias do procedimento. Foram coletadas para estudo amostras de cada consórcio forrageiro (milho + milheto, milho + feijão guandu, milho solteiro, milheto + feijão guandu, milheto solteiro).

Após o período de fermentação, os silos foram pesados, para determinação das perdas totais de gases utilizando as equações propostas por Jobim et al. (2007). Após isso, a silagem de cada consórcio foi preparada retirando a camada superior e

homogeneizando o centro para retirada de amostras que foram divididas em partes, uma para determinação do pH utilizando peagâmetro digital (modelo MA522), e a outra parte foi acondicionada em sacolas de papel, pesadas e colocadas na estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas.

4.3 Análise química-bromatológica e digestibilidade *in vitro*

As amostras foram secadas na estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas, pesadas, moídas em moinho de facas tipo Willey. Em seguida foram quantificados os teores de matéria seca (MS) (método 934.01: AOAC, 2000), matéria orgânica (MO; 942.05), matéria mineral (MM; 942.05), e a proteína bruta (PB) foi obtida por meio da concentração de N (N total x 6,25) procedimento de Kjeldahl (método 920.87; AOAC, 2000). As frações fibrosas foram determinadas por filtração em cadinhos porosos em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) (Van Soest et al., 1991).

As análises de digestibilidades *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) foram determinadas de acordo com o método DAISYII (Ankom Technology Corp., Fairport, NY; Holden, 1999), utilizou-se o líquido ruminal coletado de um bovino macho adulto fistulado e alimentado com pastagem do gênero *Brachiaria*.

Os coeficientes de digestibilidade *in vitro* referentes aos nutrientes (MS e FDN), foram quantificadas através da seguinte equação: $DIV (g\ kg^{-1}) = (massa\ de\ nutriente\ incubado\ (g) - massa\ de\ nutriente\ residual\ (g) - massa\ do\ branco\ (g)) / (massa\ de\ nutriente\ incubado\ (g)) \times 100$.

4.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o programa estatístico BIOSTAT, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de nível de significância, utilizando o seguinte modelo estatístico: $Y_{jk} = \mu + b_j + c_k + e$ em que:

Y_{jk} – observação dos tratamentos: j – no monocultivo; k – no consorcio;

μ – efeito geral médio;

c_k – efeito dos cultivos

e – erro aleatório associado em cada observação (jk)

5 RESULTADOS

As maiores produções de matéria verde descritas na tabela 2, foram de milho + feijão guandu (38,55 ton/ha) e milho em monocultivo (35,72 ton/ha).

Tabela 2: Produção de matéria verde das silagens de culturas de interesse zootécnico (milheto + guandu), (milheto solteiro), (milho + guandu), (milho + milheto) e (milho solteiro)

Amostra	Milheto + guandu	Milheto	Milho + Guandu	Milho + Milheto	Milho	P - Valor	EPM
Prod MV. (ton/ha)	38,55 a	35,72 ab	13,60 c	26,26 b	10,18 c	<0,0001	5,69

Prod MV (ton/ha): Produção de matéria verde em toneladas por hectare. Médias seguidas por letras minúsculas na linha distintas diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$). P - valor = efeito da interação entre os diferentes tratamentos, EPM: Erro padrão da média.

A composição química das silagens dos consórcios forrageiros (milho + milheto, milho + guandu, milho solteiro, milheto + guandu, milheto solteiro) foi descrita na Tabela 3. Observou-se diferença significativa entre os consórcios sobre os teores de matéria seca (MS) ($P = 0,0001$), fibra em detergente neutro (FDN) ($P < 0,0001$), fibra em detergente ácido (FDA) ($P < 0,0001$), proteína bruta (PB) ($P = 0,0018$), matéria orgânica (MO) ($P = 0,0011$), matéria mineral (MM) ($P = 0,0014$), extrato etéreo (EE) ($P = 0,0064$) e carboidrato não fibroso (CNF) ($P < 0,0001$).

Maiores teores de MS (45,16%) e (42,92%) foram observados nas silagens de milho e milho + guandu respectivamente. Maior MO (95,81%), (95,56%) e (94,60%) foram observados nas silagens com milho em sua composição. Valores superiores de MM (5,74%), (5,50%) e (4,98%) ocorreram nas silagens com milheto. Valores encontrados para FDN (70,66 %), (70,06) e (67,43) e FDA (48,65 %), (48,65%) e (45,76%) foram maiores nas silagens que utilizaram milheto. Os valores de proteína bruta se mostraram superiores nas silagens de milheto consorciado com feijão guandu (11,67%). O menor valor de EE (1,90%) foi verificado na silagem de milheto monocultivo. O maior teor de CNF foi observado na silagem de milho monocultivo (30,74%).

Tabela 3 - Composição químico-bromatológica das silagens de culturas de interesse zootécnico (milheto + guandu), (milheto solteiro), (milho + guandu), (milho + milheto) e (milho solteiro).

Variáveis	Milheto + Guandu	Milheto	Milho + Guandu	Milho + Milheto	Milho	P - Valor	EPM
MS (%)	25.77 c	29.64 b	42.92 a	30.55 b	45.16 a	0.0001	3,87
MM (%)	5.74 a	5.50 a	4.13 b	4.98 ab	3.89 c	0.0014	0,36
MO (%)	93.75 b	94.05 b	95.56 a	94.60 ab	95.81 a	0.0011	0,40
FDN (%)	67.43 a	70.06 a	58.39 b	70.66 a	53.59 b	< 0.0001	3,41
FDA (%)	48.65 a	48.65 a	37.54 b	45.76 a	31.54 c	< 0.0001	3,40
PB (%)	11.67 a	10.04 b	9.47 b	9.44 b	9.08 b	0.0018	0,46
EE (%)	3.12 a	1.90 b	3.14 a	2.43 ab	2.68 ab	0.0064	0,23
CNF (%)	12.01 c	12.49 c	24.85 b	12.47 c	30.74 a	< 0.0001	3,90

MS: Matéria seca; MM: Matéria mineral; MO: Matéria orgânica; FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido; PB: Proteína bruta; EE: Extrato etéreo; CNF: Carboidratos não fibrosos. Médias seguidas por letras minúsculas na linha distintas diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$). P - valor = efeito da interação entre os diferentes tratamentos, EPM: Erro padrão da média.

Em relação ao teor de matéria seca o menor valor (25,77 %) foi encontrado em silagens de milheto cultivadas em consórcio com feijão guandu, em contrapartida os valores de milheto solteiro e milho com milheto se igualaram, portanto foram menores que os de milho em monocultivo e milho + feijão guandu.

Os resultados do monocultivo de milho apresentaram os menores valores em relação aos teores de material mineral, portanto houve significância quando comparado à integração das forrageiras (milho + feijão guandu) e (milho + milheto) este que por sua vez se igualou aos diferentes consórcios.

Silagens consorciadas de milheto com feijão guandu e milheto em monocultivo apresentaram os menores valores em relação ao teor de matéria orgânica (93,75%) e (94,05%) respectivamente, porém não diferiram das silagens de milho com milheto, este material que por sua vez se mostrou semelhante a todos os produtos avaliados.

Nos resultados de FDN os menores valores vistos foram das silagens de milho solteiro (53,59%) e milho cultivado com feijão guandu (58,39%), nos teores de FDA a silagem de milho (31,54%) foram significativamente menores que o restante dos cultivos avaliados.

Nos materiais das silagens de milheto cultivado simultaneamente com feijão guandu é possível verificar que os teores de PB (11,67%) se mostraram superiores

aos quatro demais tratamentos que por sua vez não apresentaram efeitos significativos entre si.

Os menores teores de extrato etéreo foram encontrados nos materiais de milho (1,90%), que por sua vez não se diferiram dos valores encontrados para as silagens de milho com milho (2,43%) e milho em monocultivo (2,68%).

Houve diferença significativa ($P < 0,0001$) nos teores de carboidrato não fibroso CNF, as silagens de milho apresentaram os melhores valores (30,74%), em contrapartida os materiais de milho cultivado com feijão guandu (12,01%), milho com milho (12,7%) e milho solteiro (12,01%) apresentaram menor desempenho em relação a porcentagem de CNF.

O pH dos tratamentos se diferiu estatisticamente onde as silagens de milho (3,78) e milho consorciado com feijão guandu (3,89), apresentaram os maiores valores em relação aos tratamentos observou-se efeito significativo ($P < 0,0074$) quando comparado aos outros cultivos, de milho (3,39), milho x feijão guandu (3,48) e milho x milho (3,52). Não houve diferença significativa ($P = 0,318$) para os teores de perda por gases (Tabela 4).

Tabela 4 - Parâmetros de fermentação (pH e perdas por gases) das silagens de culturas de interesse zootécnico (milho + guandu), (milho solteiro), (milho + guandu), (milho + milho) e (milho solteiro).

Variáveis	Milho + Guandu	Milho	Milho + Guandu	Milho + Milho	Milho	P-valor	EPM
pH	3,48 bc	3,39 c	3,89 a	3,52 bc	3,78 ab	0,0074	0,095
PG (g/kg)	8,62	12,60	16,26	10,12	10,53	0,318	1,32

ph: Potencial hidrogeniônico; PG: Perdas por gases. Médias seguidas por letras minúsculas na linha distintas diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$). P - valor = efeito da interação entre os diferentes tratamentos. EPM = Erro padrão da média.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca apresentou diferença significativa ($P < 0,0001$). Para digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro não houveram diferenças estatísticas comprovadas (Tabela 5)

Tabela 5 - Digestibilidade *in vitro* da matéria seca e da fibra em detergente neutro das silagens de culturas de interesse zootécnico (milheto + guandu), (milheto solteiro), (milho + guandu), (milho + milheto) e (milho solteiro).

Variáveis	Milheto + Guandu	Milheto	Milho + Guandu	Milho + Milheto	Milho	P - valor	EPM
Div MS (%)	55.37 b	55.38 b	56.28 b	49.52 b	68.36 a	< 0,0001	3.08
Div FDN (%)	39.65	32.84	34.12	31.67	45.29	0.2093	2.54

Div MS: Digestibilidade *in vitro* da matéria seca; Div FDN: Digestibilidade *in vitro* de fibra em detergente neutro; P - valor = efeito da interação entre os diferentes tratamentos. EPM = Erro padrão da média. Médias seguidas por letras minúsculas na linha distintas diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,05).

6 DISCUSSÃO

A produção de matéria verde apresentou diferença significativa nos resultados devido principalmente a uma redução gradual do volume de chuvas a cada mês de cultivo. O cultivo de milheto consorciado com feijão guandu, e milheto em monocultivo apresentaram os maiores valores de produção devido a rusticidade e tolerância a períodos de estresse hídrico dessas plantas (Lucena et al. 2018; Souza et al., 2007).

O milheto é uma planta que se desenvolve bem em regiões com volume de chuvas reduzido, necessitando em média 350 mm para completar seu ciclo, e vem se destacando como alternativa de cultivo forrageiro em áreas com baixo índice pluviométrico (Buso et al., 2011).

Souza et al., (2007) destacam que o feijão guandu tem boa adaptabilidade e rusticidade quando submetido à períodos de estresse hídrico. Em contrapartida apesar das plantas de milho fornecerem silagens de ótima qualidade e bons parâmetros fermentativos, quando submetidas a períodos de seca, tendem a reduzir sua produção de biomassa (PEREIRA et al., 2004).

A diferença entre os teores de matéria seca se deve ao fato da colheita ter sido realizada tardia aos 115 dias devido a uma diminuição significativa do índice de precipitação, fato que atrasou o desenvolvimento das plantas, porém neste período o milheto ainda se encontrava em ponto de colheita na fase de grão duro (Miranda & Kichel, 2000) no caso das plantas de milho devido a colheita tardia ocorreu um maior acúmulo de matéria seca em monocultivo e também quando consorciado com feijão

guandu, Carvalho et al. (2015) destacam que uma silagem ideal de milho deve possuir de 30 a 35 % de MS, teores estes encontrados na cultivar de milho utilizada em torno dos 90 dias (Departamento de Sementes CATI, 2002) além do fato de uma colheita tardia acarretar em diminuição da qualidade final do produto. De acordo com a Associação dos Produtores de Soja do Mato Grosso do Sul (2022) ao terço final do mês de novembro houve uma significativa redução no volume de chuvas, fato este que prosseguiu até os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, essa redução do volume de chuvas alterou significativamente a produção das forrageiras.

Observou-se que o feijão guandu reduziu o teor de matéria seca da silagem consorciada com milho, quando comparado ao cultivo solteiro, isto se deve pelo fato de plantas leguminosas apresentarem raízes profundas sendo mais tolerantes à períodos de estiagem, por este motivo mantém mais folhas jovens e verdes (Costa & Oliveira, 1989).

As médias dos teores de MS das plantas de milho em integração com milho (30,55 %) e cultivo solteiro (29,64%) não apresentaram diferenças entre si, quando implantada com feijão guandu mostraram redução significativa nos teores de MS. Guimarães et al. (2009) relatam que estudos mostram o teor adequado de MS das silagens de milho em torno dos 24 aos 32%.

Observou-se um aumento dos teores de material mineral das silagens que apresentaram milho em sua composição isto pode ser devido ao fato de se ter um benefício em relação à demais forrageiras em termos de exigência hídrica, que de acordo com Pereira Filho (2015) a grande vantagem do milho como planta é em virtude da sua elevada resistência à falta de chuva, aliado a alta capacidade de extração de nutriente nas situações adversas. Schimit et al. (2020) destaca que a grande diferença nos teores de material mineral se deve às diferentes taxas de absorção de plantas relacionados com variações climáticas e condições de solo.

Os valores de fibra em detergente neutro apresentaram uma grande variação, pode-se observar que os teores de FDN das silagens de milho solteiro (53,59%) e milho x feijão guandu (58,39%) estão dentro da variação descrita por LIMA et al. (1999) de 49,1 a 68,4%. Por outro lado, as silagens de milho solteiro, milho com feijão guandu e milho com milho, apresentaram valores mais elevados 70,06 %, 67,43% e 70,66% respectivamente, já que as silagens de milho possuem normalmente maior teor de FDN quando comparadas as silagens de milho, em torno

de 60% a 70% (GUIMARÃES et al., 2003). Amaral et al. (2008) encontrou valores entre 72,58 % a 75,44 % de FDN em diferentes cultivares de milho.

De acordo com Guimaraes Jr. et al. (2009), as características nutricionais das silagens de milho variam de acordo com cada diferente cultivar, além do tempo de cultivo e época de ensilagem. Uma boa silagem com adequada quantidade de FDN na dieta de bovinos aumenta a mastigação diminuindo assim a produção de substâncias ácidas, entretanto quando se tem baixo teor de fibra, a mastigação é reduzida, levando à uma menor taxa de salivagem, deixando o ambiente ruminal mais ácido, problematizando a fermentação das bactérias do rúmen (Mertens, 1997). Guimaraes Jr. et al. (2003) apresentaram valores para FDN em silagens de milho que variam em uma amplitude de 60 a 70 %.

As porcentagens de FDA destacaram se pela grande diferença entre os tratamentos onde as silagens de milho solteiro apresentaram os valores mais baixos para FDA (31,54%), estando dentro da amplitude apresentada por Costa et al. (2000) variando de 25,42% até 33,95%. Nas silagens consorciadas de milho com feijão guandu, quando comparada apenas a silagem de milho solteiro nota se um aumento no valor de FDA, isto se deve ao fato da presença de hastes ou caules lenhosos (Seiffert & S.Thiago, 1983).

Tanto as silagens de milho solteiro (48,65%), consorciado com feijão guandu (48,65%) e com milho (45,76%) apresentaram elevado teor de fibra em detergente ácido, de acordo com Guimaraes Jr. et al. (2003) o padrão deve ser o teor estar entre 30 e 40% em silagens de milho, porém este aumento se deve aos fatores climáticos que atrasaram o desenvolvimento das plantas, acarretando assim em uma colheita tardia ocasionando o aumento de lignina em plantas mais velhas.

Os teores de proteína bruta foram superiores nas silagens de milho cultivado com feijão guandu, (11,67%), de acordo com Chaves (1997) em suas pesquisas silagens de milho obtiveram um valor em torno de 9,5% de PB, isto se deve ao fato da forrageira de feijão guandu por ser uma planta leguminosa produzir elevado teor de proteína, aumentando significativamente os valores em seus materiais. Seiffert & S.Thiago (1983) apresentaram trabalhos que mostram a superioridade do feijão guandu quando comparado à outras forrageiras, no que diz respeito a quantidade de PB produzida, em algumas ocasiões chegando a mais de 14%.

Cruz et al. (2012) apresentaram dados de silagens de milho com aproximadamente 9% de proteína bruta. Apesar do cultivo de feijão guandu com milho

ter aumentado a média de proteína no produto final, não foi suficiente para se ter um efeito significativo dos demais tratamentos, com exceção da silagem de milho x guandu que foi superior a todos os consórcios.

Os teores de extrato etéreo em sua maioria foram mais elevados nas silagens com feijão guandu em sua composição, possivelmente ao fato de ser uma planta leguminosa e possuir bom teor de óleo em sua composição (Pereira, 2002), milho com feijão guandu apresentaram maiores valores em relação aos demais tratamentos, porém diferindo se apenas do milho, se mantendo similar as silagens de milho com milho e milho solteiro, ambas que se igualaram a todos os tratamentos.

Os carboidratos são considerados as biomoléculas que mais estão presentes na natureza, e nos vegetais possuem basicamente 2 funções, formação estrutural ou fornecimento de energia. De acordo com Berchielli et al. (2011), cerca de 75 % da dieta dos ruminantes é constituída por carboidratos oriundos principalmente das forragens.

Alves et al. (2009) descreve que os carboidratos são a maior fonte de energia para ruminantes, pois sofrem fermentação por meio de bactérias ruminais que produzem ácidos graxos voláteis que são transformados em energia para organismo. Os carboidratos com função estrutural fazem parte da parede celular, em contrapartida os CNF servem como fonte energética pois fazem parte do conteúdo celular. Kozloski, (2002) afirma que os carboidratos fibrosos constituem grande parte da dieta dos animais, e são a maior fração das forragens.

As silagens de milho se destacaram como principal fonte de carboidratos não fibrosos, isso possivelmente se deve ao fato de o milho ser uma excelente fonte de amido que é a fonte substancial de CNF (Walter et al., 2005) além da colheita tardia ocasionar aumento na proporção de grãos da silagem.

A silagem é oriunda da conservação de plantas forrageiras que através da fermentação, bactérias ácido-láticas transformam carboidratos em ácidos orgânicos, em um ambiente livre de oxigênio, este fato leva a uma redução do valor de pH. Oliveira, (1998) destaca que o êxito em conservação de forrageiras na forma de silagem está diretamente ligado com a produção de ácido lático para manter um pH ideal.

Pope et al. (2018) afirmam que uma silagem de boa qualidade deve manter o valor do pH entre 3,5 e 4,2 e que este valor corrobora o sucesso do produto, as silagens apresentadas nos tratamentos obtiveram valores próximos ou dentro dessa

amplitude destacada, sendo que os materiais de milho cultivado em consorcio com feijão guandu e milho solteiro, apresentaram os melhores valores 3,89 e 3,78 dentro dos índices desejados, isso se deve ao fato das plantas de milho apresentarem bons parâmetros de fermentação, sendo uma das culturas mais utilizadas no país para este processo de conservação (Zopolatto, 2018).

Não houve diferença entre os teores de perdas por gases, estando todos os tratamentos dentro do descrito por Zimmer. (1980), que destaca que perdas por gases podem chegar até 4% e interferem em todo ambiente no interior do silo. Fernandes et al. (2016) diz que essa perda por gases principalmente o dióxido de carbono é influenciado por diversos fatores, como a respiração celular, bactérias indesejadas ou até mesmo fissuras, rasgos ou orifícios no silo.

Alves et al., (2018) destacam que a digestibilidade *in vitro* da matéria seca está diretamente ligada ao tempo de retenção que o alimento fica no ambiente ruminal, devido a isso as silagens de milho apresentaram os maiores valores graças a grande quantidade de grãos (amido) na mistura. De modo geral, os valores de digestibilidade da MS avaliados nos demais tratamentos são desejáveis e não ficaram distantes do descrito por Senger et al. (2005).

Avaliando os teores de DIVFDN dos tratamentos os valores ficam abaixo do ideal, pois o valor nutritivo de forrageiras diminui com o amadurecimento fisiológico, levando a um aumento na porção fibrosa que de acordo com Diniz et al. (2018) além de ser digerida lentamente não é totalmente digerida, e causa efeito de enchimento ruminal, Mertens (1997) descreve que valores maiores que 60% de fibra em detergente neutro, estão ligadas com baixo consumo.

7. CONCLUSÃO

De acordo com a pesquisa realizada pode-se afirmar que devido a maior produção de matéria verde por hectare, valor nutricional principalmente teor de proteína bruta e parâmetros fermentativos apresentados em situação de estresse hídrico e colheita tardia, o material que melhor se destacou nessas condições foi a silagem de milheto consorciado com feijão guandu, porém todos os materiais apresentaram silagens de boa qualidade.

8 REFERÊNCIAS

- ADEOLA, O.; ORBAN, J.I. **Chemical composition and nutrient digestibility of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) fed to growing pigs**. Journal of Cereal Science, v.22, 1995.
- ALVES, B. F. L., MARTINS, A.G., ROCHA, J.K.L., LIMA, L.R., CAMARGO, K.D.V., SILVA, P.I.J.L.R., CARVALHO, A.P.S., CABRAL.L.S. **Digestibilidade In Vitro Do Milho Em Função Do Grau De Processamento Do Grão**. 28º Congresso Brasileiro de Zootecnia. 2018
- Alves, T. C.; Franzolin, R.; Rodrigues, P. H. M.; Alves, A. C. **Efeitos de dietas com níveis crescentes de milho no metabolismo ruminal de energia e proteína em bubalinos**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n.10, p. 2001- 2006, 2009.
- ALMEIDA, A. M. de. **Eficiência no uso da água e produtividade de biomassa do milheto (*Pennisetum glaucum* (L) R. Br.) sob diferentes níveis de reposição hídrica**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017
- ALMEIDA, M. C. R., LEITE, M. L. de M. V., SÁ JÚNIOR, E. H. de, CRUZ, M. G., MOURA, G. A., MOURA, E. A., SÁ, G. A.S., & LUCENA, L. R. R. **Crescimento vegetativo de cultivares de milheto sob diferentes disponibilidades hídricas**. 2018.
- AMARAL, P. N. C.; EVANGELISTA, A. R.; SALVADOR, F. M.; PINTO, J. P. **Qualidade e valor nutritivo das silagens de três cultivares de milheto**. Ciência e Agrotecnologia, v. 32, n. 2, p. 611-617, 2008
- AUAD, A. M. et. al. **Manual de bovinocultura de leite**. Brasília: LK Editota; Belo Horizonte: SENAR-AR/MG; Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010. 608p.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists (1975). **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. Washington, USDA, 1975. 1015 p.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. (2000). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th ed., v.I e II, Gaithersburg, MD, USA.
- APROSOJA-MS - Associação dos Produtores de Soja do Mato Grosso do Sul (2022). **Estiagem na Safra de Soja 2021/2022 no Estado de Mato Grosso do Sul**. 2022.
- ARAÚJO, B.A., MOREIRA, F.J.C., GUEDES, F.L. **Emergência e crescimento inicial de feijão guandu em função dos substratos e salinidade da água de irrigação**. 2019.
- ARAUJO, I. T. ; ZACARIN, G. G. ; OLIVEIRA, E. S. ; BONFANTI, L. ; GUIMARAES, N. F. ; GALLO, A. S. ; FONTANETTI, A . **Maize-Crotalaria spectabilis intercropping in organic system and relations with the insect community**. Australian Journal Of Crop Science (Online), 2021.

BARBERO, R.P.; BARBOSA, M.A.A.F.; FORTALEZA, A.P.S.; MASSARO JÚNIOR, F.L.; SILVA, L.D.F.; CASTRO, L.M. **Suplementação com fontes proteicas na terminação de novilhas de corte: estudo bioeconômico**. Ciência Animal Brasileira, Goiânia-GO, v. 17, n. 1, p. 45-50, 2016.

BASTOS, A.O.; FILHO, L.C.L.; PASSIPIERI, M.; BASTOS, J.F.P. **Diferentes Níveis de Grão de Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) na Alimentação de Suínos**. 2002.

BESSA, S.V., SANTOS, A. J. M., BACKES, C., RODRIGUES, L. M., TEODORO, A. G., TOMAZELLO, D. A., REZENDE, P. R., RIBON, A. A., LEITE, L. F. & GIONGO, P. R. **Silage of maize intercropped with grass and pigeonpea subjected to N rates and pasture development in the offseason**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina. 2018.

BUSO, W.H.D. et al. **Uso do milheto na alimentação animal**. PUBVET, Londrina, V. 5, N. 22, Ed. 169, Art. 1136, 2011.

BONFIM-SILVA, 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.

BRAZACA, S.G.C., SALGADO, J.M., FILHO, J.M., NOVAES, N.J. **Avaliação física, química, bioquímica e agrônômica de cultivares de Feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L) Mill)**. São Carlos, 1996.

BERCHIELLI, T. T.; MESSANA, J. D.; CANESIN, R. C. **Produção de metano entérico em pastagens tropicais**. Revista de Saúde e Produção Animal, v. 13, n. 4, p. 954-968, 2012.

BERNARDES, T. F.; SCHMIDT, P.; DANIEL, J. L. P. **An overview of silage production and utilization in Brazil**. In: International Silage Conference, Piracicaba 2015.

BOLSEN, K. K., LIN, C., BRENT, B. E., & GADEKEN, D. **Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages**. Journal of Dairy Science, 75, 3066-3083. 1992.

CALVO, C. L.; FOLONI, J. S. S.; BRANCALIÃO, S. R. **Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milheto e sorgo em três épocas de corte**. Bragantia, Campinas, v. 69, n. 1, p. 77-86, 2010.

CAPELLE, E.R.; FILHO, S.C.V.; SILVA, J.F.C.; CECON, P.R. **Características Químicas e Bromatológicas dos Alimentos**. 2001.

CARVALHO, O.D; CHAVES, F.F; MIRANDA, C.E.J; OLIVEIRA, S.J; BERNARDO, F.W; MAGALHÃES, A.M.V. **Sete passos para uma boa ensilagem de milho : cartilhas adaptadas ao letramento do produtor**- Brasília, DF : Embrapa, 2015.

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (ESALQ/USP). Leite – **Custos de Produção**. Piracicaba: Cepea-ESALQ/USP, 2012. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/leite/?page=672>.

CHAVES, C. **Produção e valor nutritivo das silagens de capim sudão [Sorghum sudanense (Piper) Stapf, milheto (Pennisetum americanum (L.) Leeke], teosinto (Euchlaena mexicana Schrad) e milho (Zea mays L.)** 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira. Milho**. Brasília, 2021.

COSTA, N. L, OLIVEIRA, J. R. C. **Efeito do diferimento sobre o rendimento e composição de leguminosas forrageiras nos Cerrados de Rondonia**– Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária, Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (EMBRAPA/UEPAE), Rondônia, no. 68. 5 p. ano 1989.

COSTA, J.A.A.; NEVES, A.P.; et al. **Consórcio de Guandu com Milho ou com Sorgo para Produção de Silagem**. EMBRAPA. Brasília, 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>

COSTA, J. A. A.; PARIZ, C. M.; FROTA, N. M. L. da; REIS, F. A.; COSTA, C.; ARAÚJO NETO, R. B. de; TEIXEIRA NETO, M L.; MEIRELLES, P. R. de L.; FEIJÓ, G. L. D.; CASTILHOS, A. M. de; CATTO, J. B.; CARVALHO, G. M. C. **Produção de ovinos de corte em sistemas integrados**. Sistemas de integração lavoura-pecuária - floresta: a produção sustentável. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

COSTA, N. R., CRUSCIOL, C. A. C., TRIVELIN, P. C. O., PARIZ, C. M., COSTA, C., CASTILHOS, A. M., SOUZA, D. M., BOSSOLANI, J. W., ANDREOTTI, M., MEIRELLES, P. R. L., MARIANO, E. MORETTI, L. G.. **Recovery of 15N fertilizer in intercropped maize, grass and legume and residual effect in black oat under tropical conditions**. Agriculture, Ecosystems and Environment. 310. 2021.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. GONTIJO NETO, M. M. **Milho para silagem. Sete Lagoas, MG: Agencia Embrapa de Informação tecnológica**, Embrapa Milho e Sorgo, 2012.

CRUZ, S. S., ANDREOTTI, M., PASCOALOTO, I. M., LIMA, G. C. & SOARES, C. A. **Production in forage sorghum intercropped with grasses and pigeon pea at crop cutting**. Revista Ciência Agronômica, 2020.

DE PAULA, F.L.M.; MENEZES, L.F.G.; PARIS, W., RONSANI, R.; HOPPEN, S.M.; CIESCA, J. **Silage production and the chemical composition of corn and Grass-tanzania intercropping**. Semina: Ciências Agrárias, v.37, p.1607-1616, 2016.

DEPARTAMENTO DE SEMENTES, MUDAS E MATRIZES/CATI. **Milho Cativerde 02**. Catálogo de cultivar, Governo de Cati, SP, 2002.

DINIZ, L. **Plantas de cobertura de solo no sistema de plantio direto, Parte II.** Artigos técnicos. 2007.

DINIZ, D.; BARROS, J.; VITORIA, J.; LOURENÇO, R.S.; LIMA, I.M.; SALES, E.F.; TEIXEIRA, A.C.B.; FIGUEIREDO, M.R.P. **Avaliação do Teor de Fibra e Digestibilidade da Silagem de Capim Elefante cv. Napier Com Adição de Coprodutos Regionais.** UNIVAP, 2018.

DOS SANTOS, G., DE MORAES, J. M. M., & NUSSIO, L. G. **Custo e análise de sensibilidade na produção de silagem.** Revista IPecege 3, 2017

FARIA, T. F. R., PINESE, GIMENES, F. M. A., DEMARCHI, J. J. A. A., CAMPOS, F. P., PREMAZZI, L. M., MATTOS, W. T. & GERDES, L. **Composição bromatológica de silagens de milho comerciais produzidas no Brasil.** Archivos de Zootecnia. 70 (269): 20-27. 2021.

Fernandes, G. F., Evangelista, A. F., & Borges, L. (2016). **Potencial de espécies forrageiras para produção de silagem: revisão de literatura.** Revista Eletrônica Nutri Time, 13(3), 4652-4656.

GUIMARÃES JÚNIOR, R. **Potencial forrageiro, perfil de fermentação e qualidade das silagens de três genótipos de milho (Pennisetum glaucum).** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

GHIZZI LG, DEL VALLE TA, SILVA GG DA, ZILIO EM DE C, GHELLER LS, MARQUES JA, SILVA TB DE P E, RENNÓ FP. **Silagem de planta inteira de soja (Glycine max L Merrill): uma opção de volumoso na nutrição de ruminantes** [Internet]. In: Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal. Pirassununga: Editora 5D; 2017.

GUIMARÃES Júnior, Roberto. **Utilização do milho para produção de silagem.** – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2009. 30 p.— (Documentos / Embrapa Cerrados). 2009.

GUIMARÃES, R., JR., GONÇALVES, L. C., JAYME, D. G., PIRES, D. A. A., RODRIGUES, J. A. S., & TÓMICH, T. R. (2010). **Degradabilidade in situ de silagens de milho em ovinos.** Ciência Animal Brasileira, 11. 2010

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, Cassilândia-MS, v. 4, Suplemento 1, p. 22-27, dez. 2017.

GOBETTI, S. T. C.; NEUMANN, M.; OLIVEIRA, M. R.; OLIBONI, R. **Produção e utilização da silagem de planta inteira de soja (Glicinemax) para ruminantes.** Ambiência, v. 7, n. 3, 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.

HOFFMANN, A., MORAES, E. H. B. K. DE, MOUSQUER, C. J., SIMIONI, T. A., JUNIOR GOMER, F., FERREIRA, V. B., & SILVA, H. M.. **Produção De Bovinos De Corte No Sistema De Pasto-Suplemento No Período Da Seca**. Nativa, 2(2), 2014.

HOLDEN, L. A. (1999). **Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds**. *Journal of Dairy Science*, 82, 1791–1794.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema de recuperação de informações – SIDRA**. Homepage IBGE, Brasília, 2010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema de recuperação de informações – SIDRA**. Homepage IBGE, Brasília, 2021.

JACOVETTI, R.; FRANÇA, A. F. de S.; CARNEVALLI, R. A.; MIYAGI, S. E.; BRUNES, L. C.; CORRÊA, D. S. **Milheto como silagem comparado a gramíneas tradicionais: aspectos quantitativos, qualitativos e econômicos**. *Ciência Animal Brasileira*, v. 19, e26539, 2018.

JUNQUEIRA, R.M. **Consórcio de Guandu e Milho Cultivados para a Produção de Forragem em Sistema Orgânico**. Seropédica, RJ. 2018.

JOBIM, C., NUSSIO, L., REIS, A. R., & SCHMIDT, P. **Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada**. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2007

KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.B. **Uso do Milheto Como Planta Forrageira**. EMBRAPA - Gado de Corte, 2000.

KOLLET, J.L.; DIOGO, J.M.S.; LEITE, G.G. **Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.)**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.4, p.1308-1315, 2006.

KOSLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2ª edição, revista ampliada, editora UFSM. Santa Maria, 2002.

LÁZARO, R. de L.; COSTA, A. C. T. da; SILVA, K. de F. da; SARTO, M. V. M.; DUARTE JÚNIOR, J. B. **Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde**. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 10-17, 2013.

LÍCIO, A.M.A.; MIRANDA, R.A. et al. **Diagnóstico dos Problemas e Potencialidade da Cadeia Produtiva do Milho no Brasil**. EMBRAPA- Milho e Sorgo, 2014.

LIGOSKI, B., GONÇALVES, L. F., CLAUDIO, F. L., ALVES, E. M., KRÜGER, 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. 2020.

LIMA, M.L.M., et al. **Culturas não convencionais – girassol e milheto.** In: Simpósio Sobre Nutrição De Bovinos, 7., 1999, Piracicaba. Anais... Piracicaba : Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p.167-195, 1999.

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.

LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; JUNIOR, B.D.; MELLO, A.C.L. **Sistemas de produção de forragem: Alternativas para sustentabilidade da pecuária,** in: Anais de Simpósios da 43ª Reunião Anual da SBZ, 2006.

LUCENA, L.R.R.; LEITE, M.L.M.V.; SIMÕES, V.J.L.P.; ALMEIDA, M.C.R., IZIDRO, J.L.S. **Mortalidade de Pennisetum glaucum submetido a estresses associado.** Archivos de Zootecnia, 2018.

LUDKIEWICKZ, M.G., ANDREOTTI, M.M., NAKAO, V.C., HISASHI, A., ARAUJO, J., PECHOTO, O., PONTES, E.A. **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 (Dourados, Brazil), 2022.

MERTENS, D. R. **Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows.** Journal of Dairy Science, 1997.

MEZZALIRA J.C; P.C.F. CARVALHO, M.F. AMARAL, C., BREMM, J.K. TRINDADE, E.N., GONÇALVES, T.C.M., GENRO, R.W.S.M., SILVA. **Manejo do milheto em pastoreio rotativo para maximizar a taxa de ingestão por vacas leiteiras.** 2013

MIRANDA, C., & KICHEL, A. **Uso do milheto como planta forrageira.** In Embrapa Gado de Corte. Embrapa Gado de Corte. 2000.

MORAES, S.D.; JOBIM, C.C.; SILVA, M.S.; MARQUARDT, F.I. **Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.14, p.624-634, 2013

MORTON, J. F.; SMITH, R. E.; LUCO-LOPEZ, M. A.; ABRANS, R. **Pigeon-peas *Cajanus cajan* Millsp). A valuable crop of the tropics.** Mayaguez, Univ. Puerto Rico - Dep. of Agronomy and Soils, 1982. 122p.

NETTO, D.A.M. **A Cultura do Milheto**. EMBRAPA - Milho e Sorgo, 1998. Disponível em: <www.infoteca.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 28 de maio, 2021. (Comunicado técnico).

NOVAES, L.P.; LOPES, F.C.F.; CARNEIRO, J.C. **Silagens: oportunidades e pontos críticos**. In: **Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite**, 2004.10p. Anais... (Comunicado Técnico 43).

OAIGEN, R.P., BARCELLOS J.O.J., CANOZZI, M.E.A., SOARES, J.C.R., CANELLAS, L.C., ALVES, C.O. **Competitividade inter-regional de sistemas de produção de bovinocultura de corte**. Cienc Rural, (Internet). 2013.

OLIVEIRA, J. S. **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Juiz de Fora: **Embrapa Gado de Leite**. (Comunicado técnico, 47). 1998

OLIVEIRA, P.C.S. **Qualidade na produção de silagem de milho**. Pubvet, Londrina, V. 8, N. 4, Ed. 253, Art. 1672, 2014.

OLIVEIRA, J.F.A.; VIEIRA, D.A.; LEITE, G.G.; PEREIRA, L.S.; SILVA, J.N.; JAKELAITIS, A. **Manejo Da Adubação Nitrogenada E Da Inoculação Com Azospirillum Brasilense No Rendimento De Silagem Do Consórcio Milho-Soja: Adubação No Consórcio Milho e Soja**. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, Vol.11 (1), p.280-289, 2021.

PARIZ, C. M., COSTA, N. R., COSTA, C., CRUSCIOL, C. A. C., CASTILHOS, A. M., MEIRELLES, P. R. L., CALONEGO, J. C., FRANZLUEBBERS, A. J. **An innovative corn to silage-grass-legume intercropping system with oversown black oat and soybean to silage in succession for the improvement of nutrient cycling**. Frontiers in Sustainable Food Systems, 2020.

PATEL, S.; DHILLON, N. K. **Evaluation of sunnhemp (Crotalaria juncea) as green manure /amendment and its biomass content on root knot nematode (Meloidogyne incognita)**. In: successive crop brinjal. Journal of Entomology and Zoology Studies, San Jose, v. 5, n. 6, 2017.

PAULINO, M.F. **Soja grão e caroço de algodão em suplementos múltiplos para terminação de bovinos mestiços em pastejo**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.31, Supl.,p.484-491,dez. 2002.

PAZIANI, S.D.; DUARTE, A.P.; et al. **Características Agronômicas e Bromatológicas de Híbridos de Milho para Produção de Silagem**. 2009.

PEREIRA, J. M. **Leguminosas forrageiras em sistemas de produção de ruminantes: onde estamos? Para onde vamos?** In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGENS, 1., 2002, Viçosa. Anais... Viçosa: Simfor, p. 109-147, 2002.

PEREIRA FILHO, A.I. **Cultivo de milheto**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 5ª edição, 2015.

PEREIRA, R. C.; EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; AMARAL, P. N. C.; SALVADOR, F. M.; MACIEL, G. A. **Efeitos da inclusão de forragem de leucena (*leucaena leucocephala* (lam.) dewit) na qualidade da silagem de milho (*zea mays* L.)**. Ciência Agrotecnologia, Lavras, v. 28, n. 4, p. 924-930, 2004.

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.

POPE, A.M; SILVA, L.A.L; MOURA, L.S; AMARO, M.R; BEHLINH NETO, A; PEREIRA, D.H; PEDREIRA, B.C; CARVALHO, A.P.S. **Metodologias de mensuração do pH de silagens do capim-elefante**. 55° Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2018.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação.1999. Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais. Viçosa, 1999.

RIGUEIRA, J.P.S.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO,S.C., RIBEIRO, K.G.; GARCIA, R.; CEZÁRIO, A.S. **Soybean silage in the diet for beef cattle**. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.37, p.61-65, 2015.

RODRIGUES, A. de A.; SANTOS, P. M.; GODOY, R.; NUSSIO, C. M. B.; **Utilização de guandu na alimentação de novilhas leiteiras**. Circular técnica 34. São Carlos, SP. 2004, 8p.

ROTZ , A; MUCK, R. **Changes in forage quality afier harvest and storage**. In: Forage quality, evaluatíon and utilízatíon, ASAE, 1994.

SCHMIDT, P.; MOTTA, A.C.V; ARAÚJO, E.M.; BROADLEY, M.R.; JOVEM, S.D.; BARBOSA, J.Z; PRIOR, S.A. 2020. **Minerais e elementos potencialmente tóxicos em silagem de milho do Brasil tropical e subtropical**. Revista Brasileira de Zootecnia . 2020.

SEIFFERT, N. F.; THIAGO, L. R. L. de S. **Legumineira: Cultura Forrageira para Produção de Proteína**. EMBRAPA- Gado De Corte, 1983. Disponível em: <<https://old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/ct/ct13/02guandu.html>>.

SENGER, C.C.D.; MUHLBACH, P,R,F.; SANCHEZ, L,M,B.; NETTO, D.P.; LIMA, L,D. **Composição Química e Digestibilidade In Vitro de Silagens de Milho Com Distintos Teores de Umidade e Níveis de Compactação**. Ciência Rural, Santa Maria, v.35, n.6, 2005.

SIDRA/IBGE – SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA. **Produção nos estabelecimentos agropecuários com mais de 50 pés existentes, Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002.

SILVA, A.; SANTOS, F. L. S.; BARRETTO, V. C. M.; FREITAS, R. J.; KLUTHCOUSKI, J. **Recuperação de pastagem degradada pelo consórcio de milho, *Urochloa brizantha* cv. marandu e guandu.** Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 5, n. 2, p. 39-47, abr./jun. 2018.

SOUZA, F. H. D.; FRIGERI, T.; MOREIRA, A.; GODOY, A. **Produção de sementes de Guandu.** São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, n. 69. 2007.

STELLA, L.A., PERIPOLLI, V., PRATES, E.R., BARCELLOS, J.O.J. **Composição Química das Silagens de Milho e Sorgo com inclusão de Planta Inteira de Soja.** 2016.

STRUIK, P.C **Physiology of forage maize (*Zea mays* L.) in Relation to its Production and Quality.** Wageningen: Pudoc, 1983. 252p.

TOMICH, T.R. Qualidade na produção de silagens. **VI Simpósio Mineiro e I Simpósio Nacional Sobre Nutrição de Gado de Leite.** Belo Horizonte, 2012. p. 85 - 114.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., & LEWIS, B. A.. **Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation animal nutrition.** Journal Dairy Science, 1991.

VILLAMIL, M. B.; BOLLERO, G. A.; DARMODY, R. G.; SIMMONS, F. W.; BULLOCK, D. G. **No-till corn/soybean systems including winter cover crops: Effects on soil properties.** Soil Science, v.70, 2006.

WALTER, M., SILVA, L. P., EMANUELLI, T. **Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação.** Ciência Rural, v. 35, n. 4, p. 974-980, 2005.

ZIMMER, E. **Efficient silage systems.** In: Occasional symposium-British Grassland Society. Reading, UK, 1980.

ZOPOLLATTO, MAITY. **Conservação de forragens.** SENAR AR/PR, 2020.

