



Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

**SILAGENS DE MILHETO E DE SORGO BIOMASSA EM
DIETAS PARA NOVILHAS MISTIÇAS HOLANDÊS/ZEBU
CRIADAS NO SEMIÁRIDO**

FERNANDA FERREIRA DA HORA

2021

FERNANDA FERREIRA DA HORA

**SILAGENS DE MILHETO E DE SORGO BIOMASSA EM DIETAS PARA NOVILHAS MISTIÇAS
HOLANDÊS/ZEBU CRIADAS NO SEMIÁRIDO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Zootecnia no Semiárido, para obtenção do título de Mestre.

Orientador

Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior

**Janaúba
2021**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Hora, Fernanda Ferreira da

H811s Silagens de milho e de sorgo biomassa em dietas para novilhas mestiças holandês/zebu criadas no semiárido [manuscrito] / Fernanda Ferreira da Hora – 2021.
47 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2020.

Orientador: Prof. D. Sc. Vicente Ribeiro Rocha Júnior.

1. Biomassa. 2. Holandês (Bovino) Alimentação e rações. 3. Milheto. 4. Sorgo. 5. Zebu Alimentação e rações. I. Rocha Júnior, Vicente Ribeiro. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 636.2142

Catálogo: Joyce Aparecida Rodrigues de Castro Bibliotecária CRB6/2445



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Universidade Estadual de Montes Claros

Mestrado em Zootecnia

Declaração - UNIMONTES/PRPG/PPGZ - 2021

Montes Claros, 09 de março de 2021.

Declaração - UNIMONTES/PRPG/PPGZ - 2021

Montes Claros, 09 de março de 2021.

Declaramos para os devidos fins que no dia **05 de março de 2021**, a **Senhorita Fernanda Ferreira da Hora**, CPF 051.159.585-97, defendeu sua Dissertação de Mestrado, intitulada "**Silagens de milho e de sorgo biomassa em dietas para novilhas mestiças Holandês/Zebu criadas no semiárido**" no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Unimontes – Universidade Estadual de Montes Claros, aprovada pela banca examinadora:

Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior/ Presidente/ UNIMONTES

Dr. Flávio Pinto Monção/ Membro Interno/ UNIMONTES

Dr. Daniel Ananias de Assis Pires/ Membro Interno/ UNIMONTES

Dr. João Paulo Sampaio Rigueira/ Membro Interno/ UNIMONTES

Dra. Ana Cláudia Maia Soares/ Membro Externo/SENAR-MG

Considerando o disposto no Artigo 49 da Resolução Nº. 372 – CEPEX/2020 das Normas do Programa, a Mestranda somente poderá usufruir de todos os direitos e prerrogativas que o título de Mestre em Zootecnia lhe confere após a apresentação da Dissertação, devidamente aprovada em sua redação definitiva, à Secretaria do Programa, no prazo final de 90 dias, findo o qual esta declaração perde a validade.

A Mestranda foi orientada pelo **Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior**.

O curso é reconhecido e Homologado pelo CNE (Portaria MEC Nº 1.077- DOU de 13/09/2012 - Parecer CES/CNE 277/2007, 17/01/2008) Renovação do Reconhecimento: (RESOLUÇÃO SEDECTS Nº 15, de 14 DE MARÇO 2019, D.O.MG de 26/03/2019).



Documento assinado eletronicamente por **Vicente Ribeiro Rocha Junior, Professor(a)**, em 09/03/2021, às 16:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).

Documento assinado eletronicamente por **João Paulo Sampaio Rigueira, Professor(a)**, em



09/03/2021, às 16:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Barbosa Vilela, Diretor de Centro**, em 09/03/2021, às 17:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Flávio Pinto Monção, Usuário Externo**, em 09/03/2021, às 18:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Daniel Ananias de Assis Pires, Professor de Educação Superior**, em 12/03/2021, às 13:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Cláudia Maia Soares, Usuário Externo**, em 06/04/2021, às 10:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site

[http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0)

[acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 26528386 e o código CRC DD89D31A.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, grandes foram às lutas, maiores as vitórias. Sempre estive comigo. Muitas vezes pensei que este momento nunca chegaria. Queria recuar ou parar, no entanto, o Senhor sempre estava presente, fazendo de minha fraqueza, uma força. Não cheguei ao fim, mas ao início de mais uma caminhada. Por isso, digo: Obrigada senhor. (Isaías 55.10-11);

À minha mãe Edineusa, à minha tia Ivonilda (*in memoriam*), à minha bisavó Santilha por todo amor e carinho dedicado a mim, por serem meu porto seguro e meu alicerce: vocês são a maior prova do amor e cuidado de Deus em minha vida;

Ao meu namorado, João Marcelo, maior presente que Deus me deu durante essa jornada, obrigada pelo companheirismo, parceria, amor, cuidado, carinho e atenção;

A toda minha família, em especial as minhas primas Ingrid, Aleilda, Greice e Liliane por serem as irmãs que eu nunca tive;

Ao meu amigo Emanuell por todo apoio, parceria e amizade durante o mestrado, as minhas amigas da República “Calanguetes” Bárbara e Érica que continuam presentes mesmo com a distância;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior, pelo profissionalismo, competência, qualidade no ensino, paciência, dedicação, orientação e oportunidade de desenvolver este trabalho. Sou muito grata por tudo!

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Flávio Pinto Monção, pelo acolhimento, companheirismo, orientação e dedicação com este trabalho. Muito obrigada!

À Universidade Estadual de Montes Claros e ao Programa de Pós-graduação, pela formação e ensino. E a todos os professores da pós-graduação por contribuírem com minha formação;

Aos funcionários da Fazenda Experimental da Unimontes e aos alunos da iniciação científica, pela ajuda, amizade e contribuição para execução do trabalho; À EMBRAPA-CNPMS; À FAPEMIG; CAPES e CNPq, pelo auxílio de bolsas e ao INCT – Ciência Animal.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

NORMAS DA REVISTA CIENTÍFICA	8
RESUMO GERAL	9
GENERAL ABSTRACT	10
1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Caracterização do semiárido	12
2.2 Conservação de forragem ensilada	13
2.3 Silagem de Milheto	14
2.4 Silagem de Sorgo biomassa	16
3 REFERÊNCIAS	17
4 CAPÍTULO I – SILAGENS DE MILHETO E DE SORGO BIOMASSA EM DIETAS PARA NOVILHAS MISTIÇAS HOLANDÊS/ZEBU CRIADAS NO SEMIÁRIDO	22
Resumo	22
Abstract	23
Introdução	23
Material e Métodos	24
Considerações éticas	24
Local, período, instalações, delineamento e animais	25
Dietas experimentais	25
Composição químico-bromatológica	26
Consumo e digestibilidade dos nutrientes	28
Balanço de nitrogênio e síntese microbiana.....	29
Peso corporal e medidas corporais	30
Comportamento ingestivo	30
Cinética ruminal das frações volumosas das dietas experimentais	31
Análises Estatísticas	32
Resultados	34
Degradabilidade ruminal	34
Consumo, digestibilidade de nutrientes	36
Balanço de nitrogênio e síntese microbiana.....	37

Comportamento ingestivo	38
Desempenho corporal	39
Discussão.....	40
Conclusão	43
Agradecimentos	43
Conflitos de Interesses	43
Referências	43
Considerações Finais	47

NORMAS DA REVISTA CIENTÍFICA

Esta dissertação segue as premissas básicas da Revista Italian Journal of Animal Science, disponível em <https://www.tandfonline.com/action/authorSubmission?show=intructions&journalCode=tjas20>

RESUMO GERAL

HORA, F.F. **Silagens de milho e de sorgo biomassa em dietas para novilhas mestiças Holandês/Zebu criadas no semiárido**. 2021. 47 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG¹.

As regiões de clima semiárido sofrem com períodos prolongados de seca que reflete diretamente na produção dos rebanhos bovinos. Desta forma, implementar estratégias para mitigar os impactos causados pela redução da produção de pastagens são necessárias. Tanto o milho quanto o sorgo biomassa são alternativas para produção de volumoso nas regiões semiáridas, pois apresentam tolerância ao déficit hídrico, valor nutricional considerável e grande produção de matéria seca por unidade de área. Com base no exposto objetivou-se comparar diferentes proporções das silagens de milho e sorgo biomassa BRS 716 na dieta de novilhas mestiças Holandês/Zebu sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, síntese de proteína microbiana, balanço de nitrogênio, comportamento ingestivo e desempenho corporal. O delineamento experimental foi em dois quadrados latinos 5 x 5, simultâneos compostos, cada um, por cinco animais, cinco tratamentos e cinco períodos experimentais. Foram avaliadas cinco dietas experimentais com diferentes proporções das silagens de milho e sorgo biomassa (0, 25/75, 50/50, 75/25 e 100 % da silagem de sorgo biomassa em relação à silagem de milho). As dietas foram avaliadas em dez novilhas com peso corporal inicial de 264,95±19,4 kg (±EPM). A relação volumoso:concentrado nas dietas foi de aproximadamente 75:25 na base da matéria. As silagens de milho e sorgo biomassa BRS 716, associadas ou não em diferentes proporções, na dieta de novilhas mestiças Holandês/Zebu não alteram o consumo de matéria seca e nutrientes, digestibilidade, síntese de proteína microbiana, balanço de nitrogênio, comportamento alimentar e desempenho corporal.

Palavras-chave: alternativas forrageiras, desempenho de novilhas, digestibilidade, região semiárida

¹ Comitê de Orientação: (Orientador). Professor Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Coorientador). Professor Dr. Flávio Pinto Monção - Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES.

GENERAL ABSTRACT

HORA, F.F. **Millet and sorghum silage biomass in diets for crossbred Holstein / Zebu heifers reared in the semiarid**. 2021. 47 p. Dissertation (Master's degree in Animal Science) – State University of Montes Claros, Janaúba, MG.²

Abstract

The regions with a semi-arid climate suffer from prolonged periods of drought, which directly reflects in the production of cattle herds. In this way, implementing strategies to mitigate the impacts caused by the reduction of pasture production are necessary. Both millet and sorghum biomass are alternatives for the production of roughage in semi-arid regions, as they have tolerance to water deficit, considerable nutritional value and large production of dry matter per unit area. Based on the above, the objective was to compare different proportions of millet and sorghum silages biomass BRS 716 in the diet of crossbred Holstein / Zebu heifers on nutrient intake and digestibility, microbial protein synthesis, nitrogen balance, ingestive behavior and body performance. The experimental design was in two Latin squares 5 x 5, simultaneous, composed, each, by five animals, five treatments and five experimental periods. Five experimental diets with different proportions of millet and sorghum silage biomass (0, 25/75, 50/50, 75/25 and 100% of biomass sorghum silage in relation to millet silage) were evaluated. The diets were evaluated in ten heifers with an initial body weight of 264.95 ± 19.4 kg (\pm EPM). The roughage: concentrate ratio in the diets was approximately 75:25 on the basis of matter. Millet and sorghum silage biomass BRS 716, associated or not in different proportions, in the diet of crossbred Holstein / Zebu heifers does not alter the consumption of dry matter and nutrients, digestibility, microbial protein synthesis, nitrogen balance, feeding behavior and performance body.

Keywords: digestibility, forage alternatives, heifers performance, semiarid region

²**Guidance Committee:** (Advisor). Professor Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior - Department of Agrarian Sciences / UNIMONTES (Co-advisor). Professor Dr. Flávio Pinto Monção - Department of Agrarian Sciences / UNIMONTES (Co-advisor).

1 INTRODUÇÃO

Nas regiões semiáridas, as atividades pecuárias destinadas à produção de leite e carne apresentam grande importância socioeconômica. Estas atividades contribuem com a produção de alimento e exerce grande importância para geração de empregos, abastece o mercado interno e tem grande relevância nas exportações brasileira (Mesquita et al. 2020).

Essas regiões se caracterizam pela baixa disponibilidade de forragem ao longo do ano, com diminuição acentuada no período seco devido às mudanças edafoclimáticas. Fornecer alimentos de qualidade e que supram as necessidades nutricionais dos animais há baixo custo é fator essencial para os produtores (Mesquita et al. 2020).

A ensilagem de plantas forrageiras é uma estratégia de conservação de alimentos para suprir as deficiências ou a falta de nutrientes para os animais ruminantes em diferentes sistemas de produção. A produção de quantidades elevadas de forragem de alta qualidade, associada a características químicas que favoreçam padrões desejáveis de fermentação, devem nortear a produção de silagem (Bernardes et al. 2018).

O milheto e o sorgo biomassa são alternativas na produção de volumoso e podem ser utilizados em sucessão às culturas anuais como a do milho. O milheto apresenta boa produção de matéria verde e seca por área, valor nutricional considerável e possui baixo custo de implantação devido a sua menor exigência por água e fertilidade do solo (Bergamaschine et al. 2011).

Já sorgo biomassa é denominado de ciclo curto, de cinco a seis meses, manejo mecanizado, tolerante ao déficit hídrico, pragas, acamamento, valor nutricional considerável e maior produção de matéria seca por área (Castro et al. 2015). Tem um alto teor de fibras fermentáveis e açúcares, que pode ser explorado em grande escala e com grande adaptabilidade (Carrillo et al. 2014).

Objetivou-se comparar diferentes proporções das silagens de milheto e sorgo biomassa BRS 716 na dieta de novilhas mestiças Holandês/Zebu, criadas em região semiárida, sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, síntese de proteína microbiana, balanço de nitrogênio, comportamento ingestivo e desempenho corporal.

2 REVISÃO DELITERATURA

2.1 Caracterização do semiárido

O semiárido brasileiro ocupa em torno de 12% do território nacional abrangendo 1.262 municípios. Segundo Silva e Bezerra (2020), a maior parte do semiárido situa-se no Nordeste do país e também se estende pela parte setentrional de Minas Gerais (o Norte de Minas e o Vale do Jequitinhonha), ocupando em torno de 18% do território do estado.

Os critérios utilizados para delimitação do Semiárido são precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm, índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50 e percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano (Sudene 2020).

O clima semiárido é caracterizado pela deficiência hídrica com chuvas irregulares e escassas, o clima é quente e seco e 90% de suas águas não são aproveitadas em virtude da evaporação e do escoamento superficial (Campos et al. 2017). A natureza do semiárido é diversa e a caatinga ocupa a maior parte sendo o único bioma exclusivamente brasileiro.

Em 2019, o rebanho efetivo de bovino no Brasil voltou a se recuperar com uma alta de 0,4% e somou 214,7 milhões de cabeças, a região Nordeste apresentou o maior incremento do rebanho de bovinos, com acréscimo de 2,7%, atingindo 28,6 milhões de animais (Ibge 2019).

A produção animal é uma das atividades socioeconômicas mais importantes do semiárido brasileiro, a criação de ruminantes destinados à produção de leite e carne é praticada ao longo de toda a sua extensão. A pecuária contribui com a produção de alimento e exerce grande importância para geração de empregos, abastece o mercado interno e tem grande relevância nas exportações brasileira (Mesquita et al. 2020).

Pensando em produção forrageira para alimentação animal, os agroecossistemas do semiárido são caracterizados por apresentarem limitações ao desenvolvimento produtivo, devida às adversidades edafoclimáticas e a ausência de tecnologias adequadas (Castro 2012). As condições edafoclimáticas diminuem a produção da pecuária, devido à maior parte dos rebanhos serem criados em manejo extensivo e a principal fonte alimentar oriunda das plantações da caatinga.

A agricultura demanda grandes quantidades de água para suprir as necessidades das plantas. De acordo com Araújo (2011), o semiárido brasileiro possui uma estação chuvosa

que dura em torno de 3 a 5 meses e o período seco por volta 7 a 9 meses. Logo, faz-se necessário buscar alternativas que venham a garantir a criação de animais durante os períodos de seca.

2.2 Conservação de forragem ensilada

Uma das características básicas da exploração pecuária na região semiárida é a oferta de alimentos no período chuvoso e escassez na estação da seca. Implementar técnicas de conservação de forragem é essencial para o estabelecimento de estratégias de alimentação dos rebanhos em períodos sem chuva. A ensilagem é uma técnica que visa à preservação do alimento em ambiente anaeróbico, através de um processo fermentativo pela ação de microrganismos (Silva et al. 2015; Tolentino et al. 2016).

A conservação do material ensilado é mantida pela transformação dos açúcares solúveis existentes na planta em ácido lático num ambiente anaeróbico. O final das reações durante a ensilagem se dá quando o baixo pH do ácido lático estabiliza a fermentação da silagem, inibindo a proliferação de microrganismos indesejáveis. (Wilkinson e Davies 2012; Muck et al. 2018).

A produção de silagem envolve o preparo do solo, escolha da forrageira, colheita, picagem, armazenamento, compactação, vedação, redução de efluentes, fermentação anaeróbica, temperatura, pH, estabilização, composição química e estágio de maturação da forrageira. Quando todo o processo de ensilagem é realizado adequadamente, o resultado final em termos de parâmetros qualitativos é satisfatório e influência no consumo e digestibilidade da silagem que será ingerida pelos animais (Silva et al. 2015).

Desde a colheita até a alimentação dos animais podem ocorrer perdas durante o processo de ensilar. Borreani et al. (2018) discorrem que as principais etapas em que ocorrem as perdas são na colheita, respiração e fermentação do silo, produção de efluentes e a exposição ao oxigênio durante as fases de armazenamento e alimentação. O valor nutritivo da silagem pode ser comprometido quando as perdas se intensificam durante o processo de fermentação.

Quando um bom processo fermentativo ocorre, a silagem apresenta características nutritivas semelhantes ao material original. Para avaliar a fermentação da silagem as médias mais comuns usadas são pH, ácidos orgânicos, nitrogênio amoniacal por nitrogênio total, tamanho de várias populações microbianas, etanol e as perdas (Kung JR et al. 2018).

De acordo com Kung JR et al. (2018) a proporção de ácido láctico para ácido acético é comumente usada como um indicador qualitativo de fermentação. Boas fermentações de silagem geralmente têm proporções desses ácidos que variam entre as silagens, a de milho apresenta em média 3-6% de ácido láctico, 1-3% de ácido acético, <0,1% de ácido propiônico e 0% de ácido butírico na matéria seca quando bem conservada, já nas silagens de capim 6-10% de ácido láctico, 1-3% de ácido acético, <0,1% de ácido propiônico e 0,5-1,0% de ácido butírico. No mesmo trabalho, os autores citam que o pH ideal para silagem de milho varia 3,7 a 4,0, e a silagem de capim 4,3 a 4,7.

Em relação à matéria seca (MS), Queiroz et al. (2021) destaca que o teor de MS na ensilagem é um dos parâmetros mais importantes para o sucesso do processo de fermentação. O momento da colheita da cultura é crucial, sendo o ideal quando a cultura apresenta níveis de MS acima de 25% (Kung JR et al. 2018).

De acordo com Oshima e McDonald (1978) e Henderson (1993), para que uma silagem seja considerada de boa qualidade, os níveis de nitrogênio amoniacal por nitrogênio total (N-NH₃), devem variar, no máximo, de 8 a 11%. Borreani et al. (2018) destacam que as perdas fermentativas por gases não devem ser superiores a 4% e por efluentes 0,5%.

2.3 Silagem de Milheto

Um dos principais desafios para o agronegócio é a variação das condições climáticas, redução da falta de água que está diretamente associada à diminuição do potencial produtivo das colheitas. Pesquisas de culturas mais adaptadas e tolerantes a estas variações são imprescindível para o sucesso da pecuária (Daryanto et al. 2016). O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) é uma cultura com grande potencial, pois apresenta características fisiológicas vantajosas, uma dessas, é o seu extenso sistema radicular, que permite a extração efetiva de água e nutrientes das camadas mais profundas do solo (Rai et al. 2008).

O milheto é uma planta nativa da África e tem ciclo anual de verão entre 75 e 120 dias. Dependendo das condições ambientais, o seu crescimento é rápido e atinge uma altura média de 1,5 a 3m. A planta é cespitosa e apresenta boa produção de perfilho e vigorosa rebrota, após corte ou pastejo (Dias-Martins et al. 2018).

O milheto é comumente utilizado para produção de silagem principalmente em regiões com instabilidade pluviométrica durante os períodos de escassez das forrageiras perenes (Guimarães Júnior et al. 2010). Esta cultura é utilizada em sucessão às culturas

anuais como o milho e soja, semeada após a colheita da cultura de verão, sendo denominada cultura da safrinha (Bergamaschine et al. 2011).

Comparado à silagem de culturas padrão, a qualidade da silagem de milho é satisfatória, além de ter bom valor nutricional, possui custo de implantação baixo devido a sua menor exigência por água e fertilidade do solo. Outra característica importante dessa gramínea é apresentar rebrota espontânea após corte, assim possibilita aos animais o pastejo direto (Jacovetti et al. 2018).

O milho apresenta maior eficiência no uso da água (Almeida et al. 2018), pode ser utilizado na alimentação de ruminantes, como produção de sementes para fabricação de ração e também como cobertura do solo no sistema plantio direto (Priesnitz et al. 2011).

Amer e Mustafa (2010), ao estudarem a inclusão das silagens de milho e milho na dieta de vacas leiteiras, concluíram que a silagem de milho comparada à silagem de milho apresenta maior teor de proteína bruta (13,0 vs. 9,4%), fibra em detergente neutro (66,9 vs. 40,7%) e fibra em detergente ácido (38,8 vs. 23,9%). No mesmo trabalho, o tipo de silagem não afetou a produção média de leite (38,0 kg/dia). Entretanto, as vacas alimentadas com silagem de milho produziram leite com maior concentração de gordura (4,17 vs. 3,78%) do que as vacas alimentadas com silagem de milho.

Brunette et al. (2016) estudaram os efeitos da substituição dietética da silagem de capim-bromo (*Bromus inermis* L.) e silagem de milho, colhidos em dois estágios de maturidade, o estágio vegetativo aos 65 dias e estágio maduro aos 108 dias. A ingestão de matéria seca foi semelhante entre vacas alimentadas com dietas de silagem de grama e silagem de milho. Contudo, as vacas alimentadas com a silagem de capim-bromo consumiram mais matéria seca do que as vacas alimentadas com a dieta silagem de milho em estágio maduro. A ingestão de fibra em detergente neutro não foi influenciada pelo tratamento. O consumo de proteína bruta foi maior nas vacas alimentadas com silagem de capim do que nas vacas alimentadas com silagens de milho. Entretanto, o estágio de maturação das silagens de milho não teve efeito sobre os teores de matéria seca e proteína bruta. A eficiência alimentar foi semelhante entre silagem de grama e silagem de milho em estágio vegetativo, e menor com silagem de milho em estágio maduro.

Costa et al. (2012), ao estudarem silagens de milho produzidas em diferentes idades de corte 57, 65 e 73 dias após a semeadura, obtiveram teores de matéria seca e proteína bruta variando de 25,8% a 28,5% e 11,1% a 13,1%, respectivamente. Já Rêgo et al.

(2014) verificaram valor nutricional da silagem de milho e silagem de milho, sendo o teor médio de matéria seca e proteína bruta para a silagem de milho 28,71 e 6,9% e silagem de milho de 29,45 e 7,0%. Já Teles et al. (2014) verificaram teores de matéria seca das silagens que variaram de 17,7% a 19,6% em diferentes tempos de fermentação de três cultivares de milho.

2.4 Silagem de Sorgo Biomassa

O sorgo biomassa, *Sorghum bicolor* (L.) Moench foi desenvolvido com a finalidade de fornecer matéria prima para indústrias geradoras de energia renovável por meio da queima direta de biomassa (Almeida et al. 2019). Entretanto o mesmo pode ser utilizado na alimentação de ruminantes na forma de silagem devido aos seus mecanismos adaptativos e boa concentração de carboidratos solúveis (Veriato et al. 2018; Queiroz et al. 2020).

O sorgo biomassa é mais sensível ao fotoperíodo, dessa forma tem um maior período vegetativo que favorece o crescimento da planta e conseqüentemente a produção de massa verde, é considerado de ciclo curto, manejo mecanizado, tolerante a pragas, doenças, déficit hídrico, acamamento, baixa umidade e alto poder calorífico em caldeiras (Castro et al. 2015).

Por ser uma planta de ciclo curto, floresce quando o dia apresenta menos de 12 horas e 20 minutos, período este que ocorre entre 21 de março a 22 de setembro na maior parte do Brasil (Rooney e Aydin 1999). Ressaltando que o sorgo é cultivado em outubro e novembro, época que coincide com o início do período chuvoso e com isso, o aparecimento da gema floral inicia em 21 de março, promovendo maior acúmulo de massa por hectare comparada as cultivares de sorgo menos sensíveis ao fotoperíodo, que florescem em qualquer época do ano e com ciclo bem menor comparado ao do sorgo biomassa (Parrella et al. 2010).

O sorgo biomassa apresenta potencial para produção superior a 30 t ha⁻¹ de biomassa seca (Parrella et al. 2010; Castro 2014). O híbrido BRS 716 lançado pela Embrapa Milho e Sorgo, apresenta produção de 120 a 150 toneladas de massa verde por hectare e altura média de 4 a 6 metros (Embrapa 2014). De acordo com May et al. (2012), os principais carboidratos estruturais presentes em forragens são: celulose, hemicelulose e lignina. Por meio de análises laboratoriais foram encontrados variação no percentual de lignina de 5 a 10%, de hemicelulose de 15 a 25% e de celulose de 35 a 45% no sorgo biomassa.

Santos et al. (2014) discorrem que o sorgo biomassa é uma das matérias primas mais promissoras no mercado para a geração de bioenergia, possui um alto teor de fibras e açúcares fermentáveis, que pode ser explorado em grande escala e com grande adaptabilidade a diversas condições de clima e solo. As características desejáveis da fibra tanto para fins energéticos quanto nutricionais são semelhantes.

Em relação à qualidade da fibra, a celulose e a hemicelulose são os principais componentes da biomassa e, sob hidrólise enzimática, produzem açúcares fermentáveis para a produção de biocombustíveis (Nagaiah et al. 2012; Castro et al. 2015), já no rúmen este processo também ocorre fornecendo energia para os microrganismos.

Caxito (2017) estudou o desempenho agrônomico e a qualidade nutricional de silagens de sorgos sacarino, forrageiro e biomassa (BRS 716 e CMSXS 7016), cultivados em regime de sequeiro na região semiárida de Minas Gerais. Os genótipos que apresentaram maiores valores médios de produtividade de matéria verde e matéria seca (t/ha) foi o sorgo biomassa BRS 716 (81,74 t/ha MV e 28,9 t/ha MS, respectivamente) e o CMSXS 7016 (73,02 t/ha MV e 24,17 t/ha MS), que obtiveram maior produção de matéria seca digestível em relação aos genótipos de sorgos sacarinos e forrageiros avaliados.

Lanza (2017) avaliou o potencial agrônomico e forrageiro de uma cultivar de sorgo biomassa (BRS 716), comparativamente ao sorgo forrageiro (BRS 655), submetida a diferentes doses de N e K₂O aplicado em cobertura em diferentes épocas de corte, conduzida em sistema de sequeiro na região central de Minas Gerais e observou teores de lignina variando, de 4,97 a 5,54% a hemicelulose, em média, variaram de 27,10 a 27,65% e para o valor de celulose, variando de 33,38 a 34,46% e concluiu que a composição da fração fibrosa é semelhante à de sorgos forrageiros, qualificando o sorgo BRS 716 como uma opção de massa forrageira.

A elevada produtividade de matéria seca por hectare do sorgo biomassa somada a sua boa tolerância ao stress hídrico e o bom valor nutricional pode vir a ser uma fonte de nutrientes importante para animais ruminantes em sistemas produtivos em várias regiões do mundo, incluindo àquelas de clima semiárido.

3 Referências

Amer S, Mustafa Af. 2010. Short communication: Effects of feeding pearl millet silage on milk production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 93 (12): 5921-5925.

- Almeida MCR, Leite ML de MV, Júnior EH de S, Cruz MG, Moura GA, Moura EA de, SÁ GA dos S, Lucena LRR de. 2018. Crescimento vegetativo de cultivares de milho sob diferentes disponibilidades hídricas. *Magistra*. 29 (2): 161-171.
- Almeida LGF, Parrella RAC, Simeone MLF, Ribeiro PCO, Santos AS, Costa ASV, Guimarães AG, Schaffert RE. 2019. Composition and growth of sorghum biomass genotypes for ethanol production. *Biomass and Bioenergy*. 122 (3): 343-348.
- Araújo SMS. 2011. A região semiárida do nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. *Revista Rios Eletrônica - Revista Científica da FASETE* 5 (5): 89-98.
- Bergamaschine F, Freitas RVL, Valério Filho WV, Bastos JFP, Mello SQS, Campos ZR. 2011. Substituição do milho e farelo de algodão pelo milho no concentrado da dieta de novilhos em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa*. 40 (1): 154-159.
- Borreani G, Tabacco E, Schmidt RJ, Holmes BJ, Muck RE. 2018. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *Journal of Dairy Science*. 101 (5): 3952-3979.
- Brunette T, Baurhoo B, Mustafa Af. 2016. Effects of replacing grass silage with forage pearl millet silage on milk yield, nutrient digestion, and ruminal fermentation of lactating dairy cows. *Journal Of Dairy Science* 99 (1): 269-279.
- Campos F S, Gois GC, Vicente SLA, Macedo A, Matias AGS. 2017. Alternativa de forragem para caprinos e ovinos criados no semiárido. *Nutritime Revista Eletrônica, Petrolina – Pe*. 14(2): 5004-5013.
- Castro CN. 2012. A agricultura no nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento. Ipea. Brasília, Rio de Janeiro. 43p.
- Castro FMR. 2014. Potencial agrônômico e energético de híbridos de sorgo biomassa. *Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras*. 80p.
- Castro FMR, Bruzi AT, Nunes JAR, Parrella RAC, Lombardi GMR, Albuquerque CJB, Lopes M. 2015. Agronomic and Energetic Potential of Biomass Sorghum Genotypes. *American Journal Of Plant Sciences*. 06 (11): 1862-1873.
- Caxito AM. 2017. Desempenho Agrônômico e qualidade nutricional de silagens do sorgo biomassa sacarino e forrageiro em região semiárida. *Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Montes Claros–Janaúba MG*. 85p.
- Costa KAP, Alves GFI, Assis LA, Guimaraes KC, Cruvinel WS, Epifanio PS, Gouveia RR. 2012. Silage quality of pearl millet cultivars produced in different cutting ages. *Semina: Ciências Agrárias*. 33 (3): 1189-1198.

- Daniel JLP, Bernardes TF, Jobim CC, Schmidt P, Nussio LG. 2019. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. *Grass and Forrage Science*. 74 (2): 1-18. DOI:10.1111/gfs.12417.
- DaryantoS,Wang L, Jacinthe PA. 2016. Global synthesis of drought effects on maize and wheat production. *Plos One* 11 (5): 0156362.
- Dias-Martins AM, Pessanha KLF,Pacheco S, Rodrigues JAS, Carvalho CWP. 2018. Potential use of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) in Brazil: Food security, processing, health benefits and nutritional products. *Food Research International*. 175-186.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – (EMBRAPA), 2014. Sistema de cultivo de milho e sorgo. [Acesso em 07 de fevereiro de 202].<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2246665/sorgo-biomassa-e-otima-opcao-para-geracao-de-energia>.
- Guimarães Júnior R, Gonçalves LC, Jayme DG, Pires DAA, Rodrigues JAS, Tomich TR. 2010. Degradabilidade in situ de silagens de milho em ovinos. *Ciência Animal Brasileira*. 11 (2): 334-343.
- Henderson N. 1993. Silageadditives. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam. 45(1): 35-56, 1993.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – (IBGE), 2019. Produção pecuária municipal. Rio de Janeiro. 47: 1-8.
- Jacovetti R, França AF de S, Carnevalli RA, Miyagi SE, Brunes LC, Corrêa DS. 2018. Milheto como silagem comparado a gramíneas tradicionais: aspectos quantitativos, qualitativos e econômicos. *Ciência Animal Brasileira*. 19: e26539.
- Klein JL, Viana AFP, Martini PM, Adams SM, Guzatto C, Bona RA, Rodrigues LS, Alves Filho DC, Brondani IL. 2018. Desempenho Produtivo de Híbridos de Milho Para a Produção de Silagem da Planta Inteira. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Santa Maria-Rs. 17(1): 101-110.
- Kung JRL, Shaver RD, Grant RJ, Schmidt RJ. 2018. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*. 101 (5): 4020-4033. DOI:<https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909>.
- Lanza AL. 2017. Avaliação forrageira do sorgo biomassa (BRS716) em diferentes épocas de corte e estratégias de cobertura. (Dissertação de Mestrado não publicada, Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Rei – MG).
- May A, Silva DD da, Santos FC. 2012. Cultivo do sorgo biomassa para a cogeração de energia elétrica. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, documentos, 152. [Acesso em 07 de fevereiro de 2021]. [65p.].<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/88505/1/doc-152.pdf>.

- Mesquita Pdos S, Cavalcante L, Milhorance C, Nogueira D, Andrieu N. 2020. Importância dos programas voltados aos agricultores familiares nos períodos de seca e frente à necessidade de adaptação às mudanças climáticas no Semiárido brasileiro. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*. 55: 599-618. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v55i0.72974>.
- Muck RE, Nadeau EMG, Mcallister TA, Contreras-Govea FE, Santos MC, Kung JR L. 2018. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *Journal of Dairy Science*. 101 (5): 3980-4000. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13839>.
- Nagaiah D, Srinivasa RAOP, Prakasham RS, Uma A, Radhika K, Barve Y, Umakanth AV. 2012. High biomass sorghum as a potential raw material for biohydrogen production: a preliminar evaluation. *Tendências atuais em biotecnologia e farmácia, Guntur*. 6: 183-189.
- Ohshima M, McDonald PA. 1978. Review of Changes in Nitrogenous compounds in herbages during ensiling. *Journal of the Science of Food and Agriculture, London*. 29 (6): 497-505.
- Priesnitz R, Costa ACT, Jandrey PE, Fréz JRS, Duarte Júnior ZB, Oliveira PSR. 2011. Espaçamento entre linhas na produtividade de biomassa e de grãos em genótipos de milho pérola. *Semina: Ciências Agrárias*. 32 (2): 485-494.
- Queiroz FE de, Rocha VR, Monção FP, Rigueira JPS, Parrella RA da C, Rufino LD de A, Santos AS dos, Cordeiro MWS. 2021. Effect of row spacing and maturity at harvest on the fermentative profile, aerobic stability, and nutritional characteristics of biomass sorghum (BRS 716) silage in the semiarid region of Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia, Janaúba – MG*. 50: 1-13.
- Rai K, Gowda C, Reddy B, Sehgal S. 2008. Adaptação e usos potenciais de sorgo e milho em alimentos alternativos e saudáveis. *Revisões abrangentes em Ciência Alimentar e Segurança Alimentar*. 7 (4): 320 – 396.
- Rêgo AC, Oliveira MDS, Signoretti RD, Dib V, Almeida GBS. 2014. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com silagem de milho ou milho. *Bioscience Journal*. 30(4):1149-57.
- Rooney WL, Aydin S. 1999. Genetic control of a photoperiod-sensitive response in Sorghum bicolor (L.) Moench. *Crop Science, Madison*. 39: 397-400.
- Santos FC, Albuquerque Filho MR, Resende ÁV, Oliveira AC, Gomes TC, Oliveira MS. 2014. Adubações nitrogenada e potássica no sorgo biomassa- produtividade e qualidade de fibra. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. 13: 1-13.
- Silva FEL, Bezerra JA. 2020. Região e território: um breve olhar sobre a nova delimitação do semiárido brasileiro. *Homem, Espaço e Tempo: Revista do Centro de Ciências*

- Humanas, Rio Grande do Norte.[Acesso em 07 de janeiro de 2021]. [2 (14): 65-68]. <https://rhet.uvanet.br/index.php/rhet/article/view/457/294>.
- SILVA GM, SILVA FF, SCHIO AR, MENESES MA, BALISA DL, SOUZA DD, SILVA LG, SOARES MS. 2015. Fatores anti-qualitativos em silagens: conservação, fermentação e microrganismos. *Nutritime*. 11 (06): 4359-4367.
- Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – (SUDENE), 2021. Delimitação do semiárido. [Acesso em 05 de janeiro de 2021]. <https://www.gov.br/sudene/pt-br/assuntos/projetos-e-iniciativas/delimitacao-do-semiarido>.
- Teles MML. 2014. Padrão fermentativo da silagem de três cultivares de milho em diferentes tempos de abertura dos silos dissertação. Goiânia: Universidade Federal de Goiás. [Acesso em 20 de outubro de 2020].https://ppgca.evz.ufg.br/up/67/o/dissertação2014_Mariana_Machado.pdf.
- Tolentino DC, Rodrigues JAS, Pires DAA, Veriato FT, Lima LOB, Moura MMA. 2016. The quality of silage of different sorghum genotypes. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. 38 (2): 143-149.
- Veriato FT, Pires DAA, Tolentino DC, Alves DD, Jayme DG, Moura MMA. 2018. Características de fermentação e valores nutritivos de silagens de sorgo. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. 40: 1-8.
- Wagner MV, Jadoski FO, Maggi MF, Saito LR, Lima AS. 2013. Estimativa da produtividade do milho em função da disponibilidade hídrica em Guarapuava, PR, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 17 (2): 170–179.
- Wilkinson JM, Davies DR. 2012. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. *Grass and Forage Science*. 68 (1): 1–19.DOI: 10.1111/j.1365-2494.2012.00891.

CAPÍTULO I - Silagens de milho e de sorgo biomassa em dietas para novilhas mestiças

Holandês/Zebu criadas no semiárido

Fernanda Ferreira da Hora³, Vicente Ribeiro Rocha Júnior^{3 4*}

Resumo

Objetivou-se avaliar diferentes proporções das silagens de milho e sorgo biomassa BRS 716 na dieta de novilhas mestiças Holandês/Zebu sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, síntese de proteína microbiana, balanço de nitrogênio, comportamento ingestivo e desempenho corporal. Foram avaliadas cinco dietas experimentais com 0, 25/75, 50/50, 75/25 e 100 % da silagem de sorgo biomassa em relação à silagem de milho. O delineamento experimental foi em dois quadrados latinos 5 x 5, com dez novilhas. O aumento da proporção da silagem de sorgo biomassa BRS 716 na dieta de novilhas mestiças leiteiras não modificou o consumo de matéria seca (CMS), nutrientes, nutrientes digestíveis totais, fibra em detergente neutro indigestível (CFDNI) e energia metabolizável. Para as excreções dos derivados de purina e síntese microbiana, não houve efeito significativo ($P>0,05$) em função das dietas experimentais. As dietas experimentais não alteraram a ingestão diária de nitrogênio (N; média de 132,42 g). As diferentes proporções das silagens de sorgo biomassa BRS716 e milho não modificaram o peso corporal final ($P=0,89$), ganho em peso (GMD; $P=0,08$), eficiência alimentar ($P=0,50$) e as medidas corporais das novilhas ($P>0,05$). O peso corporal final e o GMD médio das novilhas foram de 278,46 kg e 0,795 kg/dia, respectivamente. As silagens de milho e sorgo biomassa BRS 716, associadas ou não em diferentes proporções, na dieta de novilhas mestiças Holandês/Zebu não alteram consumo de matéria seca e nutrientes, digestibilidade, síntese de proteína microbiana, balanço de nitrogênio, comportamento alimentar e desempenho corporal.

Palavras-chave: alternativas forrageiras, consumo animal, desempenho de novilhas, digestibilidade

³ Departamento de Ciência Agrárias, Universidade Estadual de Montes Claros, Avenida Reinaldo Viana, 2630, Bico da Pedra, Janaúba, Minas Gerais, Brasil.

⁴ Membro INCT- CA: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal, Brasil.

*Autor para correspondência: Vicente Ribeiro Rocha Júnior - Tel: +55-38-99983-8240, Fax: +55-38-3821-2756, E-mail: vicente.rocha@unimontes.br

Abstract

The objective was to evaluate different proportions of millet and sorghum silage biomass BRS 716 in the diet of crossbred Holstein / Zebu heifers on the consumption and digestibility of nutrients, synthesis of microbial protein, nitrogen balance, ingestive behavior and body performance. Five experimental diets with 0, 25/75, 50/50, 75/25 and 100% of biomass sorghum silage in relation to millet silage were evaluated. The experimental design was in two 5 x 5 Latin squares, with ten heifers. The increase in the proportion of biomass sorghum silage BRS 716 in the diet of crossbred dairy heifers did not change the consumption of dry matter (CMS), nutrients, total digestible nutrients, indigestible neutral detergent fiber (CFDNi) and metabolizable energy. For the excretion of purine derivatives and microbial synthesis, there was no significant effect ($P > 0.05$) depending on the experimental diets. The experimental diets did not change the daily nitrogen intake (N; average of 132.42 g). The different proportions of the biomass sorghum silages BRS716 and millet did not change the final body weight ($P = 0.89$), weight gain (GMD; $P = 0.08$), feed efficiency ($P = 0.50$) and the measurements of heifers ($P > 0.05$). The final body weight and average GMD of heifers were 278.46 kg and 0.795 kg / day, respectively. Millet and sorghum silage biomass BRS 716, associated or not in different proportions, in the diet of crossbred Holstein / Zebu heifers does not alter consumption of dry matter and nutrients, digestibility, microbial protein synthesis, nitrogen balance, feeding behavior and body performance .

Keywords: animal consumption, digestibility, forage alternatives, heifers performance.

Introdução

No Brasil, é crescente a necessidade pela busca por alternativas forrageiras de alto potencial produtivo e adaptadas às condições climáticas, visando à sustentabilidade dos sistemas de produção com animais ruminantes (Borges et al. 2019).

Neste sentido, o milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) é amplamente utilizado no mundo como alimento em dietas para animais e seres humanos (Assis et al. 2017). No Brasil, em torno de cinco milhões de hectares têm sido cultivados com milheto anualmente, sendo a maior parte utilizada como cobertura do solo/cobertura morta, grãos e produção de forragem na forma *in natura* ou silagem (Calegari et al. 2014). Devido ao sistema radicular profundo, capaz de extrair nutrientes e umidade do solo, o cultivo de milheto tem se

destacado pela sua capacidade de crescer em condições de estresse hídrico (pluviosidade média 400 mm). Além disso, é adaptado a ambientes com elevadas temperaturas (até 40°C) e apresenta rendimento de massa seca (MS) anual variando de 10 a 20 t/ha (Assis et al. 2017), com bom valor nutricional (Amaral et al. 2016).

Em 2014, a EMBRAPA Milho e Sorgo lançou o sorgo biomassa BRS 716 com a finalidade de cogeração de energia pela queima direta de biomassa, requerida pelas indústrias termoelétricas e sucroalcooleira. Alguns trabalhos (Castro et al. 2015; Almeida et al. 2019) demonstraram o alto potencial produtivo do sorgo biomassa BRS 716, que apresenta características de alto crescimento (até seis metros de altura) e produtividade de 50 t/ha MS, em dois ciclos. Além de ser tolerante a pragas, doenças, déficit hídrico e acamamento. Devido a estas características, esta espécie torna-se promissora como fonte de nutrientes para animais ruminantes em várias regiões do mundo, incluindo àquelas de clima semiárido (Ramos et al. 2021; Queiroz et al. 2021).

Considerando-se a importante adaptabilidade e produtividade dessas duas espécies forrageiras, milheto e sorgo biomassa, às condições semiáridas, faz-se de grande relevância, a avaliação do potencial forrageiro das mesmas na forma de silagem para alimentação de animais ruminantes. Além do que, plantas forrageiras com alto crescimento podem alterar rapidamente os componentes celulares (Monção et al. 2019 ab), modificando o consumo de nutrientes e o desempenho animal.

Com base no exposto, objetivou-se comparar diferentes proporções das silagens de milheto e sorgo biomassa BRS 716 na dieta de novilhas mestiças Holandês/Zebu, criadas em região semiárida, sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, síntese de proteína microbiana, balanço de nitrogênio, comportamento ingestivo e desempenho corporal.

Material e Métodos

Considerações éticas

Os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética em Experimentação e Bem-Estar Animal da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), sob protocolo 215 de 2020.

Local, período, instalações, delineamento e animais

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), em Janaúba, Minas Gerais, Brasil (coordenadas geográficas: 15 ° 52'38 "Sul, 43 ° 20'05" Oeste). O clima da região, segundo a classificação de Köppen e Geiger (1928), é BSh, com chuvas de verão e períodos de seca bem definidos no inverno. A precipitação média anual é de 800 mm, com temperatura média anual de 28 °C.

O experimento teve duração de 105 dias, divididos em cinco períodos de 21 dias, sendo 17 dias para adaptação dos animais às dietas e manejo e quatro para coleta de dados e amostras.

O delineamento experimental foi em dois quadrados latinos 5 x 5, simultâneos, compostos, cada um, por cinco animais, cinco tratamentos e cinco períodos experimentais cada. Os animais foram alojados em baias individuais dotadas de cocho e bebedouro. O estudo incluiu 10 novilhas mestiças, com grau de sangue variando de ½ a ¾ Holandês/Zebu com peso inicial de 264,95±19,4 kg (±EPM), com média de idade de 14 meses.

Dietas experimentais

Foram utilizadas cinco dietas experimentais: Tratamento 1 – 100% de silagem de milho comendo a fração volumosa da dieta (controle); Tratamento 2 – 75% de silagem de milho e 25% de silagem de sorgo biomassa; 3 – 50% de silagem de milho e 50% de silagem de sorgo biomassa; Tratamento 4 – 25% de silagem de milho e 75% de silagem de sorgo biomassa; Tratamento 5 - 100% de silagem de sorgo biomassa comendo a fração volumosa da dieta. O sorgo utilizado para produção da silagem foi o *Sorghum bicolor* (L.) Moench cv. Biomassa BRS 716 e o milho utilizado para produção da silagem foi *Pennisetum glaucum* (L) R. Br. ADR 500, cultivados na Fazenda Experimental da Unimontes. O sorgo foi plantado em um latossolo vermelho-amarelo distrófico argiloso com as seguintes características químicas: pH em CaCl₂, 6,3; P (Mehlich), 21,2 mg / dm³; K (Mehlich), 110 mg / dm³; Na (Mehlich), 0,3 cmolc / dm³; Ca²⁺, 3,9 cmolc / dm³; Mg²⁺, 1,1 cmolc / dm³; Al³⁺, 0,0 cmolc / dm³; H + Al (0,5 mol / L de acetato de cálcio), 1,2 cmolc / dm³; soma de bases de 5,5 cmolc / dm³; capacidade de troca catiônica de 6,7 cmolc / dm³; saturação de base (V) de 82%. O solo foi gradeado e nivelado mecanicamente por meio de grades acopladas ao trator (trator New Holland TL 75; New Holland Agriculture®, Paranavaí - PR, Brasil). Durante o plantio foram usados 250 kg / ha de fosfato monoamônio. Foi utilizada irrigação aérea

(vazão 1,25 m³ / hora; 17,36 mm / hora; alcance de 20 metros (raio)) por duas horas. O herbicida atrazina foi usado para controlar plantas invasoras. O milho e sorgo biomassa BRS-716 foram manejados e colhidos 120 e 160 dias após o plantio, respectivamente. A produção de matéria seca do milho foi de 10,90 t / ha e a do sorgo biomassa, de 29,70 t / ha. Para as silagens de milho e sorgo biomassa, foram utilizados silos do tipo superfície.

As dietas foram formuladas conforme o NRC (2001) para novilhas com média de 265 kg de peso corporal (PC) e a relação volumoso:concentrado nas cinco dietas experimentais foi de aproximadamente 75:25 na base da matéria seca. As dietas foram fornecidas duas vezes por dia, às 07:00 h e às 14:00 h, em sistema de dieta completa (Total mixed ration-TMR), homogeneizada no cocho. As sobras foram coletadas e pesadas diariamente, pela manhã, antes da primeira alimentação, para ajuste do consumo e a quantidade fornecida foi calculada com base nas sobras, que representaram 5% do total de matéria seca fornecida.

A ureia foi utilizada para correção dos teores de proteína bruta (PB) da fração volumosa das dietas (Costa et al. 2016), sendo utilizado um único concentrado nas cinco dietas experimentais. Para garantir a manutenção da relação volumoso:concentrado na MS total das dietas e que as mesmas fossem mantidas isoproteicas, os teores de matéria seca (MS) e PB dos volumosos foram analisados semanalmente.

Composição químico-bromatológica

No 18^o, 19^o e 20^o de cada período experimental, amostras dos alimentos fornecidos, das sobras e das fezes foram recolhidas pela manhã e armazenadas em freezer. No final do experimento, foi feita uma amostra composta por animal e por período, sendo pré-seca em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. As amostras foram moídas em moinho de facas com peneira com crivos de 1 mm de diâmetro, para análises químico-bromatológicas e uma outra parte das amostras foi moída em peneira com crivos de 2 mm de diâmetro, para incubação ruminal.

A composição químico-bromatológica dos alimentos, das fezes e das sobras foram analisadas quanto ao teor de matéria seca (INCT-CA G-001/1 e G-003/1), proteína bruta (INCT-CA N-001/1), extrato etéreo (INCT-CA G-005/1), matéria orgânica e cinzas (INCT-CA M-001/1), fibra em detergente neutro (INCT-CA F-002/1) e fibra em detergente ácido (INCT-CA F-003/1), com as devidas correções para cinzas (INCT-CA M-002/1) e proteínas (INCT-CA N-004/1), teores de compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro (NIDN) e em

detergente ácido (NIDA), lignina (INCT-CA F-007/1), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) (INCT-CA F-008/1) e os carboidratos não fibrosos seguindo as recomendações descritas em Detmann et al. (2012). O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas foi estimado de acordo com NRC (2001). A proporção dos ingredientes e a composição química das dietas e dos ingredientes utilizados durante o período experimental podem ser verificadas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Item	Inclusão do Sorgo Biomassa BRS 716				
	0	25	50	75	100
<i>Proporção dos ingredientes nas dietas (g/kg de matéria seca)</i>					
Silagem de milho	750	562	374	186,5	0
Silagem de sorgo biomassa	0	187	374	559,5	744
Milho moído	160	160	160	160	160
Farelo de soja	80	80	80	80	80
Ureia/Sulfato de amônio (9:1)	5	6	7	9	11
Mistura mineral	5	5	5	5	5
<i>Composição química (g/kg de matéria seca)</i>					
Matéria Seca	403,80	415,85	426,35	437,41	452,00
Cinzas	100,13	98,16	94,74	91,59	92,64
Proteína Bruta	127,10	125,22	123,35	124,04	124,76
Extrato Etéreo	28,83	30,97	33,10	35,38	37,34
Carboidratos Totais	752,82	759,11	764,99	772,22	776,79
Carboidratos não fibrosos	206,00	199,02	192,00	185,14	178,03
Fibra em detergente neutro	546,82	560,09	572,99	587,08	598,76
FDNcp	467,33	481,14	494,62	509,15	521,56
FDNi	213,64	217,90	222,03	226,61	230,27
Fibra em detergente ácido	404,47	381,78	395,56	410,21	423,08
Lignina	74,97	76,60	78,17	79,92	81,33
Nutrientes digestíveis totais	591,64	590,70	589,51	589,19	587,18
ED (Mcal/kg de MS)	3,11	2,94	2,92	3,05	3,06
EM (Mcal/kg de MS)	2,69	2,51	2,50	2,63	2,64

¹Mistura Mineral, conteúdo por kg do produto: cálcio (128g min), fósforo (100g min), sódio (120g min), magnésio (15g), enxofre (33g), cobalto (135mg), ferro (938mg), iodo (160mg), manganês (1800mg), selênio (34mg), zinco (5760mg), flúor (1000mg); ²FDNcp - Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; ³FDNi - Fibra insolúvel em detergente neutro indigestível; ⁴ED - Energia Digestível; ⁵EM - Energia Metabolizável.

Tabela 2. Composição química dos ingredientes (g/kg de matéria seca) utilizados na formulação das dietas experimentais

Item	Silagem de Milheto	Silagem de sorgo biomassa	Milho moído	Farelo de Soja
	g/kg de matéria seca			
Matéria Seca	240,70	297,50	888,00	889,90
Cinzas	106,80	88,50	29,90	65,60
Matéria Orgânica	893,20	911,50	970,10	934,40
Proteína Bruta	84,80	61,20	83,50	463,10
Extrato Etéreo	28,50	40,00	33,30	26,60
Carboidratos Totais	774,30	809,50	853,30	444,70
Carboidratos não fibrosos	110,10	73,10	667,50	207,90
Fibra em detergente neutro	664,20	736,40	185,80	236,80
FDNcp	574,30	649,20	166,90	123,80
FDNi	258,20	281,50	92,30	65,30
Fibra em detergente ácido	474,40	550,40	31,40	86,30
Lignina	94,60	103,50	15,40	19,40
Nutrientes digestíveis totais	518,58	514,69	861,10	811,60

¹FDNcp - Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; ²FDNi - Fibra insolúvel em detergente neutro indigestível, ³NDT - Nutrientes Digestíveis Totais.

Consumo e digestibilidade dos nutrientes

O consumo de matéria seca (MS) foi calculado diariamente através da quantidade de alimentos fornecida subtraída as sobras. Para se estimar o consumo diário de energia metabolizável (CEM) levou-se em consideração o consumo de matéria seca.

A estimativa da produção de matéria seca fecal foi feita empregando-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno. Amostras dos alimentos, das sobras e das fezes foram incubadas em dois bovinos mestiços adultos, canulados no rúmen, durante 288 horas, seguindo metodologia descrita em Detmann et al. (2012). O coeficiente de digestibilidade de todos os nutrientes foi calculado utilizando a seguinte equação: [quantidade ingerida – quantidade excretada nas fezes] / quantidade ingerida. Com base nos coeficientes de digestibilidade foram calculados os valores de nutrientes digestíveis totais das dietas experimentais. Para se estimar os valores energia digestível (ED), metabolizável (EM) e líquida para ganho de peso (ELc) foram utilizadas equações citadas no NRC (2001).

Balanço de nitrogênio e síntese microbiana

Foram realizadas coletas de urinas obtidas no 20º dia de cada período experimental. Amostras spot de urina foram realizadas aproximadamente quatro horas após a alimentação da manhã, durante micção espontânea dos animais. Alíquotas de 10 mL dessa amostra foram filtradas e diluídas imediatamente em 40 mL de H_2SO_4 a 0,036 N para posteriores análises de creatinina, conforme proposto por Oliveira et al. (2001). A excreção urinária diária de creatinina (EC) foi estimada a partir da equação $EC \text{ (g/dia)} = 32,27 - 0,01093 * PC$ (kg), proposta para estimar a excreção diária de creatinina em novilhas, que ocorre em função do peso vivo (Chizzotti et al. 2007).

A quantificação do volume urinário diário de cada animal foi feita dividindo-se as excreções urinárias diárias de creatinina pela concentração de creatinina na urina. No cálculo do balanço de compostos nitrogenados (BN) foram consideradas as quantidades de nitrogênio (g/dia) consumidas (N-ingerido) e excretadas nas fezes (N-fezes) e na urina (N-urina). Para a análise do nitrogênio total na urina e nas fezes foi utilizado o método Kjeldahl (AOAC 1991). Os teores urinários de alantoína e ácido úrico foram estimados por métodos colorimétricos, conforme especificações de Chen e Gomes (1992). As concentrações de ureia, creatinina e ácido úrico na urina e de ureia no plasma foram estimadas utilizando-se *kits* comerciais (Bioclin).

A excreção de purinas totais (PT) foi estimada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina e a quantidade de purinas microbianas absorvidas (mmol dia^{-1}), pela excreção de purinas totais (mmol dia^{-1}), por meio da equação proposta por Verbic et al. (1990):

$$PA = \{(PT - 0,385 \times BW^{0,75})/0,85\}$$

em que: PA = purinas absorvidas (mmol dia^{-1}); e PT = purinas totais (mmol dia^{-1}); 0,85 = recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina na urina; e 0,385 = excreção endógena de derivados de purina na urina (mmol) por unidade de tamanho metabólico ($BW^{0,75}$).

Para estimativa da produção de proteína microbiana, foram utilizadas as bases purinas (mmol dia^{-1}) como indicador microbiano, cuja quantificação foi realizada de acordo com técnica de Chen e Gomes (1992):

$$NM \text{ (g/dia)} = \{(70 \times PA) / (0,85 \times 0,116 \times 1000)\}$$

Assumindo-se o valor de 70 para o conteúdo de nitrogênio nas purinas (mg mmol⁻¹); 0,83 para a digestibilidade intestinal das purinas microbianas e 0,116 para a relação $N_{PURINA}:N_{TOTAL}$ nas bactérias.

A eficiência de síntese microbiana foi calculada da seguinte forma:

$$ESP_{Bmic} = \{(0,629 \times PA) \times 6,25\} / CNDT\}.$$

Em que: PA = purinas absorvidas (mmol dia⁻¹); CNDT - consumo de nutrientes digestíveis totais; 0,629 representa a purina absorvida sem considerar a contribuição da fração endógena.

Foram realizadas coletas de sangue no 20º dia de cada período experimental. Onde os animais passaram por um jejum de sólidos de 16 horas e posteriormente foram realizadas as coletas de amostras individuais de sangue por meio de punção na artéria coccígea com um coletor contendo acelerador de coagulação. As amostras foram centrifugadas em 5.000 rpm por 15 minutos, armazenadas em tubos tipo eppendorf a -20°C e posteriormente analisadas para determinação da composição em ureia. O teor de ureia foi convertido para nitrogênio ureico considerando 46,6% de nitrogênio na ureia.

Peso corporal e medidas corporais

O peso corporal dos animais foi quantificado no início e no final de cada período experimental, foi utilizada uma balança mecânica (Valfran, Votuporanga, São Paulo, Brasil). Após jejum de sólidos de 16 horas, os animais foram submetidos à pesagem individual e medições do perímetro torácico, altura na cernelha, altura na garupa e comprimento do corpo. As mensurações foram feitas segundo metodologia de Hoffman (1997), com os animais em estação forçada, isto é, membros anteriores e posteriores na perpendicular sobre um piso plano, formando um paralelogramo retangular.

Comportamento ingestivo

Durante o período de coletas, as novilhas foram submetidas à observação visual para avaliação do comportamento ingestivo. Durante a observação noturna, o ambiente foi mantido com iluminação artificial, estabelecida três dias antes da avaliação do comportamento ingestivo para que os animais se adaptassem a essa condição. Foi realizada a observação visual de cada animal a cada 5 minutos, durante 24 horas, para determinação dos tempos despendidos com alimentação (TA), ruminação (TR) e ócio (TO), números de

períodos de alimentação (NPA), ruminação (NPR) e ócio (NPO) e da duração dos períodos de alimentação (DPA), ruminação (DPR) e ócio (DPO) de acordo com metodologia descrita por Mezzalira et al. (2011).

Foram feitas as contagens do número de mastigações meréricas/bolo ruminal e a determinação do tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal, para cada animal, com a utilização de um cronômetro digital. Os valores do tempo despendido e do número de mastigações meréricas por bolo ruminal foram obtidos a partir das observações feitas durante a ruminação de três bolos ruminais, em três períodos diferentes do dia (09 às 11 h; 17 às 19 h e 21 às 23 h) de acordo com metodologia descrita por Burger et al. (2000).

Foram calculados os tempos de mastigação da matéria seca (MMS) e mastigação da fibra em detergente neutro (MFDN), dados em minutos/kg. A eficiência de alimentação (EA), a eficiência de ruminação (ER), o tempo de mastigação total (TMT) e o número de mastigações meréricas por dia (NM/dia), da matéria seca e da fibra em detergente neutro, foram obtidos segundo técnica descrita por Burger et al. (2000).

Cinética ruminal das frações volumosas das dietas experimentais

Para a avaliação da cinética da degradação ruminal da MS e FDN das silagens de sorgo biomassa e milho, assim como das associações de ambas em 25, 50 e 75%, foram utilizados dois bois mestiços adultos e canulados no rúmen, com peso médio de 480 ± 30 kg. Foi utilizada a técnica da degradabilidade *in situ* utilizando sacos de fibra sintética do tipo tecido não-tecido (TNT, gramatura 100), medindo 12 x 7 cm, com porosidade aproximada de 50 μ m, conforme Casali et al. (2009), com quantidade de amostras seguindo uma relação de 20 mg de MS/cm² de área superficial do saco (Nocek 1988).

As amostras foram depositadas na região do saco ventral do rúmen por 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 e 96, 120 e 144 horas. Sendo os sacos colocados em ordem inversa, iniciando com o tempo de 144 horas, permanecendo a extremidade do fio de náilon amarrado à cânula. Os sacos relacionados ao tempo zero não foram incubados no rúmen, mas foram lavados em água corrente, semelhante aos sacos incubados. Posteriormente, todas as amostras foram retiradas e lavadas em água fria, visando paralisação da fermentação ruminal. Em seguida, as amostras foram colocadas em estufas a 55°C durante 72 horas e após, resfriado em dessecador e pesados. Os resíduos remanescentes nos sacos de tecido não tecido (TNT), recolhidos no rúmen foram analisados quanto aos teores de MS e FDN. A porcentagem de

degradação foi calculada pela proporção de alimentos remanescentes nos sacos após a incubação ruminal.

Os dados obtidos foram ajustados para uma regressão não linear pelo método de Gauss-Newton (Neter et al. 1985), por meio do software SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA), conforme a equação proposta por (Orskov e McDonald 1979): $Y=a+b(1-e^{-ct})$, em que: Y = degradação acumulada do componente nutritivo analisado, após o tempo t; a = intercepto de curva de degradação quando t = 0, que corresponde à fração solúvel em água do componente nutritivo analisado; b = potencial da degradação da fração insolúvel em água do componente nutritivo analisado; a+b = degradação potencial do componente nutritivo analisado quando o tempo não é fator limitante; c = taxa de degradação por ação fermentativa de b; t = tempo de incubação.

Depois de calculados, os coeficientes a, b e c foram aplicados à equação proposta por Orskov e McDonald (1979): $DE=a+(bxc/c+k)$, em que: DE = degradação ruminal efetiva do componente nutritivo analisado; k = taxa de passagem do alimento. Assumiram-se taxas de passagem de partículas no rúmen estimadas em 5% por hora, conforme sugerido pelo AFRC (1993).

A degradabilidade da FDN foi estimada utilizando-se o modelo de Mertens e Loften (1980): $R_t = B \times e^{-ct} + I$, em que R_t = fração degradada no tempo t; B = fração insolúvel potencialmente degradável e I = fração indigestível. Após os ajustes da equação de degradação da FDN, procedeu-se à padronização de frações, conforme proposto por Waldo et al. (1972), utilizando-se as equações: $BP = B/(B+I) \times 100$; $IP = I/(B+I) \times 100$, em que: BP = fração potencialmente degradável padronizada (%); IP = fração indigestível padronizada (%); B = fração insolúvel potencialmente degradável e I = fração indigestível. No cálculo da degradabilidade efetiva da FDN, utilizou-se o modelo: $DE = BP \times c/(c+k)$, em que BP é a fração potencialmente degradável (%) padronizada.

Análises Estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância usando o procedimento Mixed do SAS, versão 9.0 (SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA). O procedimento UNIVARIATE foi utilizado para detectar outliers ou valores influentes e examinar a normalidade dos resíduos. O consumo de nutrientes, digestibilidade, balanço de nitrogênio, síntese microbiana, variáveis comportamentais e o ganho em peso e medidas corporais foram analisados conforme o

modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + A_j + T_k + PI + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} = A observação referente ao tratamento “k”, dentro do período “i” e animal “j”;

μ - constante associada a todas as observações;

P_i - Efeito do período “i”, com $i = 1, 2, 3, 4$ e 5 ;

A_j - Efeito animal “j”, com $j = 1, 2, 3, 4$ e 5 ;

T_k - Efeito do tratamento “k”, com “k” = $1, 2, 3, 4$ e 5 ;

PI - Peso inicial como co-variável;

e e_{ijk} - erro experimental associado a todas as observações (Y_{ijk}), independente, que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância δ_2 .

O ensaio de degradabilidade ruminal da MS e FDN foi conduzido em delineamento em blocos casualizados em parcelas subdivididas, sendo cinco tratamentos (parcelas) e 10 tempos de incubação (subparcelas). A variação em cada animal foi o fator de blocagem. Foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + e_{ij} + P_k + TP_{ik} + e_{ijk}$$

Em que:

$Y_{k(ij)}$ = A observação referente ao tempo (P) na subparcela k do tratamento (T) i no bloco j;

μ = constante associada a todas as observações;

T_i = Efeito do tratamento “i”, com $i = 1, 2, 3, 4$ e 5 ;

B_j = Efeito do bloco j, com $j = 1$ e 2 ;

e_{ij} = erro experimental associado às parcelas que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância δ_2 ;

P = Efeito do tempo de incubação k, com $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$ e 10 ;

TP_{ik} = Efeito da interação do nível i de Tratamento com o nível k do Tempo de incubação;

e_{ijk} = erro experimental associado a todas as observações que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância δ_2 .

A substituição da silagem de milho pela silagem de sorgo biomassa nas dietas foi comparada pela decomposição da soma dos quadrados em contrastes lineares ortogonais e efeitos quadráticos, a 5% de probabilidade, com ajustes subsequentes das equações de regressão. Os valores médios foram considerados diferentes quando $\alpha < 0,05$.

Resultados

Degradabilidade ruminal

O aumento da proporção da silagem de sorgo biomassa BRS 716 reduziu linearmente a fração prontamente solúvel (fração "a"), degradabilidade potencial e degradabilidade efetiva da MS nas diferentes taxas de passagem 2, 5 e 8%/hora ($P < 0,01$) e aumentou linearmente a fração indegradável da MS (Tabela 3). Para cada unidade percentual de inclusão do sorgo biomassa BRS 716 houve redução de 0,10; 0,11; 0,06; 0,07 e 0,08 pontos percentuais (pp), respectivamente.

Tabela 3. Cinética ruminal da matéria seca e fração fibrosa de diferentes proporções de silagem de milho e silagem de sorgo biomassa BRS 716

Item (%)	Inclusão do Sorgo Biomassa BRS 716 (%)					EPM	p-valor	
	0	25	50	75	100		Linear	Quad
<i>Matéria seca, %</i>								
Fração "a" ¹	30,50	29,78	29,22	21,02	21,82	0,48	<0,01	0,02
Fração "b"	39,30	36,21	39,48	38,35	37,84	1,80	0,89	0,91
Taxa de degradação "c", %/hora ²	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	0,01	<0,01	0,05
Degradabilidade potencial ³	69,80	65,99	68,70	59,36	59,67	1,89	<0,01	0,60
Fração indegradável ⁴	30,20	31,20	34,01	40,64	40,33	1,89	<0,01	0,60
Degradabilidade efetiva - 2% ⁵	45,85	43,92	42,96	40,75	40,31	0,57	<0,01	0,43
Degradabilidade efetiva - 5% ⁶	38,57	37,27	36,21	32,50	32,40	0,53	<0,01	0,92
Degradabilidade efetiva - 8% ⁷	35,98	34,83	33,91	29,13	29,24	0,49	<0,01	0,48
<i>Fibra em detergente neutro, %</i>								
Fração "B" padronizada ⁸	61,38	59,87	64,34	57,32	52,07	2,11	<0,01	0,03
"c" %/hora ⁹	2,0	1,0	1,0	3,0	3,0	0,01	<0,01	<0,01
Ip ^c , % ¹⁰	38,62	40,14	35,66	42,68	47,93	2,11	<0,01	0,03
Degradabilidade efetiva - 2% ¹¹	27,39	22,83	22,96	31,10	30,40	1,20	<0,01	<0,01
Degradabilidade efetiva - 5% ¹²	15,28	11,96	11,72	18,64	19,02	1,03	<0,01	<0,01
Degradabilidade efetiva - 8% ¹³	10,63	8,11	7,87	13,34	13,89	0,85	<0,01	<0,01

^a Ip – fração indigestível padronizada

^b Equação de regressão: ¹ $\hat{Y} = 31,69 - 0,1045 * X$, $R^2 = 0.79$; ² $\hat{Y} = 0,8 + 0,012 * X$, $R^2 = 0.75$; ³ $\hat{Y} = 70,08 - 0,11 * X$, $R^2 = 0.74$; ⁴ $\hat{Y} = 29,33 + 0,12 * X$, $R^2 = 0.89$; ⁵ $\hat{Y} = 45,60 - 0,06 * X$, $R^2 = 0.97$; ⁶ $\hat{Y} = 38,81 - 0,07 * X$, $R^2 = 0.92$; ⁷ $\hat{Y} = 36,45 - 0,08 * X$, $R^2 = 0.88$; ⁸ $\hat{Y} = 60,52 + 0,1321 * X - 0,0022 * X^2$, $R^2 = 0.82$; ⁹ $\hat{Y} = 1,77 - 0,03 * X + 0,0005 * X^2$, $R^2 = 0.68$; ¹⁰ $\hat{Y} = 39,48 - 0,13 * X + 0,002 * X^2$, $R^2 = 0.82$; ¹¹ $\hat{Y} = 26,32 - 0,12 * X + 0,002 * X^2$, $R^2 = 0.61$; ¹² $\hat{Y} = 14,57 - 0,11 * X + 0,002 * X^2$, $R^2 = 0.71$; ¹³ $\hat{Y} = 10,11 - 0,09 * X + 0,0014 * X^2$, $R^2 = 0.74$ onde \hat{Y} é o valor predito em cada variável e X é inclusão da silagem de sorgo biomassa. R^2 é o coeficiente de determinação. * significativa pelo teste de t ($\alpha < 0,05$).

^c EPM – Erro padrão da média;

⁴ p- Probabilidade.

Para a fração insolúvel potencial degradável padronizada (Fração Bp), taxa de degradação da fração Bp "c", fração indegradável padronizada (Ip) e degradabilidade efetiva (k= 2, 5, e 8 %/hora) da fibra em detergente neutro, as médias ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão. O ponto de máxima da fração Bp foi verificado na inclusão de 30,02% de silagem de sorgo biomassa BRS 716. O ponto de mínima para taxa de degradação da fração Bp "c" e fração indegradável da fração fibrosa foi verificado na proporção de 30,0 e 32,5% de inclusão de silagem de sorgo biomassa BRS 716, respectivamente.

Consumo e digestibilidade dos nutrientes

Dietas com diferentes proporções de silagem de sorgo biomassa BRS 716 e milheto para novilhas mestiças leiteiras não modificaram o consumo de matéria seca (CMS), proteína bruta, FDN, extrato etéreo, carboidratos não fibrosos, nutrientes digestíveis totais, fibra em detergente neutro indigestível (CFDNi) e energia metabolizável (Tabela 4). As médias observadas para o CMS e CFDNi foram de 7,85 kg/dia e 1,18 kg/dia, respectivamente.

Tabela 4. Consumo e digestibilidade de nutrientes por novilhas mestiças Holandês/Zebu alimentadas com dietas contendo diferentes proporções de silagem de milheto e silagem de sorgo biomassa BRS 716

Item	Inclusão do Sorgo Biomassa BRS 716 (%MS)					EPM	p-valor	
	0	25	50	75	100		Linear	Quad
<i>Consumo, kg/dia</i>								
Matéria seca	7,59	7,94	7,80	8,30	7,66	0,52	0,99	0,99
Proteína bruta	0,96	0,99	0,96	1,03	0,96	0,07	0,98	0,99
FDN	4,15	4,45	4,47	4,65	4,59	0,52	0,13	0,68
Extrato etéreo	0,22	0,25	0,26	0,26	0,29	0,01	0,53	0,43
CNF	1,56	1,58	1,50	1,65	1,36	0,17	0,15	0,99
NDT	5,47	5,28	5,21	5,77	5,32	0,38	0,87	0,95
FDNi	1,22	1,10	1,05	1,34	1,18	0,11	0,63	0,50
EM, Mcal/dia	20,92	19,95	19,73	21,97	20,26	1,47	0,88	0,86
<i>Consumo, % PC</i>								
Matéria seca	3,00	3,14	3,06	3,33	3,09	0,13	0,99	0,99
Proteína bruta	0,36	0,38	0,36	0,38	0,36	0,01	0,99	0,99
FDN	1,57	1,69	1,69	1,73	1,74	0,11	0,12	0,80
Extrato etéreo	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,01	0,13	0,28
CNF	0,59	0,60	0,57	0,61	0,52	0,07	0,35	0,99
NDT	2,11	2,08	2,03	2,29	2,16	0,11	0,38	0,78
FDNi	0,47	0,42	0,40	0,55	0,50	0,04	0,21	0,31
<i>Digestibilidade aparente (g/kg)</i>								
Matéria seca	725,2	754,9	742,8	739,1	744,5	18,3	0,55	0,09
Proteína bruta	759,7	774,5	777,9	780,1	768,0	12,3	0,57	0,23
Extrato etéreo ¹	909,2	921,0	939,9	927,1	904,7	8,1	0,13	0,04
Fibra em detergente nêutron	661,7	549,9	594,4	559,7	601,1	8,2	0,66	0,45
CNF ³	851,0	873,8	897,7	872,7	841,1	24,83	0,83	0,10
Nutrientes digestíveis totais	688,0	650,1	649,0	672,9	676,0	18,5	0,98	0,13

^bEquação de regressão: $\hat{Y} = 906,6 + 1,13 * X - 0,01 * X^2$, $R^2 = 0,89$ onde \hat{Y} é o valor predito em cada variável e X é inclusão da silagem de sorgo biomassa. R^2 é o coeficiente de determinação. *significativa pelo teste de t ($\alpha < 0,05$). ^cEPM – Erro padrão da média; ⁴p- Probabilidade.

O consumo de matéria seca e nutrientes quando expresso em porcentagem do PC, também não foi modificado em função das dietas experimentais. Em média, foi verificado CMS de 3,12% do PC. Houve efeito quadrático sobre a digestibilidade do extrato etéreo, com

o aumento da proporção da silagem de sorgo na dieta. A maior digestibilidade do extrato etéreo foi verificada na proporção de 56,5 % de inclusão de silagem de sorgo biomassa BRS 716. Quanto às demais variáveis referentes à digestibilidade aparente não foram verificadas diferenças entre as dietas ($P>0,05$).

Balanço de nitrogênio e síntese microbiana

As diferentes proporções das silagens de sorgo biomassa BRS 716 e milho na dieta de novilhas mestiças leiteiras não alteraram a ingestão diária de nitrogênio (N; média de 132,42 g). Para o N excretado nas fezes foi verificada redução linear de 0,03 g para 1% de inclusão da silagem de sorgo biomassa (Tabela 5). Para o nitrogênio retido, expresso em gramas e % do nitrogênio consumido, ureia no plasma e urina não foram observadas diferenças em função das diferentes dietas experimentais, sendo as médias de 104,84 g/dia, 75,18%, 17,66 mg/dL e 0,86 mg/dL, respectivamente. Com relação às excreções dos derivados de purina e síntese microbiana, não houve efeito significativo ($P>0,05$) em função das dietas com diferentes proporções das silagens de milho e sorgo biomassa 716.

Tabela 5. Balanço de nitrogênio e síntese microbiana por novilhas mestiças Holandês/Zebu alimentadas com diferentes proporções de silagem de milho e silagem de sorgo biomassa BRS 716

Item	Inclusão do Sorgo Biomassa BRS 716 (%MS)					EPM	p-valor	
	0	25	50	75	100		Linear	Quad
<i>Balanço de compostos nitrogenados</i>								
Ingestão de nitrogênio, g/dia	137,7	134,1	135,9	138,5	115,9	10,1	0,22	0,32
N nas fezes, g/dia	16,7	16,5	15,5	14,4	13,8	0,6	<0,01	0,77
N na urina, g/dia	15,6	14,0	11,9	11,8	12,8	1,1	0,84	0,37
Nitrogênio retido, g	105,3	103,6	108,5	112,3	89,2	9,2	0,42	0,25
N nas fezes, % NI	13,6	13,7	14,6	11,9	13,3	1,6	0,62	0,86
N na urina, % NI	14,0	10,4	11,2	10,8	13,4	1,8	0,86	0,36
Nitrogênio retido, % NI	72,4	77,2	74,3	77,2	73,3	2,5	0,99	0,47
N-ureico no plasma, mg/Dl	47,7	51,2	56,5	57,7	51,9	3,7	0,21	0,10
N-ureico na urina, mg/Dl	0,8	0,8	1,0	0,9	0,8	0,1	0,82	0,05
<i>Produção microbiana</i>								
Alantoína (mmol/dia)	104,02	100,64	115,59	102,90	109,21	14,24	0,78	0,87
Ácido úrico (mmol/dia)	13,95	11,66	16,39	12,16	13,43	1,98	0,93	0,80
Derivados de purina (mmol/dia)	117,98	112,30	131,98	115,07	122,63	14,67	0,79	0,85
Alantoína: derivados de purina	86,65	89,34	86,75	90,12	87,88	2,14	0,63	0,63
Purinas absorvidas (g/dia)	108,62	101,80	125,03	105,01	113,42	17,15	0,81	0,84
Nitrogênio microbiano (g/dia)	78,97	74,02	90,90	76,34	82,46	12,46	0,81	0,84
PB microbiana sintetizada no rúmen (g/dia)	493,57	462,60	568,13	477,15	515,40	77,93	0,81	0,84
Eficiência microbiana (g PBmic/kg NDT)	137,18	107,38	156,22	117,09	134,46	20,53	0,94	0,93
Eficiência microbiana (g N/kg DMO)	206,12	192,03	193,09	205,50	170,84	14,17	0,21	0,57

^b Equação de regressão: $^1\hat{Y} = 16,98 - 0,031 * X$, $R^2 = 0,96$ onde \hat{Y} é o valor predito em cada variável e X é inclusão da silagem de sorgo biomassa. R^2 é o coeficiente de determinação. * significativa pelo teste de t ($\alpha < 0,05$).

^c EPM – Erro padrão da média;

^d p- Probabilidade.

N - nitrogênio; NI - nitrogênio ingerido; PB - Proteína bruta; NDT - Nutrientes digestíveis totais; DMO - digestibilidade da matéria orgânica.

Comportamento ingestivo

O comportamento alimentar das novilhas mestiças Holandês/Zebu não foi influenciado pelas diferentes proporções das silagens de milho e sorgo biomassa BRS 716 na dieta (Tabela 6). As médias dos tempos de alimentação, ruminação e ócio foram, respectivamente, de 369,1, 495,5 e 575,4 minutos/dia.

Tabela 6. Comportamento alimentar de novilhas F1 Holandês/Zebu alimentadas com dietas contendo diferentes proporções de silagem de milho e silagem de sorgo biomassa BRS 716

Item	Inclusão do Sorgo Biomassa BRS 716 (%MS)					EPM	p-valor	
	0	25	50	75	100		Linear	Quad
<i>Alimentação</i>								
min/ dia	377,0	364,0	366,0	372,0	366,5	8,4	0,62	0,55
min/kg MS	55,9	52,5	58,3	50,2	54,5	5,9	0,78	0,95
<i>Ruminação</i>								
min/dia	483,0	478,5	489,0	535,5	491,5	13,9	0,10	0,41
min/kg MS	72,3	68,8	76,7	72,3	73,4	8,3	0,82	0,91
<i>Ócio</i>								
min/dia	580,0	597,5	585,0	532,5	582,0	15,7	0,22	0,68
<i>Mastigação</i>								
número/bolus	55,9	57,7	59,4	58,3	56,9	1,9	0,66	0,19
min/dia	511,6	1113,7	1480,2	1121,0	1087,7	328,9	0,27	0,11
<i>Número de período (n/dia)</i>								
Alimentação	10,9	10,1	10,7	10,0	10,2	0,7	0,49	0,78
Ruminação	13,6	13,5	13,7	13,0	13,7	0,7	0,89	0,78
Ócio	19,6	20,0	19,6	19,0	19,3	0,8	0,52	0,89
<i>Duração do período (min)</i>								
Alimentação	2198,7	2306,0	2181,7	2410,2	2348,8	147,0	0,39	0,97
Ruminação	2146,6	2154,0	2203,1	2490,5	2211,9	106,2	0,17	0,40
Ócio	1790,8	1815,6	1810,7	1696,9	1874,7	76,7	0,84	0,49
<i>Eficiência alimentar</i>								
g MS/h	20,4	22,2	21,6	22,9	21,9	1,4	0,41	0,49
g FDNcp/h	5,9	6,0	6,8	7,7	7,2	0,7	0,07	0,69
<i>Eficiência de ruminação</i>								
Bolus/dia	36036,8	35574,9	36721,0	40039,8	37430,3	1558,6	0,15	0,71
g MS/h	16,2	16,8	16,2	15,9	16,1	1,4	0,80	0,89
g FDNcp/h	4,7	4,7	5,0	5,3	5,3	0,5	0,27	0,97

MS- matéria seca; FDNcp – Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas; h - hora

^cEPM – Erro padrão da média;

^dp- Probabilidade.

Desempenho corporal

O peso corporal final (P=0,89), ganho em peso (GMD; P=0,08), eficiência alimentar (P=0,50) e as medidas corporais (P>0,05) das novilhas não foi modificado pelas silagens de milho e sorgo biomassa BRS 716 em diferentes proporções nas dietas. O peso corporal final e o GMD médio das novilhas foram de 278,46 kg e 0,795 kg/dia, respectivamente.

Tabela 7. Desempenho corporal de novilhas $\frac{3}{4}$ F1 Holandês/Zebu alimentadas com dietas contendo diferentes proporções de silagem de milho e silagem de sorgo biomassa BRS 716

Item	Inclusão do Sorgo Biomassa BRS 716 (%MS)					EPM	p-valor	
	0	25	50	75	100		Linear	Quad
Desempenho								
Peso final, kg	275,80	276,95	277,10	278,60	283,85	19,52	0,77	0,89
Ganho em peso, (kg/dia) ¹	0,735	0,881	0,768	0,811	0,781	0,09	0,11	0,08
Eficiência alimentar, kg de ganho/kg de MS	0,08	0,11	0,12	0,07	0,16	0,02	0,09	0,50
Biometria, cm								
Perímetro torácico	151,90	151,70	151,50	151,50	151,90	4,44	0,98	0,93
Altura de cernelha	121,47	121,85	121,30	121,05	121,62	2,43	0,94	0,94
Altura de garupa	126,30	127,60	127,50	127,10	127,35	2,64	0,84	0,81
Comprimento corporal	129,38	129,95	129,00	128,80	129,50	3,55	0,93	0,94
Ganho, cm/dia								
Perímetro torácico	0,184	0,183	0,192	0,194	0,196	0,04	0,79	0,99
Altura de cernelha	0,065	0,094	0,095	0,058	0,088	0,02	0,91	0,73
Altura de garupa	0,061	0,062	0,082	0,049	0,12	0,028	0,25	0,42
Comprimento corporal	0,086	0,169	0,116	0,085	0,152	0,03	0,69	0,94

^cEPM– Erro padrão da média;

^d p- Probabilidade.

Discussão

Os valores de MS (%) da silagem de milho (24,07%) e silagem de sorgo biomassa (29,75%) influenciaram os teores de MS das dietas experimentais, com elevação à medida que aumentou os níveis de biomassa. Esta elevação nos teores de MS das dietas compensou a diminuição das degradabilidades efetiva e potencial das dietas com aumento da inclusão de biomassa, favorecendo para manutenção do consumo de MS e nutrientes.

O maior valor da fração solúvel “a” da MS na dieta com 100% de silagem de milho pode ser explicado pela maior proporção de carboidratos solúveis nesta silagem. A maior proporção de componentes fibrosos (FDN, FDA e FDNi) na silagem de sorgo biomassa em relação à silagem de milho justificam os resultados observados na degradabilidade ruminal das silagens. Entretanto, conforme Van Soest (1994), teores de FDA acima de 40% podem prejudicar o consumo de MS devido à redução na digestibilidade. Todavia, nas dietas experimentais com as diferentes proporções de milho e biomassa, os teores de FDA não superaram este limite, mantendo consumo e digestibilidade da MS por novilhas leiteiras em

fase de crescimento. Adicionalmente, o consumo de FDN, que tem correlação negativa com o consumo de MS pelo efeito de enchimento ruminal, foi semelhante entre as dietas.

Dentre os fatores que afetam o desempenho animal, o consumo de matéria seca é um dos principais em comparação aos fatores ambientais e sanitários (NRC 2001). A semelhança no consumo de MS e nutrientes e na digestibilidade das dietas com diferentes proporções de silagens de sorgo biomassa e milho demonstra o potencial forrageiro do sorgo biomassa BRS 716 como base volumosa na dieta de novilhas leiteiras. Segundo Gonçalves et al. (2019), o consumo de MS tem alta correlação com o processo produtivo, pois na MS estão os nutrientes presentes no alimento que podem suprir as necessidades de manutenção, ganho e reprodução animal. A quantidade de matéria seca consumida observada neste estudo teve valor médio de 7,86 kg/dia ou 3,12% do peso corporal, tendo relação direta com o aumento do peso corporal do animal.

A maior digestibilidade do extrato etéreo com a inclusão da silagem de sorgo biomassa pode ser reflexo do maior teor desse nutriente em sua composição bromatológica.

A semelhança nos consumos de NDT e EM, apesar da maior participação de componentes fibrosos na silagem de sorgo biomassa em relação à silagem de milho, demonstra que o sorgo biomassa 716 tem qualidade da fibra compatível a propiciar adequado desempenho animal. Corroborando com Ramos et al. (2021), que ao estudarem o efeito da substituição da silagem de sorgo forrageiro (SF) por silagem de sorgo biomassa (SB) em dietas para vacas mestiças em lactação, concluíram que embora a silagem do sorgo biomassa BRS 716 apresente maior teor de componentes fibrosos (FDN; 725,6 vs. 664,0 g / kg), sua fibra apresenta qualidade satisfatória para adequado consumo. Nesse trabalho a substituição da silagem sorgo forrageiro por silagem do BRS 716 reduziu o consumo de matéria seca e a digestibilidade da matéria seca, mas não alterou a produção média de leite (13,42 kg / dia) e a eficiência alimentar.

O sorgo biomassa começa a ter seu potencial forrageiro evidenciado, pois, além de apresentar altas produções de matéria seca por hectare, permite a obtenção de silagens de bom valor nutritivo. Almeida et al. (2019) avaliaram o desempenho agrônomo e a composição química de seis híbridos de sorgo biomassa para produção de etanol celulósico, observaram que híbridos mutantes de sorgo estão associados à redução do teor de lignina, tornando esses genótipos mais promissores para os processos de conversão enzimática da biomassa. Essa característica da fibra é comum para ambos os propósitos, pois há

preferência por menores teores de lignina, pois a lignina afeta a digestibilidade da fibra para os ruminantes e altas porcentagens de lignina necessitam de maiores concentrações das enzimas para o processamento da biomassa, tornando este economicamente inviável.

Mesmo com a redução linear da excreção fecal de nitrogênio, o balanço de nitrogênio manteve-se positivo e semelhante entre as dietas, assim como o desempenho animal. A diminuição da excreção do nitrogênio pode resultar em menor impacto ambiental e maior retorno econômico no sistema de produção por diminuir o uso de insumos nitrogenados. O balanço de nitrogênio quantifica a retenção ou perda de proteína pelo animal, e esta relacionada ao consumo do alimento, quando o balanço de nitrogênio é positivo significa que provavelmente as exigências de proteína foram supridas (Gonçalves et al. 2014). Além disso, apesar da maior proporção de componentes fibrosos e menor disponibilidade energética com a silagem de sorgo biomassa, os consumos de NDT e EM foram similares, justificando mais uma vez a semelhança nos resultados de desempenho corporal das novilhas mestiças Holandês/Zebu.

A similaridade para as excreções de alantoína e ácido úrico é devida as dietas serem isoproteicas. De acordo com Braga et al. (2012), a excreção total de derivados purínicos na urina resultam do catabolismo de proteínas em ruminantes e são variáveis importantes para estimativa da quantidade de proteína microbiana sintetizada.

A síntese de proteína microbiana foi semelhante entre as dietas, decorrente das semelhanças nos consumos de nitrogênio e energia entre as dietas experimentais. A média de eficiência microbiana encontrada nas dietas foi de 130,5 g PB mic/kg NDT, corroborando com o NRC (2001) que propõe o valor de 130 g kg⁻¹ de PBmic NDT consumido. A eficiência microbiana pode permitir aumento na disponibilidade de proteína microbiana para ser absorvida no intestino, suprimindo, assim, as exigências de animais em crescimento (Caldas et al. 2007).

As variações nos teores de FDN, FDA e FDNi entre dietas experimentais com diferentes proporções de silagens de milho e sorgo biomassa BRS 716 não foram suficientes para modificar o comportamento ingestivo das novilhas, que apresentaram valores de consumo e digestibilidade semelhantes. Ressalta-se, que a fração fibrosa é o componente da dieta de principal relevância sob as atividades do comportamento ingestivo, especialmente para dietas com alta participação de alimentos volumosos. Em relação à qualidade da fibra, a celulose e a hemicelulose são os principais componentes do sorgo

biomassa e, sob hidrólise enzimática, produzem açúcares fermentáveis para a produção de biocombustíveis (Nagaiah et al. 2012; Castro et al. 2015), já no rúmen este processo também ocorre fornecendo energia para os microrganismos.

Na fase de recria das novilhas, fornecer uma dieta equilibrada que garanta ganho de peso suficiente para o desenvolvimento corporal e cobertura precoce é essencial. Neste estudo, a média de ganho de peso diário de 0,80 kg/dia está dentro do desejável, demonstrando o potencial de utilização das silagens de milho e de sorgo biomassa BRS 716 para esta categoria animal.

Conclusão

As silagens de milho e de sorgo biomassa BRS 716 na dieta de novilhas mestiças Holandês/Zebu, utilizadas em diferentes proporções, não alteram o consumo de matéria seca e nutrientes, digestibilidade, balanço de nitrogênio, síntese microbiana, comportamento alimentar e desempenho corporal.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à EMBRAPA-Milho e Sorgo e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT - Ciência Animal). Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código 001.

Conflitos de Interesse

Os autores declaram que não há conflitos de interesse.

Referências

Agricultural and Food Research Council–(AFRC), 1993. Energy and protein requirements of ruminants. Wallingford: Common wealth Agricultural Bureaux International. 159p.

Almeida LGF, Parrella RAC, Simeone MLF, Ribeiro PCO, Santos AS, Costa ASV, Guimarães AG, Schaffert RE. 2019. Composition and growth of sorghum biomass genotypes for ethanol production. *Biomass and Bioenergy*. 122 (3): 343-348. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2019.01.030>.

- Assis RL, Freitas RS, Mason SC. 2017. Pearl millet production practices in Brazil: a review. *Experimental Agriculture*. Cambridge University Press (CUP). 54 (5): 699-718. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/s0014479717000333>.
- Association Official Analytical Chemists -(AOAC), 1991. *Official methods of analysis*, 14 ed, Washington, DC; 101.
- Braga JMDS, Valadares RF, Pellizzoni SG, Valadares Filho SDC, Prates LL, Costa e Silva LF. 2012. Estimation of endogenous contribution and urinary excretion of purine derivatives from the total digestible nutrient intake in Nelore heifers. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 41: 1899-1906.
- Borges LDA, Rocha Júnior VR, Monção FP, Soares C, Ruas JRM, Silva FV, Rigueira JPS, Costa NM, Oliveira LLS, Rabelo WO. 2019. Parâmetros nutricionais e produtivos de vacas Holandesa / Zebu alimentadas com dietas contendo palma forrageira. *AsianAustralasian Journal of Animal Science*. 18: 1-12.
- Burger PJ, Pereira JC, Queiroz AC, Silva JFC, Valadares Filho SC, Cecon PR, Casali ADP. 2000. Ingestive behavior in Dutch calves fed diets containing different concentrate levels. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 29: 236-242.
- Caldas NSP, Zeoula LM, Kazama R, Prado IN. 2007. Proteína degradável no rúmen associada a fontes de amido de alta ou baixa degradabilidade: digestibilidade in vitro e desempenho de novilhos em crescimento. *R. Bras. Zootec*. 36 (2): 452-460.
- Calegari A, Guilherme de Araújo A, Costa A, Lanillo R F, Junior RC, Santos DR. 2014. Conservation agriculture in Brazil. In *Conservation Agriculture: Global Prospects and Challenges*. (Eds R. A. Jat, K. L. Sahrawat and A. H. Kassam). Oxfordshire, UK: CAB International. 54-88.
- Casali AO, Detmanne, Valadares Filho SC. 2009. Estimação de teores de componentes fibrosos em alimentos para ruminantes em sacos de diferentes tecidos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38: 130-138.
- Castro FMR, Bruzi AT, Nunes JAR, Parrella RAC, Lombardi GMR, Albuquerque CJB, Lopes M. 2015. Agronomic and Energetic Potential of Biomass Sorghum Genotypes. *American Journal Of Plant Sciences*. 06 (11): 1862-1873.
- Chen XB, Gomes MJ. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details (Occasional Publication). (Rowett Research Institute, International Feed Resources Unit: Bucksburn, Aberdeen, UK).
- Chizzotti ML, Valadares Filho SC, Valadares RFD, Chizzotti FHM, Marcondes MI, Fonseca MA. 2007. Consumption, digestibility and excretion of urea and purine derivatives in cows of different levels of milk production. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 36: 138-146.

- Costa CTF, Ferreira MA, Campos JMS, Guim A, Silva JL, Siqueira MCB, Barros LJA, Siqueira TDQ. 2016. Intake, total and partial digestibility of nutrients, and ruminal kinetics in crossbred steers fed with multiple supplements containing spineless cactus enriched with urea. *Livestock Science*. 188: 55-60.
- Detmann E, Souza MA, Valadares Filho SC, Queiroz AC, Berchielli TT, Saliba EOS, Cabral LS, Pina DS, Ladeira MM, Azevedo JAG. 2012. (Eds.) Métodos para análise de alimentos. Suprema. Visconde do Rio Branco. 214p.
- Faostat Data Base – (FAO), 2017. [Acesso em 27 de abril de 2020]. Available at <http://faostat.fao.org/beta/en/>.
- Goncalves GS, Pedreira MS, Pereira MLA, Santos DO, Souza DD, Porto Junior AF. 2014. Nitrogen metabolism and microbial production of dairy cows fed sugarcane and nitrogen compounds. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 15: 48-61.
- Gonçalves JL, Santos SF, Sousa RT, Fernandes AMF. 2019. Uso de marcadores para avaliação do consumo em ruminantes. *Nutritime Revista Eletrônica, Paraíba*. [Acesso em 18 de novembro de 2020]. [16 (4): 8508-8524]. <http://www.nutritime.com.br>.
- Hoffman PC. 1997. Optimum body size of Holstein replacement heifers. *Journal of Animal Science*. 75(3): 836-845.
- Köppen W, Geiger R. 1928. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 x 200cm.
- Kung JR L, Shaver RD, Grant RJ, Schmidt RJ. 2018. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*. 101 (5): 4020-4033. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909>.
- Mertens DR, Lofton JR. 1980. The effects of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. *Journal of Dairy Science*. 63: 1437-46.
- Mezzalana JC, Carvalho PC de F, Fonseca L, Bremm C, Reffatti MV, Poli CHEC, Trindade JK. 2011. Methodological aspects of ingestive behavior of grazing cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 40: 1114-1120.
- Monção FP, Costa MAMS, Rigueira JPS, Moura MMA, Rocha Júnior VR, Gomes VM, Leal DB, Maranhão CA, Albuquerque CJB, Chamone JMA. 2019b. Yield and nutritional value of BRS Capiapu grass at different regrowth ages. *Semina: Ciências Agrárias*. 40 (5): 2045-2056. DOI: [10.5433/1679-0359.2019v40n5p2045](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n5p2045).
- Monção FP, Costa MAMS, Rigueira JPS, Sales ECJ, Leal DB, Silva MFP, Gomes VM, Chamone JMA, Alves DD, Carvalho CCS, et al. 2019a. Productivity and nutritional value of BRS capiaçu grass (*Pennisetum purpureum*) managed at four regrowth ages in a semiarid

region. *Tropical Animal Health and Production*. 51 (6): 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02012-y>.

National Research Council– (NRC), 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. Washington, D.C. National Academy Press. (7): 381p.

Neter J, Wasserman W, Kumer M. 1985. *Applied Linear Statistical Models*, Irwin Press, Homewood, IL.

Nocek J. 1988. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. *Journal of Dairy Science*. 71: 2051-2069.

Oliveira AS. 2001. Consumo e digestibilidade aparente, produção e composição do leite em vacas alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 30, (4): 1358-1366.

Orskov DR, McDonald I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*. 92: 499-503.

Queiroz FE de, Rocha VR, Monção FP, Rigueira JPS, Parrella RA da C, Rufino LD de A, Santos AS dos, Cordeiro MWS. 2021. Effect of row spacing and maturity at harvest on the fermentative profile, aerobic stability, and nutritional characteristics of biomass sorghum (BRS 716) silage in the semiarid region of Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia, Janaúba – MG*. 50: 1-13.

Ramos JCP, Rocha Júnior VR, Monção FP, Parrella RA da C, Caxito AM, Cordeiro MWS, Hora FF, Pires DA de A. 2021. Efeito da substituição da silagem de sorgo forrageiro por silagem de sorgo biomassa em dietas para vacas F1 Holstein × Zebu em lactação. *Tropical Animal Health And Production*. 53-99.

Van Soest PJ. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca: Cornell University Press, (2): 476p.

Verbic J, Chen X, Macleod N, Orskov E. 1990. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. *The Journal of Agricultural Science*. 114: 243-248.

Waldo DR, Smith LW, Cox LE. 1972. Model of cellulose disappearance from the rumen. *Journal of Dairy Science*. 55: 1.

Considerações Finais

As silagens de milho e de sorgo biomassa BRS 716 na dieta de novilhas mestiças Holandês/Zebu, utilizadas em diferentes proporções, não alteram o consumo de matéria seca e nutrientes, digestibilidade, balanço de nitrogênio, síntese microbiana, comportamento alimentar e desempenho corporal. Assim, tanto o milho quanto o sorgo biomassa são alternativas para produção de volumoso nas regiões semiáridas, pois apresentam tolerância ao stress hídrico, valor nutricional considerável e grande produção de matéria seca por unidade de área.