

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO**

**AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHETO PARA PRODUÇÃO DE
SILAGEM**

AMARILDO PEDRO DA SILVA

CAMPO GRANDE, MS

2025

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO**

**AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHETO PARA APRODUÇÃO DE
SILAGEM**

Evaluation of a Millet Hybrid for Silage Production

Amarildo Pedro da Silva

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Menezes Dias

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Área concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS

2025



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



Certificado de aprovação

AMARILDO PEDRO DA SILVA

AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHETO PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM EVALUATION OF MILLET HYBRIDS FOR SILAGE PRODUCTION

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

Aprovado em: 28-02-2025

BANCA EXAMINADORA:

Dr. Alexandre Menezes Dias
(UFMS) – Presidente

Dr. Elson Martins Coelho
(UFMS)

Dra. Eva Nara Oliveira Gomes
(ATTO Sementes)

Dr. Geraldo Tadeu dos Santos
(UFMS)

Dra. Luciana Junges
(SENAR)

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **LUCIANA JUNGES, Usuário Externo**, em 05/03/2025, às 18:02, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com

fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Elson Martins Coelho, Usuário Externo**, em 06/03/2025, às 07:04, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **EVA NARA OLIVEIRA GOMES, Usuário Externo**, em 06/03/2025, às 09:53, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **GERALDO TADEU DOS SANTOS, Usuário Externo**, em 06/03/2025, às 13:41, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Alexandre Menezes Dias, Professor do Magisterio Superior**, em 06/03/2025, às 15:00, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5471210** e o código CRC **6534D688**.

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

Aos meus pais, Antonio (*in memoriam*) e Maria,
A Minha esposa Gerusa e meus filhos Miguel e Luiza.
Por todo amor e carinho.

DEDICO

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus, pois sem Ele nada se realiza. Por Ele mais uma vez ter colcado sua mão sobre a minha cabeça e me abençoar.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) pela oportunidade de ingresso e da realização deste curso, pela infraestrutura cedida para o desenvolvimento desta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro durante todo o período de estudos e apoio para realização desta pesquisa.

Ao orientador e amigo Prof. Dr. Zootecnista Alexandre Menezes Dias, pela orientação, ensinamentos, paciência, amizade, estímulo e apoio durante o planejamento e execução deste trabalho, minha gratidão.

Aos colegas, Dr^a. Juliana Oliveira Batistoti, Dr. Anderson Ramires Candido, ao zootecnista Diego Pinheiro e aos colaboradores da Fazenda PEPE Valdir Silva e Cleyson Silva pelas contribuições na condução dessa pesquisa.

À ATTO sementes e ao Centro de Pesquisa Bonamigo ATTO Melhoramento (BAM) pela concessão das sementes e apoio a pesquisa.

A Coneagro Agronegócios pelo auxílio na condução do experimento.

SILVA, A. P da. Avaliação de híbrido de milho para produção de silagem. Defesa. Doutorado em Ciência Animal - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2024. Orientador: Dr. Alexandre Menezes Dias.

RESUMO

A disponibilidade de forragem em regiões tropicais do Brasil é altamente influenciada pelas estações do ano, apresentando variações significativas entre períodos chuvosos e secos. Durante o verão encontramos períodos sem chuva denominados de veranicos, o que interfere muito nas culturas de interesse zootécnico, principalmente na cultura do milho para ensilagem. Assim, é importante avaliar materiais que se tornem como opção a cultura do milho visando amenizar a perda de produção de forragem neste período. No capítulo 2 O objetivo da pesquisa foi comparar a qualidade nutricional, a digestibilidade de diferentes culturas de interesse zootécnico, com o intuito de identificar a opção mais adequada para a produção de silagem. Assim, avaliou-se a produção de massa de forragem e a qualidade das silagens dos híbridos de milho (ADRF 6010, BAMH 210076 e BAMH 210015) e o híbrido de milho ADRf 6010 comparados a cultura do milho (KWS 9555) e do sorgo (BRS 658) em duas safras do ano (verão e inverno). Na avaliação entre os híbridos de milho, houve interação entre cultura e safra ($P < 0,05$) para todas as variáveis analisadas. O ADRf 6010 apresentou maior produção de massa verde e digestibilidade da matéria seca (DIVMS) em relação ao BAMH 210076 e ao BAMH 210015 na safra de verão ($P < 0,05$). Enquanto que a digestibilidade da fibra em detergente neutro (DIVFDN) na safra de verão o BAMH 210015 apresentou maior valor, enquanto na safra de inverno o ADRf 6010 apresentou maior DIVFDN. A produção de massa de forragem e composição química-bromatológica do milho, milho e sorgo tiveram interação significativa da safra x cultura ($P > 0,05$). A a cultura do milho apresentou maior DIVMS em ambas as safras, seguido pelo milho ADRf 6010 no verão e na safra de inverno ($P > 0,05$). A DIVFDN foi maior para a cultura do milho no verão, seguida pela cultura do milho ADRf 6010 e pelo sorgo. Na safra de inverno, a menor DIVFDN foi para a cultura do sorgo. Todas as culturas apresentaram potencial para produção de silagem. O milho híbrido ADRf 6010 se destacou por apresentar maior produção de massa de forragem melhores características bromatológicas, como o teor de proteína bruta, o que o torna uma opção promissora para a produção de forragem de alta qualidade. Diante dos resultados observados no Capítulo 2, tendo o híbrido de milho ADRf 6010 representando maior produtividade, avaliou-se no capítulo 3 o efeito dos níveis de inclusão de silagem do híbrido de milho AFRf 6010 na dieta de novilhas (Angus x Nelore)

terminadas em confinamento sobre o consumo de nutrientes, desempenho produtivo, comportamento ingestivo, características de carcaça e da carne e do custo da alimentação. Foram utilizadas 72 novilhas para as variáveis de consumo de nutrientes, desempenho produtivo, comportamento ingestivo, peso de carcaça quente (PCQ) e rendimento de carcaça (RC), sendo que 24 novilhas foram destinadas para avaliação da área de olho de lombo, (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS), pH e cor da carne e da gordura. Foi avaliado o custo das dietas experimentais e margem por animal. As novilhas foram alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de silagem de milho (40, 50, 60 e 70% na base da MS) em um delineamento inteiramente casualizado. O CMS, CMO, CPB e CEE apresentaram efeito linear negativo e o CFDN apresentou efeito linear positivo ($P < 0,05$). As atividades de consumo e ruminação apresentaram efeito linear positivo, enquanto o ócio apresentou efeito linear negativo ($P < 0,05$). As dietas influenciaram no desempenho produtivo sendo que o GMD teve efeito linear negativo ($P < 0,05$). Nas características de carcaça o PCQ, o RC e cor da gordura (L) apresentaram efeito linear negativo, enquanto para cor de gordura (b) apresentou efeito linear positivo. A dieta com 40% de silagem apresentou maior custo e a dieta com 50% de inclusão de silagem apresentou maior margem por animal (R\$/animal). Os menores níveis de inclusão de silagem do híbrido de milho ADRf 6010 obtiveram os melhores desempenhos produtivos e características de carcaça para novilhas Angus x Nelore terminadas em confinamento. O nível de 50% de inclusão de silagem na MS da dieta foi o que apresentou maior margem líquida por animal.

Palavras-chave: conservação de forragem, culturas de interesse zootécnico forragicultura, produção animal

SILVA, A. P da. Evaluation of millet hybrid for silage production. Defense. PhD in Animal Science - Faculty of Veterinary Medicine and Zootecnics, Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2024. Advisor: Dr. Alexandre Meneses Dias.

ABSTRACT

A disponibilidade de forragem em regiões tropicais do Brasil é altamente influenciada pelas estações do ano, apresentando variações significativas entre períodos chuvosos e secos. Durante o verão encontramos períodos sem chuva denominados de veranicos, o que interfere muito nas culturas de interesse zootécnico, principalmente na cultura do milho para ensilagem. Assim, é importante avaliar materiais que se tornem como opção a cultura do milho visando amenizar a perda de produção de forragem neste período. No capítulo 2 O objetivo da pesquisa foi comparar a qualidade nutricional, a digestibilidade de diferentes culturas de interesse zootécnico, com o intuito de identificar a opção mais adequada para a produção de silagem. Assim, avaliou-se a produção de massa de forragem e a qualidade das silagens dos híbridos de milheto (ADRF 6010, BAMH 210076 e BAMH 210015) e o híbrido de milheto ADRf 6010 comparados a cultura do milho (KWS 9555) e do sorgo (BRS 658) em duas safras do ano (verão e inverno). Na avaliação entre os híbridos de milheto, houve interação entre cultura e safra ($P < 0,05$) para todas as variáveis analisadas. O ADRf 6010 apresentou maior produção de massa verde e digestibilidade da matéria seca (DIVMS) em relação ao BAMH 210076 e ao BAMH 210015 na safra de verão ($P < 0,05$). Enquanto que a digestibilidade da fibra em detergente neutro (DIVFDN) na safra de verão o BAMH 210015 apresentou maior valor, enquanto na safra de inverno o ADRf 6010 apresentou maior DIVFDN. A produção de massa de forragem e composição química-bromatológica do milheto, milho e sorgo tiveram interação significativa da safra x cultura ($P > 0,05$). A a cultura do milho apresentou maior DIVMS em ambas as safras, seguido pelo milheto ADRf 6010 no verão e na safra de inverno ($P > 0,05$). A DIVFDN foi maior para à cultura do milho no verão, seguida pela cultura do milheto ADRf 6010 e pelo sorgo. Na safra de inverno, a menor DIVFDN foi para a cultura do sorgo. Todas as culturas apresentaram potencial para produção de silagem. O milheto híbrido ADRf 6010 se destacou por apresentar maior produção de massa de forragem melhores características bromatológicas, como o teor de proteína bruta, o que o torna uma opção promissora para a produção de forragem de alta qualidade. Diante dos resultados observados no Capítulo 2, tendo o híbrido de milheto ADRf 6010 representando maior produtividade, avaliou-se no capítulo 3 o efeito dos níveis de inclusão de silagem do híbrido de milheto AFRf 6010 na dieta de novilhas (Angus x Nelore)

terminadas em confinamento sobre o consumo de nutrientes, desempenho produtivo, comportamento ingestivo, características de carcaça e da carne e do custo da alimentação. Foram utilizadas 72 novilhas para as variáveis de consumo de nutrientes, desempenho produtivo, comportamento ingestivo, peso de carcaça quente (PCQ) e rendimento de carcaça (RC), sendo que 24 novilhas foram destinadas para avaliação da área de olho de lombo, (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS), pH e cor da carne e da gordura. Foi avaliado o custo das dietas experimentais e margem por animal. As novilhas foram alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de silagem de milho (40, 50, 60 e 70% na base da MS) em um delineamento inteiramente casualizado. O CMS, CMO, CPB e CEE apresentaram efeito linear negativo e o CFDN apresentou efeito linear positivo ($P < 0,05$). As atividades de consumo e ruminação apresentaram efeito linear positivo, enquanto o ócio apresentou efeito linear negativo ($P < 0,05$). As dietas influenciaram no desempenho produtivo sendo que o GMD teve efeito linear negativo ($P < 0,05$). Nas características de carcaça o PCQ, o RC e cor da gordura (L) apresentaram efeito linear negativo, enquanto para cor de gordura (b) apresentou efeito linear positivo. A dieta com 40% de silagem apresentou maior custo e a dieta com 50% de inclusão de silagem apresentou maior margem por animal (R\$/animal). Os menores níveis de inclusão de silagem do híbrido de milho ADRf 6010 obtiveram os melhores desempenhos produtivos e características de carcaça para novilhas Angus x Nelore terminadas em confinamento. O nível de 50% de inclusão de silagem na MS da dieta foi o que apresentou maior margem líquida por animal.

Keywords: animal production, forage conservation, forage production, zootechnical interest crops

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 1. Temperaturas média, mínima, máxima e precipitação mensal durante o período experimental de outubro de 2021 a outubro de 2022.....	20
--	----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1. Datas de semeadura, ensilagem e abertura dos silos da safra verão 2021/2022.....	20
Tabela 2. Datas de semeadura, ensilagem e abertura dos silos da safra de inverno de 2022.....	21
Tabela 3 Produção de massa verde (PMV) de forragem antes da ensilagem e composição química-bromatológica das silagens de híbridos de milho em duas safras.....	23
Tabela 4. Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) de híbridos de milho em duas safras.....	24
Tabela 5. Produção de massa verde (PMV) de forragem antes da ensilagem e composição química-bromatológica das silagens de milho, sorgo e milho híbrido ADRf 6010 em duas safras.....	25
Tabela 6. Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) de diferentes culturas em duas safras.....	26

CAPÍTULO III

Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais	38
Tabela 2. Composição química das dietas experimentais com aumento do nível de silagem de milho na terminação de novilhas (Angus x Nelore) em confinamento	36
Tabela 3. Custo dos ingredientes das dietas experimentais	40
Tabela 4. Consumo de nutrientes de novilhas (Angus x Nelore) terminadas em confinamento recebendo diferentes níveis de silagem de milho na dieta.....	42
Tabela 5. Comportamento alimentar de novilhas (Angus x Nelore) terminadas em confinamento recebendo diferentes níveis de silagem de milho na dieta.....	42
Tabela 6. Desempenho produtivo e conversão alimentar (CA) de novilhas (Angus x Nelore) terminadas em confinamento recebendo diferentes níveis de silagem de milho na dieta.....	42
Tabela 7. Receita, custo e margem líquida da terminação em confinamento de novilhas (Angus x Nelore) recebendo diferentes níveis de silagem de milho na dieta.....	43
Tabela 8. Receita, custo e margem líquida da terminação em confinamento de novilhas (Angus x Nelore) recebendo diferentes níveis de silagem de milho na dieta	44

Sumário

INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA	3
Produção de silagem	3
Fermentação e conservação da silagem	4
Silagem de Milheto	6
Terminação de novilhas em confinamento	7
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
CAPÍTULO II – PRODUÇÃO DE FORRAGEM E QUALIDADE DAS SILAGENS DE HÍBRIDOS DE MILHETO, MILHO E SORGO EM DUAS SAFRAS AGRÍCOLAS NO BIOMA CERRADO	16
1. INTRODUÇÃO	17
2. MATERIAL E MÉTODOS	18
3. RESULTADOS	22
4. DISCUSSÃO	26
5. CONCLUSÃO	31
6. REFERÊNCIAS	31
CAPÍTULO III – NÍVEIS DE INCLUSÃO DE SILAGEM DE HÍBRIDO DE MILHETO ADRf 6010 COMO VOLUMOSO NA DIETA DE NOVILHAS F1 ANGUS X NELORE EM CONFINAMENTO	34
1. INTRODUÇÃO	36
2. MATERIAL E MÉTODOS	37
3. RESULTADOS	41
4. DISCUSSÃO	44
5. CONCLUSÃO	48
6. REFERÊNCIAS	48
CONSIDERAÇÕES FINAIS	52

1 INTRODUÇÃO GERAL

2 A atividade pecuária brasileira é destaque nos mercados interno e externo. Atualmente,
3 o Estado do Mato Grosso do Sul desempenha um papel fundamental na produção de gado de
4 corte no Brasil, sendo um dos estados mais relevantes nesse setor, foram abatidas no 3º
5 trimestre 995,7 mil cabeças bovinas (IBGE, 2023). Localizado no Centro-Oeste brasileiro, o
6 Estado de MS apresenta vastas áreas de pastagem, clima favorável e grande disponibilidade de
7 terras adequadas para a criação de gado. A pecuária de corte é uma das principais atividades
8 econômicas do estado, contribuindo significativamente para o PIB agropecuário local e para as
9 exportações de carne bovina do Brasil.

10 A escolha da planta forrageira mais adequada para silagem pode ser desafiadora devido
11 à grande variedade disponível. O milheto forrageiro surge como uma alternativa vantajosa,
12 especialmente quando comparado ao milho e sorgo, que possuem alto custo de implantação e
13 menor resistência ao estresse hídrico. O milheto (*Pennisetum glaucum*) é uma planta anual de
14 verão, com alto valor nutritivo, fácil adaptação a solos ácidos e baixo custo de implantação,
15 sendo ideal para regiões com baixa fertilidade e que necessitam de culturas de ciclo curto. Além
16 de seu baixo custo e alta adaptabilidade, o milheto pode fornecer silagem de boa qualidade e
17 com menos exigências hídricas e de fertilidade do solo em relação às culturas tradicionais.
18 Outro benefício é a sua capacidade de rebrote após o corte, o que possibilita o pastejo direto
19 pelos animais e ainda contribui para a proteção do solo contra intempéries. Esses fatores tornam
20 o milheto uma opção viável e econômica para a produção de silagem (JACOVETTI *et al.*,
21 2018).

22 Espadin *et al.* (2024) relataram que o milheto e seu uso na alimentação de ruminantes,
23 como caprinos, ovinos, bovinos e bubalinos, desempenham um papel fundamental na pecuária
24 brasileira, especialmente em regiões onde as condições climáticas dificultam a produção
25 sustentável de alimentos. Esse cereal surge como uma alternativa nutritiva e econômica,
26 enriquecendo a dieta dos animais com carboidratos, proteínas e minerais essenciais para seu
27 crescimento e desempenho produtivo. Além de diversificar as fontes alimentares para os
28 ruminantes, o milheto também pode reduzir os custos de alimentação, aumentar a eficiência
29 alimentar e promover a sustentabilidade ambiental, aliviando a pressão sobre os recursos
30 naturais.

31 Para o mercado brasileiro, a utilização estratégica do milheto representa uma
32 oportunidade de elevar a competitividade da pecuária, oferecendo uma solução eficaz para os
33 desafios climáticos e econômicos enfrentados pelos produtores.

1 Objetivou-se neste trabalho avaliar à produção de matéria verde (toneladas/ha) antes da
2 ensilagem, a composição química-bromatológica e a digestibilidade *in vitro* das silagens dos
3 híbridos de milho ADRf 6010, BAMH 210076 e BAMH 210015 e a avaliar à produção de
4 matéria verde (toneladas/ha) antes da ensilagem, a composição química-bromatológica e a
5 digestibilidade *in vitro* das silagens das culturas do milho ADRf 6010, milho e sorgo. Ainda
6 como objetivo avaliou-se a inclusão (40, 50, 60 e 70% na MS da dieta) da silagem do híbrido
7 de milho ADRf 6010 na dieta de novilhas terminadas em confinamento.

1 **CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA**

2 **Produção de silagem**

3 O Brasil detém o maior rebanho bovino comercial do mundo, totalizando 197,2 milhões
4 de cabeças. Em 2023, o país alcançou um novo recorde de volume ao exportar
5 aproximadamente 2,29 milhões de toneladas de carne bovina (ABIEC, 2024). A pecuária de
6 corte no país é majoritariamente baseada na terminação de animais à pasto, porém a área de
7 pastagem vem caindo, entre os anos de 2022 e 2023 sofreu uma ligeira queda, cerca de 0,2%,
8 contudo nos últimos 20 anos essa redução chega a 11,3%. Em contrapartida a produtividade
9 nesse período apresentou um avanço significativo, passando de 36,2 para 65,8 kg de carcaça
10 por hectare. Esse aumento reflete a eficiência do setor (ABIEC, 2024).

11 Como mencionado, a maioria das fazendas de gado de corte no Brasil utilizam sistemas
12 baseados em pastagens, no entanto, durante 4 a 6 meses do ano há uma redução significativa na
13 disponibilidade de pastos. Para enfrentar esse desafio, a conservação de forragem torna-se uma
14 estratégia essencial, permitindo aumentar a taxa de lotação e manter o desempenho dos animais
15 mesmo na estação seca (DANIEL *et al.*, 2019).

16 Além disso, o número de animais terminados em confinamento vem aumentando no
17 país, com menos pastagens, há maior concentração de gado e, portanto, a terminação de animais
18 em confinamentos se torna mais lucrativa (USDA, 2024), havendo assim a necessidade de
19 forragem conservada durante todo o ano.

20 Em algumas regiões do Brasil, o clima apresenta condições desfavoráveis para a
21 produção de feno, especialmente devido aos altos índices de umidade relativa do ar, que
22 dificultam a secagem adequada do material (NERES *et al.*, 2021). Por essa razão, a técnica de
23 ensilagem se torna uma alternativa amplamente adotada nestas regiões.

24 A ensilagem é um processo biológico conduzido por microrganismos, cujo objetivo é
25 conservar forragens frescas através de fermentação anaeróbica, resultando em silagem
26 (OKOYE *et al.*, 2023; FABISZEWSKA *et al.*, 2019). O processo baseia-se na fermentação de
27 açúcares realizada por bactérias, que produzem ácidos orgânicos, promovendo a redução do pH
28 da massa ensilada (MUCK *et al.*, 2018).

29 Nesse contexto, é fundamental buscar forrageiras de alto valor nutritivo e com elevada
30 produção de massa de forragem para a produção de silagem. A silagem de milho tem sido a
31 principal fonte de forragem conservada em dietas de terminação, seguida pela silagem de
32 gramíneas tropicais e silagem de sorgo (OLIVEIRA & MILLEN, 2014).

1 Fermentação e conservação da silagem

2 Segundo Adesogan & Newman (2021) o processo de ensilagem é dividido em cinco
3 fases:

- 4 • Fase 1: inicia-se no momento da colheita até o momento em que o oxigênio é esgotado
5 dentro do silo.
- 6 • Fase 2: essa fase tem início após o consumo do oxigênio, quando bactérias anaeróbicas
7 passam a fermentar os açúcares presentes na forragem em ácidos orgânicos, dióxido de
8 carbono, álcoois e compostos nitrogenados. Com isso há uma redução no pH.
- 9 • Fase 3: quando o pH atinge valores abaixo de 5, as bactérias produtoras de ácido lático
10 passam a predominar na fermentação, reduzindo o pH para aproximadamente 4 a 4,5.
- 11 • Fase 4: quando o pH atinge valores abaixo de 4,2, a silagem se torna estável, impedindo
12 o crescimento de microrganismos indesejáveis. A qualidade da silagem pode ser
13 preservada durante todo o processo de armazenamento, desde que o silo permaneça
14 selado e livre de entrada de ar.
- 15 • Fase 5: essa fase tem início com a abertura do silo durante a alimentação, onde as
16 condições aeróbicas são reestabelecidas. Com a entrada de ar, leveduras e fungos, que
17 estavam inativos durante a fermentação, são reativados. Durante o processo
18 fermentativo, microrganismos consomem proteínas e carboidratos, podendo gerar
19 vários produtos, como ácidos orgânicos, etanol, água, ATP e dióxido de carbono.

20 A extensão e o padrão de fermentação no silo são determinados por diversos fatores,
21 sendo os mais importantes relacionados à colheita, como teor de matéria seca, a capacidade de
22 tamponamento, a concentração de carboidratos solúveis em água e o conteúdo de nitrato
23 (WEISSBACH, 1996; WEISSBACH *et al.*, 1974).

24 O processo de ensilagem visa atingir valores de pH capazes de inibir o crescimento de
25 microrganismos indesejáveis e o catabolismo enzimático do material ensilado (FERREIRA *et*
26 *al.*, 2014). Vários fatores podem influenciar na qualidade da fermentação, incluindo a presença
27 de microrganismos que levam à fermentação secundária, teor de matéria seca, teor de
28 carboidratos solúveis, compactação do material e velocidade de vedação do silo (MCDONALD
29 *et al.*, 1991). É esperado que uma silagem de boa qualidade tenha o predomínio rápido de
30 bactérias láticas homofermentativas e promovam, a inibição de enterobactérias dos gêneros
31 *Listeria*, *Bacillus*, *Clostridium* e bactérias láticas heterofermentativas, devido ao pH baixo e ao
32 reduzido potencial de oxirredução (FERREIRA *et al.*, 2014).

1 A qualidade da silagem está diretamente ligada às características bromatológicas,
2 nutricionais e produtividade de massa de forragem (BORREANI *et al.*, 2018; DOMINGUES
3 *et al.*, 2013). É essencial colher a forragem no estágio de maturidade ideal (RAMOS *et al.*,
4 2021), equilibrando o rendimento e qualidade. Para as culturas do milho e sorgo, por exemplo,
5 o ideal é colher quando estiverem com 30-35% de MS (ADESOGAN & NEWMAN, 2021).

6 As perdas de matéria seca e as alterações na qualidade ocorrem em cada fase do processo
7 de ensilagem. Os principais momentos de perda incluem a colheita no campo, a respiração e
8 fermentação no silo, a produção de efluentes, e a exposição ao oxigênio durante o
9 armazenamento e alimentação dos animais (BORREANI *et al.*, 2018).

10 No enchimento do silo, a forragem picada ainda é metabolicamente ativa e respira
11 enquanto o oxigênio está disponível, sendo o principal processo que afeta a qualidade da
12 forragem, resultando em perdas de matéria seca e aumentando a temperatura, o que impacta
13 outros processos da ensilagem (ROTZ, 2003). Nos estudos realizados por Weinberg *et al.*,
14 (1999) e McDonald *et al.* (1966) mostraram que a fermentação no processo de ensilagem foi
15 influenciada pela temperatura. Na fase de enchimento, a face da silagem é exposta às condições
16 ambientais, o que pode acometer sua estabilidade. O excesso de calor gerado pode desnaturar
17 proteínas e outros nutrientes da silagem. Essas alterações, em conjunto, resultam em maiores
18 perdas de matéria seca e redução da qualidade da silagem. Os fungos na silagem também podem
19 produzir micotoxinas, que quando consumidas pelo animal, causam várias doenças, além de
20 reduzir o desempenho animal (ADESOGAN & NEWMAN, 2021).

21 O enchimento lento e a vedação tardia do silo são outros fatores que aumentam a perda
22 de matéria seca afetando negativamente a qualidade da silagem, quanto maior o tempo que o
23 silo permanecer aberto, maior será a deterioração da silagem (BRUNING *et al.*, 2018). Weiss
24 *et al.* (2016) relataram um aumento na atividade de enterobactérias e na fermentação
25 heterolática em silagens provenientes de silos com vedação tardia, acompanhado por uma maior
26 concentração de ácido acético.

27 Essas perdas de matéria seca diminuem a qualidade nutritiva da silagem, pois há um
28 aumento nos constituintes fibrosos, reduzindo a digestibilidade, afetando o desempenho animal
29 (DE CARVALHO *et al.*, 2014). A quantidade de efluente produzida vai depender de vários
30 fatores, destacando-se teor de matéria seca, tamanho da partícula, processamento, tipo de silo e
31 compactação (JOBIM *et al.*, 2007).

32 Segundo Jobim *et al.* (2007) o tamanho da partícula interfere na porosidade da massa
33 de forragem a ser ensilada, afetando diretamente a compactação. E ensilagem compactadas

1 excessivamente estão sujeitas a uma maior produção de efluentes e a perdas qualitativas e
2 quantitativas.

3

4 **Silagem de Milheto**

5 As regiões tropicais são caracterizadas por chuvas irregulares, o que dificulta o
6 crescimento das espécies forrageiras comumente utilizadas na forma de silagem para a
7 alimentação de ruminantes. Esses eventos climáticos extremos intensificam a necessidade
8 urgente de identificar forrageiras com uso eficiente da água e adaptadas às mudanças climáticas
9 (SANTOS *et al.*, 2020).

10 Diante desse cenário, a cultura do milheto surge como uma alternativa viável para a
11 produção de silagem, pois se trata de uma planta tolerante a solos de baixa fertilidade, altamente
12 resistente à seca e com elevada capacidade de extração de nutrientes devido ao seu sistema
13 radicular profundo, além de apresentar alta produção de forragem (PINHO *et al.*, 2014).

14 Outro ponto a ser destacado é que a silagem de milheto representa uma alternativa
15 eficiente e sustentável para a alimentação de ruminantes, especialmente em sistemas de
16 produção animal em confinamento. Sua alta produtividade possibilita a obtenção de grandes
17 quantidades de matéria seca por hectare, otimizando a área cultivada e reduzindo os custos com
18 alimentação animal (SANTOS *et al.*, 2019). Além disso, sua versatilidade e elevado potencial
19 produtivo fazem da silagem de milheto uma excelente opção para garantir a qualidade
20 nutricional das dietas dos animais, principalmente em períodos de escassez de forragem.

21 O milheto, devido ao seu alto teor de carboidratos, especialmente em sua parte vegetal,
22 proporciona uma boa qualidade de silagem quando bem manejado. A planta é altamente
23 digestível, o que garante um bom aproveitamento pelos animais. Além disso, o milheto possui
24 uma boa relação entre fibra e carboidratos, o que favorece o desempenho dos animais em
25 confinamento (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

26 Segundo Pereira Filho (2009) a cultura do milheto tem capacidade de produzir cerca de
27 60 toneladas/ha de matéria verde e 20 toneladas/ha de matéria seca, dependendo da região e do
28 manejo plantio utilizado. Geralmente são colhidas com teor de matéria seca menor que do
29 milho, em função de serem colhidas em uma fase vegetativa, em contrapartida o milho é colhido
30 após o desenvolvimento do grão (WARD *et al.*, 2001). Já a colheita tardia aumenta a produção
31 de matéria seca, porém reduz os teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro (ASSIS *et*
32 *al.*, 2011).

1 Outra vantagem importante é que a silagem de milho possui características que podem
2 beneficiar diretamente o desempenho dos animais. Em estudos realizados, observou-se que o
3 uso de silagem de milho nas dietas de ruminantes pode melhorar o consumo de nutrientes e o
4 desempenho produtivo, como o ganho de peso diário (GPD), além de influenciar na qualidade
5 das carcaças e da carne, especialmente quando combinada com outros ingredientes nutricionais
6 (ALMEIDA & PEREIRA, 2018).

7 Segundo Amer & Mustafa (2010) se comparada à silagem de milho, a silagem de
8 milho são encontrados maiores teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em
9 detergente ácido. Além disso, relataram ainda o potencial da silagem de milho como fonte de
10 forragem na alimentação de vacas em lactação, proporcionando aumento da concentração da
11 gordura no leite.

12 A preparação adequada da silagem, com o controle da umidade, densidade e condições
13 de fermentação, é essencial para garantir que os nutrientes da planta sejam preservados de forma
14 eficiente. Caso contrário, o processo pode resultar em perdas significativas de nutrientes e na
15 produção de silagem de baixa qualidade (SILVA & LIMA, 2017).

16 No estudo realizado por Harper *et al.* (2018) substituindo parcialmente a silagem de
17 milho por silagem de milho na alimentação de vacas em lactação, relataram que a inclusão de
18 10% MS da silagem de milho manteve a alta produção de leite no pico de lactação, não
19 diminuiu a ingestão de matéria-seca e manteve o rendimento energético do leite. Além disso,
20 aumentou a digestibilidade da fibra em detergente neutro e o teor de gordura no leite.

21 Em resumo, a silagem de milho é uma alternativa promissora e sustentável para a
22 alimentação de animais em sistemas de confinamento, especialmente devido à sua resistência à
23 seca e alta produtividade. Seu uso adequado pode melhorar tanto o desempenho produtivo
24 quanto a qualidade da carne e da carcaça, representando uma opção vantajosa para os
25 produtores em diferentes regiões (ALMEIDA & PEREIRA, 2018).

26 **Terminação de novilhas em confinamento**

27 Em regiões tropicais, como o Brasil, a produção de gado de corte é baseada em
28 pastagens, que representam o recurso alimentar de menor custo para a alimentação de
29 ruminantes (SAMPAIO *et al.*, 2010). Consequentemente, o crescimento dos animais é
30 retardado, principalmente devido à distribuição e variação sazonal na quantidade e qualidade
31 da forragem nos ambientes tropicais. Portanto, o uso de animais em confinamento tem
32 aumentado no Brasil porque, entre outras razões, a taxa de ganho de peso é maior com dietas à
33

1 base de concentrados do que com dietas à base de volumosos, o que reduz o tempo necessário
2 para a alimentação do gado e, conseqüentemente, reduz o custo dos juros sobre o capital
3 investido nos animais (DUARTE *et al.*, 2011).

4 No Brasil, o número de bovinos terminados em confinamento tem aumentado a cada
5 ano (ABIEC, 2024), o que reforça a importância dessa prática como uma estratégia para
6 obtenção de melhores índices produtivos e econômicos. Para atender à demanda do mercado
7 por carne bovina, produtores no Brasil vêm adotando estratégias de produção para terminação
8 de novilhas em confinamento devido à sua capacidade de atingir o peso de abate em um período
9 de tempo relativamente curto, em média 22 meses (LAGE *et al.*, 2012).

10 Embora a terminação de novilhas em confinamento não seja comumente observada nos
11 sistemas de produção de carne bovina brasileiros, a manipulação de dietas e condições
12 representa uma ferramenta disponível para aumentar a produtividade. Um dos fatores limitantes
13 do confinamento é o maior custo quando comparado a produção de bovinos em pastagem, com
14 destaque com o custo com alimentação que pode chegar a 90% dos custos totais (ARCANJO
15 *et al.*, 2022).

16 Associado ao uso do confinamento está o cruzamento com raças taurinas, que tem como
17 objetivo produzir animais mais eficientes, com melhor acabamento de carcaça e carne mais
18 macia (COSTA *et al.*, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2021).

19 A principal categoria de bovinos terminados em confinamento é de machos, com
20 predominância da raça Nelore (SILVESTRE & MILLEN, 2021). No entanto, o abate de fêmeas
21 representa parcela significativa do total de bovinos que são abatidos no país, chegando a 41,6%
22 em 2023 (IBGE, 2023).

23 Parte das fêmeas abatidas, são novilhas de descarte de programas de reprodução, que
24 possuem características para participar de programas de carnes especiais (MUELLER *et al.*,
25 2019; FERREIRA *et al.*, 2023). Esse mercado tem despertado atenção dos produtores, por ser
26 uma possibilidade para aumentar a rentabilidade da atividade. Ferreira *et al.* (2023) relataram
27 que a terminação de fêmeas em confinamento pode ser usada de forma estratégica, uma vez que
28 esses animais atingem a maturidade mais cedo em relação aos machos e produzem carcaças
29 com bom acabamento e com maior teor de gordura, que são qualidades desejadas pelo mercado
30 consumidor.

31 Alguns sistemas de produção, que tem como foco mercado de carne premium têm
32 utilizado fêmeas em seus programas. Embora as fêmeas apresentem menor desempenho em
33 relação aos machos castrados e não castrados, são mais precoces e mais eficientes na deposição

1 de gordura (MUELLER *et al.*, 2019). Segundo Menezes *et al.* (2014) a intensificação do sistema
2 de produção pelo abate de animais jovens resulta em melhor acabamento de carcaça e melhor
3 qualidade da carne, contribuindo assim para maiores valores no mercado.

4 Maximiano *et al.* (2021) mencionaram que ao se ofertar dietas com menor proporção de
5 concentrados durante a fase de engorda de ruminantes, há uma redução na proporção de gordura na
6 carcaça.

7 Olson *et al.* (2019) avaliaram 122 novilhas Brangus terminadas em confinamento e
8 observaram GMD de 1,53 kg/dia. A de se destacar que os animais avaliados receberam dietas
9 com maior quantidade de concentrado e o uso de implantes promotores de crescimento.

10 Augusto *et al.* (2019) avaliaram o desempenho produtivo e características da carcaça de
11 novilhos e novilhas F1 Angus-Nellore terminados em confinamento e concluíram que as
12 novilhas apresentaram desempenho produtivo e qualidade físico-química da carne semelhantes
13 aos novilhos com peso corporal e espessura de gordura subcutânea equivalentes. No entanto,
14 as novilhas produziram carne com melhor cor do que os novilhos. Os animais receberam 20%
15 de silagem de milho e as novilhas obtiveram GMD de 1,38 kg/dia.

16

17 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

18 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE –
19 ABIEC. Beef Report 2024: Perfil da Pecuária no Brasil. São Paulo: ABIEC, 2024.

20 ADESOGAN, A. T.; NEWMAN, Y. C. Silage Harvesting, Storing, and Feeding. Gainesville:
21 University of Florida, IFAS Extension, 2021. Disponível em:
22 <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/AG180>. Acesso em: 17 mar. 2025.

23 ALMEIDA, R. A.; PEREIRA, M. F. Desempenho de ruminantes alimentados com silagem de
24 milheto. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 47, n. 4, p. 125-133, 2018.

25

26 ARCANJO, A.H.M.; ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B.F.; DIAS, A.M.; DIFANTE, G.S.;
27 LONGHINI, V.Z.; CUNHA, C.S., GURGEL, A.L.C.; LIMA, E.A.; SANTANA, J.C.S.;
28 DILVA, M.G.P.S. Nutrient intake, productive and metabolic parameters of Nellore bulls feed
29 a forage free diet using cottonseed cake as a fiber source. Tropical Animal Health and
30 Production, v.56, n.55, 2024. <https://doi.org/10.1007/s11250-024-03906-2>

- 1 ASSIS, R. L.; COSTA, K. A. P.; PIRES, F. R.; BRAZ, A. J. B. P.; MONTEIRO, F. P.,
2 MOREIRA, J. F. M.; CRUVINEL, W. S. Composição bromatológica de genótipos de milho
3 em função do manejo de corte. *Global Science and Technology*, v.4, n.3, p.21–27, 2011.
- 4 AMER, S.; MUSTAFA, A. F. Short communication: Effects of feeding pearl millet silage on
5 milk production of lactating dairy cows, *Journal of Dairy Science*, v.93, p.5921-5925, 2010.
6 Doi: 10.3168/jds.2010-3279. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3279>
- 7 AUGUSTO, W. F.; BILEGO, U. O.; MISSIO, R. L.; GUIMARÃES, T. P.; MIOTTO, F. R. C.;
8 REZENDE, P. L. DE P.; RESTLE, J. Animal performance, carcass traits and meat quality of
9 F1 Angus-Nellore steers and heifers slaughtered in feedlot with a similar carcass finishing.
10 *Semina: Ciências Agrárias*, v.40, n.4, p.1681, 2019. [https://doi.org/10.5433/1679-](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n4p1681)
11 [0359.2019v40n4p1681](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n4p1681)
- 12 BORREANI, G.; TABACCO, E.; PIVA, G.; MUIRHEAD, R. Silage quality and preservation
13 of forage mixtures for dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.101, n.11, p.10361-10371, 2018.
14 <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14112>.
- 15 BRUNING, D.; GERLACH, K.; WEISS, K.; SÜDEKUM, K. H. Effect of compaction, delayed
16 sealing and aerobic exposure on maize silage quality and on formation of volatile organic
17 compounds. *Grass and Forage Science*, v.73, n.1, p.53–66, 2018.
18 <https://doi.org/10.1111/gfs.12288>
- 19 COSTA, P. M.; BARBOSA, F. A.; ALVARENGA, R. C.; GUIMARÃES, S. T.; LAMPEÃO,
20 Â. A.; WINKELSTRÖTER, L. K.; MACIEL, I. C. D. F. Performance of crossbred steers post-
21 weaned in an integrated crop-livestock system and finished in a feedlot. *Pesquisa Agropecuária*
22 *Brasileira*, v.52, n. 5, p.355-365, 2017. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2017000500009>
- 23 DANIEL, J. L. P.; BERNARDES, T. F.; JOBIM, C. C.; SCHMIDT, P.; NUSSIO, L. G.
24 Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. *Grass and Forage*
25 *Science*, v.74, n. 2, p. 188–200, 2019. <https://doi.org/10.1111/gfs.12417>
- 26 DE CARVALHO, F. A. L.; QUEIROZ, M. A. Á.; DA SILVA, J. G.; VOLTOLINI, T. V.
27 Características fermentativas na ensilagem de cana-de-açúcar com maniçoba. *Ciencia Rural*,
28 v.44, n. 11, p. 2078–2083, 2014. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131471>

- 1 DOMINGUES, A.N.; ABREU, J.G.; CANEPPELE, C *et al.* Agronomic characteristics of corn
2 hybrids for silage production in the State of Mato Grosso, Brazil. *Acta Scientiarum Animal*
3 *Science*, v.35, p.7-12, 2013. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i1.15592>
- 4 DUARTE, M. S.; PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.;
5 DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; MONNERAT, J. P. I. S.; VIANA, G. S.; SILVA, L.
6 H. P.; SERÃO, N. V. L. Performance and meat quality traits of beef heifers fed with two levels
7 of concentrate and ruminally undegradable protein. *Tropical Animal Health Production*, v.43,
8 p.877–886, 2011. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9778-4>
- 9 ESPADIN, B. P.; MARCON, W. P.; CALEGARI, M. J.; TATEISHI, S.; ANTONIAZZI, M.
10 A. S.; FODRA, A. B.; GODINHO, E. Z.; BARDINI, I. Z.; Fermino, C. D. Z. Utilização do
11 milho na nutrição dos animais ruminantes. VI Seven International Multidisciplinary
12 Congress, 2024. <https://doi.org/10.56238/sevenVImulti2024-062>
- 13 FABISZEWSKA, A. U.; ZIELIŃSKA, K. J.; WRÓBEL, B. Trends in designing microbial
14 silage quality by biotechnological methods using lactic acid bacteria inoculants: a minireview.
15 *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v.35, n. 5, p.1–8, 2019.
16 <https://doi.org/10.1007/s11274-019-2649-2>.
- 17 FERREIRA, D. J.; ZANINE, A. M.; LANA, R. P.; RIBEIRO, M. D.; ALVES, G. R.;
18 MANTOVANI, H. C. Chemical composition and nutrient degradability in elephant grass silage
19 inoculated with *Streptococcus bovis* isolated from the rumen. *Anais da Academia Brasileira de*
20 *Ciencias*, v.86, n.1, p.465–473, 2014. <https://doi.org/10.1590/0001-37652014112312>
- 21 FERREIRA, I. M.; OLIVEIRA, K. A.; CIDRINI, I. A.; ABREU, M. J. I.; SOUSA, L. M.;
22 BATISTA, L. H. C.; HOMEM, B. G. C.; PRADOS, L. F.; SIQUEIRA, G. R.; RESENDE, F.
23 D. Performance, Intake, Feed Efficiency, and Carcass Characteristics of Young Nellore Heifers
24 under Different Days on Feed in the Feedlot. *Animals*, v.13, p.2238, 2023.
25 <https://doi.org/10.3390/ani13132238>
- 26 HARPER, M. T.; MELGAR, A.; OH, J.; NEDELKOV, K.; SANCHEZ, G.; ROTH, G. W.;
27 HRISTOV, A. N. Inclusion of brown midrib dwarf pearl millet silage in the diet of lactating
28 dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.101, n.6, 5043-5054, 2018.
29 <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14168>

- 1 IBGE. Indicadores IBGE: estatística da produção pecuária, Rio de Janeiro, 2023. Disponível
2 em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=72380>>
3 Acesso em: 03/03/2025
- 4 JACOVETTI, R.; FRANÇA, A. F. S.; CARNEVALLI, R. A.; MIYAGI, E. S.; BRUNES, L.
5 C.; CORRÊA, D. S. Milheto como silagem comparado a gramíneas tradicionais: aspectos
6 quantitativos, qualitativos e econômicos. *Ciência Animal Brasileira*, v.19, 1-16, e-26539, 2018.
7 <https://doi.org/10.1590/1809-6891v19e-26539>
- 8 JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na
9 avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, p. 101–
10 119, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000013>
- 11 LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SOUZA, E. J. O.; DUARTE,
12 M. S.; BENEDETI, P. D. B.; SOUZA, N. K. P.; COX, R. B. Influence of genetic type and level
13 of concentrate in the finishing diet on carcass and meat quality traits in beef heifers. *Meat*
14 *Science*, v.90, n.3, p.770-774, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.11.012>
- 15 MAXIMIANO, M. R. A.; ALVES, J. P.; MOTA, R. A. R.; BARCELOS, G. F.; DINIZ, M. H.
16 S. Qualidade da carne bovina e a influência genética: uma revisão da literatura. *Revista*
17 *Científica Semana Acadêmica*, v.9, n.204, p.1-21, 2021. [http://dx.doi.org/10.35265/2236-6717-](http://dx.doi.org/10.35265/2236-6717-204-9034)
18 [204-9034](http://dx.doi.org/10.35265/2236-6717-204-9034)
- 19 MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; WHITTENBURY, R. The effect of temperature on
20 ensilage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.17, n. 10, p.476–480, 1966.
- 21 MCDONALD, P., HENDERSON, A. R., & HERON, S. J. E. *The biochemistry of silage*.
22 Chalcombe publications, Bucks, UK. 1991.
- 23 MENEZES, G. C. C.; VALADARES FILHO, S. C.; RUAS, J. R. M.; DETMANN, E.;
24 MENEZES, A. C.; ZANETT, D.; MARIZ, L. D. S.; RENNÓ, L. N.; SILVA JUNIOR, J. M.
25 Meat Production in a Feedlot System of Zebu-Holstein Steers and Heifers with Dairy Genetics:
26 Productive and Biological Analyses. *The Scientific World Journal*, v. 2014, p. 1-7, 2014.
27 <https://doi.org/10.1155/2014/371968>
- 28 MUELLER, L. F.; BALIEIRO, J. C. C.; FERRINHO, A. M.; MARTINS, T. S.; CORTE, R. R.
29 P. S.; AMORIM, T. R.; FURLAN, J. J. MBALDI, F. PEREIRA, A. S. C. Gender status effect

- 1 on carcass and meat quality traits of feedlot Angus× Nelore cattle. *Animal Science Journal*,
2 v.90, n. 8, p. 1078-1089, 2019. <https://doi.org/10.1111/asj.13250>
- 3 MUCK, R. E.; NADEAU, E. M. G.; MCALLISTER, T. A.; CONTRERAS-GOVEA, F. E.;
4 SANTOS, M. C.; KUNG, L. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives.
5 *Journal of Dairy Science*, v.101, p.3980–4000, 2018. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13839>
- 6 NERES, M. A.; NATH, C. D.; HOPPEN, S. M. Expansion of hay production and marketing in
7 Brazil. *Heliyon*, v.7, n. 4, p. e06787, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06787>
- 8 OKOYE, C. O.; WANG, Y.; GAO, L.; WU, Y.; LI, X.; SUN, J.; JIANG, J.. The performance
9 of lactic acid bacteria in silage production: A review of modern biotechnology for silage
10 improvement. *Microbiological Research*, v.266, p.127-212, 2023.
11 <https://doi.org/10.1016/j.micres.2022.127212>
- 12 OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and
13 management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. *Animal Feed Science
14 and Technology*, v.197, p. 64–75, 2014. Doi:10.1016/j.anifeedsci.2014.08.010
- 15 OLIVEIRA, F. F.; LIMA, E. A.; SILVA, T. P. Características da silagem de milho para
16 ruminantes. *Revista de Alimentação Animal*, v.36, n. 1, p. 55-63, 2021a.
- 17 OLIVEIRA, P. R. O.; OLIVEIRA, M. V. M.; BONIN, M. N.; ÁVALO, S. P.; CANCIO, P. F.;
18 NASCIMENTO, J. D.; FERRAZ, A. L. J.; SURITA, L. M.A.; PIAZZON, C. J.; GALHARDO,
19 A. G.; OLIVEIRA, D. M. Carcass and meat characteristics of feedlot finished Nelore cattle and
20 their crossbreeds in the Brazilian Pantanal. *Livestock Science*, v.244, p.104360, 2021b.
21 <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104360>
- 22 OLSON, C. A.; CARSTENS, G. E.; HERRING, A. D.; HALE, D. S.; KAYSER, W. C.;
23 MILLER, R. K. Effects of temperament at feedlot arrival and breed type on growth efficiency,
24 feeding behavior, and carcass value in finishing heifers. *Journal of Animal Science*, v.97, n.4,
25 p.1828-1839, 2019. <https://doi.org/10.1093/jas/skz029>
- 26 PEREIRA FILHO, I. A. Cultivo do milho. *Embrapa Milho e Sorgo Circular Técnica*, n.46,
27 2009. Disponível em: <<https://old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD46.html>>
28 Acesso em: 20/03/2025.

- 1 PINHO, R. M. A.; SANTOS, E. M.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. P. F.; MACEDO, C. H. O.;
2 BEZERRA, H. F. C.; PERAZZOL, A. F. Silages of pearl millet submitted to nitrogen
3 fertilization. *Ciência Rural*, v.44, n.5, p.918-924, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0103->
4 84782014000500025
- 5 RAMOS, J. C. P.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; MONÇÃO, F. P.; PARRELA, R. A. C.; CAXITO,
6 A. M.; CORDEIRO, M. W. S.; HORA, F. F.; PIRES, D. A. A. Effect of replacing forage
7 sorghum silage with biomass sorghum silage in diets for F1 Holstein x Zebu lactating cows.
8 *Tropical Animal Health and Production*, v.53: p.1-12, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11250->
9 020-02503-3
- 10 ROTZ, C.A. How to maintain forage quality during harvest and storage? *Western Canadian*
11 *Dairy Seminar*, v.15, p.227–239, 2003.
- 12 SANTOS, G.R.; SOUZA, V.M.; PEREIRA, M.P. Eficiência de produção de silagem de milheto
13 em áreas de clima semiárido. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 51, n. 2, p. 202-210, 2019.
- 14 SANTOS, R. D.; NEVES, A. L. A.; PEREIRA, L. G. R.; SOLLENBERGER, L. E.; MUNIZ,
15 E. N.; SOUZA, E. Y. B.; SOBRAL, A. J. S.; COSTA, N. V.; GONÇALVES, L. C.
16 Performance, agronomic traits, ensilability and nutritive value of pearl millet cultivar harvested
17 at different growth stages. *The Journal of Agricultural Science*, 1–8, 2020.
18 <https://doi.org/10.1017/S0021859620000222>
- 19 SAMPAIO, C. B.; DETMANN, E.; PAULINO, M. P.; VALADARES FILHO, S. C.; SOUZA,
20 M. A.; LAZZARINI, I.; PAULINO, P. V. R.; QUEIROZ, A. C. Intake and digestibility in cattle
21 fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Tropical*
22 *Animal Health and Production*, v.42, p.1471–1479, 2010.
- 23 SILVA, J. C.; LIMA, R. F. Influência da fermentação na qualidade da silagem de milheto.
24 *Ciência Animal Brasileira*, v.18, n. 2, p. 302-308, 2017.
- 25 SILVESTRE, A. M.; MILLEN, D. D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices
26 provided by feedlot cattle consulting nutritionists. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.50, p.1-
27 25. 2021. <https://doi.org/10.37496/rbz5020200189>
- 28 USDA. *Livestock and Products Annual: Brazil*. p.42, 2024.

- 1 WARD, J. D.; REDFEARN, D. D.; MCCORMICK, M. E.; CUOMO, G. J. Chemical
2 composition, ensiling characteristics, and apparent digestibility of summer annual forages in a
3 subtropical double-cropping system with annual ryegrass. *Journal of Dairy Science*, v.84, n.1,
4 p.177-182, 2001. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(01\)74467-0](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(01)74467-0)
- 5 WEINBERG, Z.G.; SZAKACS, G.; ASHBELL, G.; HEN, Y. The effect of *Lactobacillus*
6 *buchneri* and *L. plantarum*, applied at ensiling, on the ensiling fermentation and aerobic stability
7 of wheat and sorghum silages. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, v.23, n.3,
8 p.218–222, 1999. <https://doi.org/10.1038/sj.jim.2900726>
- 9 WEISS, K.; KROSCHEWSKI, B.; AUERBACH, H. Effects of air exposure, temperature and
10 additives on fermentation characteristics, yeast count, aerobic stability and volatile organic
11 compounds in corn silage. *Journal of Dairy Science*, v.99, n.10, p.8053–8069, 2016.
12 <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10323>.
- 13 WEISSBACH, F.; SCHMIDT, L.; HEIN, E. Method of anticipation of the run of fermentation
14 in silage making, based on the chemical composition of grass fodder. *Proceedings of the 12th*
15 *International Grassland Congress (Moscow)*, pp. 226-236, 1974.
- 16 WEISSBACH, F. New developments in crop conservation. p. 11 - 25. In: D.I.H. Jones *et al.*
17 (ed.) *Proc. Int. Silage Conf., II th .Aberystwyth, UK. IGER, Aberystwyth, UK, 1996.*

1 **CAPÍTULO II – PRODUÇÃO DE FORRAGEM E QUALIDADE DAS SILAGENS DE**
2 **HÍBRIDOS DE MILHETO, MILHO E SORGO EM DUAS SAFRAS AGRÍCOLAS NO**
3 **BIOMA CERRADO**

4
5 **RESUMO**

6 O objetivo da pesquisa foi comparar a qualidade nutricional, a digestibilidade de
7 diferentes culturas de interesse zootécnico, com o intuito de identificar a opção mais adequada
8 para a produção de silagem. Assim, avaliou-se a produção de massa de forragem e a qualidade
9 das silagens dos híbridos de milheto (ADRF 6010, BAMH 210076 e BAMH 210015) e o híbrido
10 de milheto ADRf 6010 comparados a cultura do milho (KWS 9555) e do sorgo (BRS 658) em
11 duas safras do ano (verão e inverno). Na avaliação entre os híbridos de milheto, houve interação
12 entre cultura e safra ($P < 0,05$) para todas as variáveis analisadas. O ADRf 6010 apresentou maior
13 produção de massa verde e digestibilidade da matéria seca (DIVMS) em relação ao BAMH
14 210076 e ao BAMH 210015 na safra de verão ($P < 0,05$). Enquanto que a digestibilidade da fibra
15 em detergente neutro (DIVFDN) na safra de verão o BAMH 210015 apresentou maior valor,
16 enquanto na safra de inverno o ADRf 6010 apresentou maior DIVFDN. A produção de massa
17 de forragem e composição química-bromatológica do milheto, milho e sorgo tiveram interação
18 significativa da safra x cultura ($P > 0,05$). A a cultura do milho apresentou maior DIVMS em
19 ambas as safras, seguido pelo milheto ADRf 6010 no verão e na safra de inverno ($P > 0,05$). A
20 DIVFDN foi maior para a cultura do milho no verão, seguida pela cultura do milheto ADRf
21 6010 e pelo sorgo. Na safra de inverno, a menor DIVFDN foi para a cultura do sorgo. Todas as
22 culturas apresentaram potencial para produção de silagem. O milheto híbrido ADRf 6010 se
23 destacou por apresentar maior produção de massa de forragem melhores características
24 bromatológicas, como o teor de proteína bruta, o que o torna uma opção promissora para a
25 produção de forragem de alta qualidade.

26 **Palavras-chave:** conservação, digestibilidade, nutrição animal, *Pennisetum glaucum* (L.) R.

27
28 **ABSTRACT**

29 The objective of this research was to compare the nutritional quality and digestibility of
30 different crops of zootechnical interest to identify the most suitable option for silage production.
31 For this purpose, the forage mass production and silage quality of pearl millet hybrids (ADRF
32 6010, BAMH 210076, and BAMH 210015) were evaluated, with the ADRf 6010 hybrid being
33 compared to maize (KWS 9555) and sorghum (BRS 658) across two growing seasons (summer

1 and winter). When comparing the millet hybrids, there was an interaction between crop and
2 season ($P < 0.05$) for all analyzed variables. The ADRf 6010 hybrid showed higher green mass
3 yield and in vitro dry matter digestibility (IVDMD) compared to BAMH 210076 and BAMH
4 210015 in the summer season ($P < 0.05$). Regarding the in vitro neutral detergent fiber
5 digestibility (IVNDFD), BAMH 210015 had the highest value in the summer season, while
6 ADRf 6010 had the highest IVNDFD in the winter season. Forage mass production and the
7 chemical-bromatological composition of millet, maize, and sorghum exhibited a significant
8 crop \times season interaction ($P > 0.05$). Maize showed the highest IVDMD in both seasons,
9 followed by ADRf 6010 millet in summer and winter ($P > 0.05$). IVNDFD was highest for
10 maize in the summer, followed by ADRf 6010 millet and sorghum. In the winter season,
11 sorghum had the lowest IVNDFD. All evaluated crops demonstrated potential for silage
12 production. However, the ADRf 6010 millet hybrid stood out due to its higher forage mass yield
13 and superior bromatological characteristics, such as crude protein content, making it a
14 promising option for high-quality forage production.

15 **Keywords:** conservation, digestibility, animal nutrition, *Pennisetum glaucum* (L.) R.

16

17 **1. INTRODUÇÃO**

18 A produção de animais ruminantes exige que aspectos nutricionais sejam
19 primordialmente adequados para a melhor conversão em alimento (carne ou leite). No Brasil a
20 produção forrageira é favorecida pelas características climáticas que proporcionam condições
21 de luminosidade e temperatura adequadas para o desenvolvimento das gramíneas e
22 leguminosas. No entanto, como uma das particularidades de regiões de clima tropical há a
23 ocorrência do período de vazio forrageiro durante o ano, o que proporciona a escassez destas
24 fontes de alimento.

25 Para amenizar o déficit na produção de forragem, o uso de materiais conservados na
26 forma de silagem se destaca como uma alternativa viável como fonte de alimento durante o
27 período de escassez. Das forrageiras que mais se adequam para produção de silagem o milho é
28 considerado a cultura padrão, devido a sua adaptação às épocas de semeadura, alta produção de
29 massa seca (MS) por hectare, padrões fermentativos adequados e a dispensa da utilização de
30 aditivos durante a ensilagem (PAZIANI et al., 2009).

31 Embora seja uma excelente forrageira para confecção de silagem, sua produção é muito
32 dependente das favoráveis condições climáticas. Bastos *et al.* (2018), relataram uma variação
33 de queda na produção de milho de 28,2 para 17,4 t MS/ha, na estação de águas (primeira safra)

1 e seca (segunda safra), respectivamente. Demonstrando assim, a necessidade da obtenção de
2 híbridos tropicais de milho, e incremento no uso de forrageiras mais tolerantes às condições
3 tropicais como sorgo e milheto.

4 O uso da cultura do sorgo (*Sorghum bicolor*) tem se destacado para a confecção de
5 silagem, especialmente em substituição nas regiões onde a cultura do milho é posta em risco,
6 em razão da sua melhor eficiência do uso da água, tolerância às altas temperaturas do verão,
7 períodos de seca/estiagem e falta de irrigação (ZWIRTES *et al.*, 2015).

8 Outra alternativa ao milho e ao sorgo para a produção de silagem é o milheto
9 (*Pennisetum glaucum*), especialmente em regiões com menor disponibilidade de água e na
10 safrinha. Segundo Pereira *et al.* (2023), por ser uma planta de metabolismo C4, o milheto é uma
11 excelente escolha para a produção de forragem, pois apresenta tolerância à salinidade, ao
12 estresse hídrico e a altas temperaturas, além de possuir boa produção de biomassa e elevado
13 valor nutritivo. Ademais, sua alta resistência à seca, aliada à elevada capacidade de extração de
14 nutrientes devido ao seu sistema radicular profundo e à elevada produção de forragem, torna-o
15 uma alternativa viável para a produção de silagem (Pinho *et al.*, 2014).

16 Em função deste problema com a cultura do milho, uma alternativa poderia ser o uso de
17 híbridos de milheto devido as suas características como rusticidade e adaptabilidade a solos de
18 baixa fertilidade, rápido desenvolvimento e boa produção de massa por hectare, o que permite
19 melhor flexibilidade na época de semeadura e alto potencial produtivo. Assim objetivou-se
20 avaliar a produção de massa de forragem e a qualidade das silagens dos híbridos de milheto
21 (ADRF 6010, BAMH 210076 e BAMH 210015) e o híbrido de milheto ADRf 6010 comparados
22 a cultura do milho (KWS 9555) e do sorgo (BRS 658) em duas safras do ano (verão e inverno).

24 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

25 **2.1. Descrição do local**

26 O experimento foi realizado no Setor de Forragicultura da Fazenda Escola - UFMS,
27 município de Terenos, MS, localizada em latitude 20°26'34.31''S, longitude 54°50'27.86''O e
28 altitude 530,7m. O clima da região é do tipo tropical chuvoso de savana, com distribuição
29 sazonal de chuvas, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical semi-úmido, subtipo
30 AW. Caracterizado pela ocorrência de um período seco, durante os meses mais frios do ano
31 (maio a setembro), e um período chuvoso, durante os meses mais quentes (outubro a abril). A
32 precipitação está em torno de 1.500 milímetros ao ano, com temperatura média anual de 22,5 °C
33 e umidade relativa do ar de 70%. Os dados de precipitação e de temperatura (Figura 1), durante

1 o período experimental foram coletados no banco de dados do CEMTEC (Centro de
2 Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul).

3 O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho com textura muito
4 argilosa. Amostras do solo foram colhidas na camada de 0-20 cm para determinar a sua
5 fertilidade antes da implantação do experimento. Foram obtidos os seguintes resultados: pH
6 (em água 1:2,5): 5,9; P: 8,3 mg/dm³; matéria orgânica: 3,4%; K: 0,11 cmol/dm³; Ca: 5,9
7 cmol/dm³; Mg: 4,0 cmol/dm³; SB: 10,0 cmol/dm³; Al: 0,00 cmol/dm³; H + Al: 5,7
8 cmol/dm³; CTC: 15,7 cmol/dm³; saturação por bases: 63,7%. Com base nesses resultados foi
9 realizada a adubação em linha na quantidade de 275 kg/ha da formulação NPK (04-30-10 + 0,1
10 Br e 0,3 Zn). Em todas as épocas, os tratos culturais foram realizados de acordo com o
11 recomendado para a região e condições de cultivo.

12 As culturas utilizadas nas avaliações foram: os híbridos de milheto (*Pennisetum*
13 *glauca* L.) ADRf 6010, BAMH 210076 e BAMH 210015 e Milho (*Zea mays*) KWS 9555;
14 sorgo (*Sorghum bicolor* L.) Moench, cv. BRS 658. O período experimental compreendeu duas
15 safras (verão e inverno), sendo safra 21/22 de outubro/2021 a março/2022, e safrinha 2022 de
16 março a junho de 2022 (Tabela 1 e Tabela 2).

17 As avaliações foram divididas em dois ensaios experimentais. O primeiro ensaio
18 experimental foi realizado as comparações entre os híbridos de milheto ADRf 6010, BAMH
19 210076 e o BAMH 210015 e no segundo ensaio foram realizadas as comparações entre o
20 milheto ADRf 6010, Milho e Sorgo.

21 O delineamento experimental foi em blocos casualizados, sendo duas épocas de
22 plantio. Os tratamentos foram distribuídos em 20 parcelas de 3,0 m de largura por 5,0 m de
23 comprimento, totalizando 15 m². A semeadura foi realizada manualmente com espaçamento
24 entre linhas de 0,60 m. A população estimada de plantas foi de 60.000, 120.000 e 260.000 para
25 híbridos de milho, sorgo e híbridos de milheto, respectivamente.

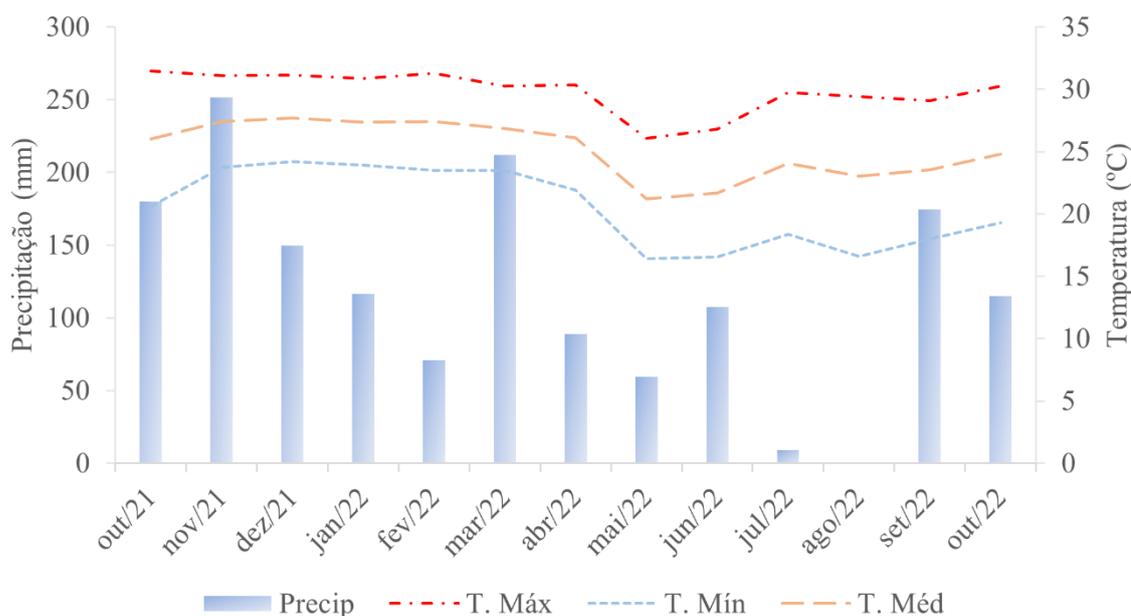


Figura 1. Temperaturas média, mínima, máxima e precipitação mensal durante o período experimental de outubro de 2021 a outubro de 2022

Aos 20 e 35 dias após a germinação, foi realizada a adubação de cobertura utilizando 200 kg da fórmula 20-00-20, divididos em duas aplicações de 100 kg para todas as culturas.

A mensuração da massa de forragem verde foi realizada por meio da coleta de todo o material da parcela, com corte a 20 cm do solo. Após a pesagem, o material colhido foi triturado em moinho estacionário, resultando em partículas com aproximadamente 20 mm de comprimento.

Tabela 1. Datas de semeadura, ensilagem e abertura dos silos da Safra verão 2021/2022

Cultura	Semeadura	Ensilagem	Abertura
Milho	16/10/2021	27/01/2022 (101 dias)	27/04/2022 (90 dias)
Sorgo	16/10/2021	27/01/2022 (101 dias)	27/04/2022 (90 dias)
ADRf 6010	16/10/2021	03/02/2022 (110 dias)	04/05/2022 (90 dias)
BAMH 210076	16/10/2021	02/02/2022 (109 dias)	03/04/2022 (90 dias)
BAMH 210015	16/10/2021	02/02/2022 (109 dias)	03/04/2022 (90 dias)

1 **Tabela 2.** Datas de semeadura, ensilagem e abertura dos silos da Safra de inverno de 2022

Cultura	Semeadura	Ensilagem	Abertura
Milho	05/03/2022	24/05/2022 (80 dias)	18/08/2022 (90 dias)
Sorgo	05/03/2022	24/05/2022 (80 dias)	18/08/2022 (90 dias)
ADRF 6010	05/03/2022	24/05/2022 (80 dias)	18/08/2022 (90 dias)
BAMH 210076	05/03/2022	24/05/2022 (80 dias)	18/08/2022 (90 dias)
BAMH 210015	05/03/2022	24/05/2022 (80 dias)	18/08/2022 (90 dias)

2

3 A ensilagem foi conduzida utilizando uma compactadora do tipo prensa, com o material
4 devidamente compactado e acondicionado em sacos retangulares de 55 × 110 cm. Os silos
5 foram abertos 90 dias após a ensilagem, e a determinação do pH foi realizada por meio de
6 potenciômetro, conforme a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

7 A avaliação químico-bromatológica das silagens incluiu a determinação dos teores de
8 matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), conforme a metodologia da AOAC (2000). Além
9 disso, foram analisados os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente
10 ácido (FDA) e lignina, de acordo com Van Soest *et al.* (1991). A digestibilidade *in vitro* da
11 matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) foi determinada segundo o
12 método de Tilley & Terry (1963), adaptado para o sistema Ankom Daisy (Ankom Technology
13 Corp., Macedon, NY, USA), conforme descrito por Holden (1999).

14 2.2 Análise estatística

15 Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando procedimento estatístico
16 PROC GLIMMIX do software SAS (SAS On Demand, 2024), as médias foram comparadas
17 pelo teste de Tukey a 5 % de nível de significância, utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$18 Y_{jk} = \mu + I_j + m_k + nl + x_{jk} + e$$

19 em que: Y_{jkl} – observação das culturas: j – ano; k – culturas;

20 μ – efeito geral médio;

21 I_j – efeito do ano;

22 m_k – efeito das culturas;

23 nl – efeito do bloco

1 xjk – efeito da interação entre ano e culturas (jk);
2 e – erro aleatório associado em cada observação (jk)

3. RESULTADOS

3.1 Avaliações entre os híbridos de milho (ADRf 6010, BAM210076 e BAM210015)

6 Houve diferença significativa entre os milhetos híbridos e as safras para a produção de
7 matéria verde (PMV) e para a composição química-bromatológica ($P < 0,05$), descritas na Tabela
8 3. No verão, o híbrido ADRf 6010 obteve a maior PMV (69,61 t/ha), enquanto os híbridos
9 BAMH 210076 e BAMH 210015 apresentaram produções inferiores, sem diferenças
10 significativas entre eles ($P > 0,05$). No inverno, a produtividade foi reduzida para todos os
11 híbridos, sendo menor nos híbridos BAMH 210076 (14,87 t/ha) e maior no BAMH 210015
12 (20,67 t/ha).

13 O pH das silagens também variou conforme a cultura e a safra (Tabela 3). No verão,
14 não houve diferença no pH entre os milhetos híbridos ($P > 0,05$), enquanto no inverno, os
15 híbridos BAMH 210076 e BAMH 210015 apresentaram valores similares (3,68), e o ADRf
16 6010 apresentou o maior valor (4,18).

17 O teor de matéria seca (MS) foi maior na safra de inverno, sendo o híbrido ADRf 6010
18 o que apresentou o maior teor (32,35%). No verão, os teores de MS foram menores, variando
19 de 24,26% a 25,65%.

20 O teor de proteína bruta (PB) também foi influenciado pela safra e pela cultura ($P < 0,05$).
21 O maior teor de PB foi observado no inverno e no milho ADRf 6010 de 11,37%, esse híbrido
22 também se sobressaiu no verão, ao qual o valor encontrado foi de 9,44%.

23 A fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram
24 significativamente diferentes entre os tratamentos ($P < 0,05$). No verão, os menores valores de
25 FDN foram observados nos híbridos BAMH 210076 e BAMH 210015 (58,03% e 56,65%,
26 respectivamente), enquanto o ADRf 6010 apresentou maior teor (66,15%). No inverno foi
27 observado o oposto, o híbrido ADRf 6010 apresentou menor teor de FDN (46,74%), enquanto
28 os híbridos BAMH 210076 e BAMH 210015 apresentaram maiores valores (59,39% e 61,28%,
29 respectivamente).

30 A lignina (LIG) apresentou variações significativas entre os híbridos e entre as safras
31 ($P < 0,05$). No verão, o híbrido ADRf 6010 apresentou maior teor de lignina (6,49%), enquanto
32 o BAMH 210015 teve o menor teor (5,41%). No inverno, os valores foram menores para o
33 híbrido ADRf 6010 (4,41%), enquanto os demais híbridos mantiveram valores superiores a 6%.

1

2 **Tabela 3.** Produção de massa verde (PMV) de forragem antes da ensilagem e composição
3 química-bromatológica das silagens de híbridos de milho em duas safras

Itens	Safras	Cultura			EPM	<i>p</i> -valor		
		ADRF 6010	BAM 210076	BAM 210015		Cultura	Safra	Cultura*Safra
PMV (t/ha)	Verão	69,61Aa	35,16Ab	39,17Ab	2,99	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Inverno	17,98Ba	14,87Bb	20,67Ba				
pH (%)	Verão	3,76Ba	3,68Aa	3,72Aa	0,08	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Inverno	4,18Aa	3,68Ab	3,68Ab				
MS (%)	Verão	25,65Ba	25,56Aa	24,26Bb	0,14	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Inverno	32,35Aa	24,84Bc	25,33Ab				
PB (%MS)	Verão	9,44Ba	8,58Ab	8,57Ab	0,11	<0,0001	0,0011	<0,0001
	Inverno	11,37A8a	8,38Ab	7,92Bc				
FDN (%MS)	Verão	66,15Aa	58,03Bb	56,65Bc	0,09	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Inverno	46,74Bc	59,39Ab	61,28Aa				
FDA (%MS)	Verão	42,82Aa	39,36Bb	36,64Bc	0,09	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Inverno	35,55Bc	40,49Ab	40,85Aa				
LIG (%MS)	Verão	6,49Aa	6,34Aa	5,41Bb	0,17	<0,0001	0,0052	<0,0001
	Inverno	4,41Bb	6,48Aa	6,02Aa				

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; LIG: lignina; EPM: erro padrão médio. Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente ($P < 0,05$).

4 A digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro
5 (DIVFDN) dos híbridos de milho foram influenciadas significativamente pela interação entre
6 cultura e safra ($P < 0,05$), Tabela 4. No verão, o híbrido ADRf 6010 apresentou o maior valor
7 DIVMS, seguido pelo BAMH 210015, enquanto o BAMH 210076 apresentou o menor valor.
8 No inverno, houve uma redução na digestibilidade para o híbrido ADRf 6010 de 65,19% para
9 63,95%, mas houve um aumento para os demais híbridos, com valores de 60,92% para o BAMH
10 210015 e 56,06% para o BAMH 210076.

11 A DIVFDN também apresentou diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$).
12 No verão, o híbrido BAMH 210015 obteve a maior digestibilidade da fibra (45,28%), seguido

1 pelo ADRf 6010 (39,17%), enquanto o BAMH 210076 apresentou o menor valor (37,01%). No
 2 inverno, a digestibilidade da fibra aumentou para o ADRf 6010 (45,43%), mas reduziu para os
 3 demais híbridos, sendo 38,96% para o BAMH 210015 e 34,68% para o BAMH 210076 (Tabela
 4 4).

5
 6 **Tabela 4.** Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro
 7 (DIVFDN) de híbridos de milho em duas safras

Itens	Cultura				EPM	p-valor		
	Safra	ADRF 6010	BAM 210076	BAM 210015		Cultura	Safra	Cultura*Safra
DIVMS (%MS)	Verão	65,19Aa	51,12Bc	56,15Ab	0,16	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Inverno	63,95Ba	56,06Ac	60,92Ab				
DIVFDN (%MS)	Verão	39,17Bb	37,01Ac	45,28Aa	0,17	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Inverno	45,43Aa	34,68Bc	38,96Bb				

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente ($P < 0,05$). EPM: Erro Padrão Médio.

8 **3.2 Avaliações entre o híbrido de milho ADRf 6010, Milho e Sorgo**

9 A Produção de Matéria Verde (PMV) antes da ensilagem e a composição químico-
 10 bromatológica das silagens de milho, sorgo e milho híbrido ADRf 6010 foram
 11 significativamente influenciadas ($P < 0,05$) pela cultura e pela safra (Tabela 5). Observou-se que,
 12 tanto no verão quanto no inverno, o milho ADRf 6010 apresentou maior produtividade em
 13 comparação ao milho e ao sorgo. Além disso, verificou-se que, no inverno, a produção foi
 14 reduzida para todas as culturas.

15 No verão, o valor de pH foi maior para a silagem de sorgo (4,26), enquanto o milho
 16 ADRf 6010 teve o menor (3,76). No inverno, o maior pH foi observado para o milho e para
 17 o sorgo, 4,18 e 4,13, respectivamente, enquanto o milho foi de 3,72.

18 A matéria seca variou conforme a cultura e a safra. No verão e no inverno o milho
 19 apresentou maior teor de MS. Enquanto que a menor MS foi observada para o milho na
 20 primeira safra.

21

1 **Tabela 5.** Produção de massa verde (PMV) de forragem antes da ensilagem e composição
 2 química-bromatológica das silagens de milho, sorgo e milheto híbrido ADRf 6010 em duas
 3 safras

Itens	Cultura				EPM	p-valor		
	Safra	Milho	Sorgo	Milheto		Cultura	Safra	Cultura*Safra
PMV (t/ha)	Verão	36,11Ab	42,28Ab	69,61Aa	4,442	0,0006	<0,0001	0,0261
	Inverno	9,28Bb	8,06Bb	17,98Ba				
PH (%MS)	Verão	3,81Ab	4,26Aa	3,76Bc	0,018	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Inverno	3,72Bb	4,13Ba	4,18Aa				
MS (%)	Verão	36,68Aa	33,23Ab	25,65Bc	0,518	<0,0001	0,3051	<0,0001
	Inverno	33,60Ba	31,58Bb	32,35Aab				
PB (%MS)	Verão	6,84Ac	8,64Ab	9,44Ba	0,152	<0,0001	0,0020	<0,0001
	Inverno	6,29Bc	8,65Ab	11,37Aa				
FDN (%MS)	Verão	59,43Ac	67,23Aa	66,15Ab	0,194	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Inverno	53,19Bb	66,01Ba	46,74Bc				
FDA (%MS)	Verão	33,33Bc	46,28Aa	42,75Ab	0,248	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Inverno	34,82Ab	43,53Ba	35,55Bc				
LIG (%MS)	Verão	5,25Ac	7,11Aa	6,49Ab	0,132	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Inverno	5,31Ab	6,25Ba	4,46Bc				

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; LIG: lignina; EPM: erro padrão médio. Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente ($P < 0,05$).

4

5 O teor de proteína bruta foi significativamente influenciado pela cultura e pela safra
 6 ($P < 0,05$). O milheto ADRf 6010 apresentou maior teor de PB em ambas as safras, inverno e
 7 verão, já os menores valores foram observados para o milho.

8 Os teores de FDN, FDA e LIG diferiram entre os tratamentos. Os maiores valores foram
 9 encontrados para o sorgo em ambas as safras. Além disso, verificou-se que, no inverno, houve
 10 uma redução nos teores de fibras para todas as culturas.

11 A digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro
 12 (DIVFDN) apresentaram diferenças significativas entre as culturas e as safras ($P < 0,05$). Dentre
 13 as silagens, a de milho apresentou as maiores digestibilidades em ambas as safras, seguida pela
 14 silagem de milheto e, por fim, pela silagem de sorgo, sendo que, no inverno, a DIVMS do sorgo

1 foi semelhante à do milho híbrido ADRf 6010. As menores digestibilidades foram observadas
2 para todas as culturas quando cultivadas no inverno.

3

4 **Tabela 6.** Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro
5 (DIVFDN) de diferentes culturas em duas safras

Itens	Cultura				EPM	p-valor		Cultura*Safr a
	Safra	Milho	Sorgo	ADRf 6010		Cultura	Safra	
DIVMS (%MS)	Verão	69,80Aa	57,71Ac	62,91Ab	1,357	0,0002	0,0037	0,0024
	Inverno	65,54Ba	59,57Ab	58,03Bb				
DIVFDN (%MS)	Verão	50,64Aa	37,32Ac	39,26Bb	0,234	<0,0001	0,0056	<0,0001
	Inverno	45,96Ba	37,05Ab	45,56Aa				

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente (P<0,05). EPM: Erro Padrão Médio.

6

7 **4. DISCUSSÃO**

8 **4.1 Avaliações entre os híbridos de milho (ADRf 6010, BAMH 210076 e BAMH 210015)**

9 A produção de massa verde foi maior na safra de verão para o híbrido ADRf 6010
10 comparado aos demais híbridos, produzindo cerca de 60% a mais de massa de forragem verde
11 na safra verão (1ª safra). O ADRf 6010 apresentou uma produção de 87,59 ton MV/ha/ano,
12 enquanto o BAM 210076 produziu 50,03 ton MV/ha/ano, o que representa 57% da produção
13 do ADRf 6010. Já o BAM 210015 registrou 59,84 ton MV/ha/ano, equivalendo a 67% da
14 produção do ADRf 6010. Os híbridos apresentaram diferenças significativas em termos de
15 produção de massa verde, indicando que o genótipo exerce um papel importante na
16 determinação dessa característica. Segundo Santos *et al.* (2020), a caracterização agrônômica
17 do material genético disponível orienta a escolha de cultivares produtivas e nutritivas,
18 melhorando o desempenho das forragens. Logo, a avaliação e a escolha do híbrido adequado
19 visando o aumento da produção de forragem se torna importante.

20 A redução da PMV no inverno pode explicada por fatores climáticos, como a queda de
21 temperatura e menores precipitações observadas de março a maio de 2022 (Figura 1). O
22 crescimento, o desenvolvimento das culturas e seu potencial produtivo estão diretamente
23 ligados a condições ideais de luz solar, temperatura do ar e disponibilidade de água, seja por
24 chuva ou irrigação (PEREIRA *et al.*, 2023).

1 Apesar das diferenças nos valores de pH das silagens entre os genótipos e as estações
2 do ano, especialmente no inverno, todas as culturas apresentaram valores dentro da faixa
3 recomendada pela literatura, entre 3,8 e 4,2 (MCDONALD *et al.*, 1991). Os valores de pH
4 observados no presente estudo são próximos aos reportados por Amaral *et al.* (2008), que
5 encontraram um valor médio de 3,77 ao trabalharem com as cultivares BRS 1501, BN 1 e
6 Comum. No entanto, os resultados deste estudo foram superiores aos valores registrados por
7 Pinho *et al.* (2013), que variaram de 3,17 a 3,56, avaliando os genótipos de milho SAUNA B,
8 CMS 01, ADR 500, BRS 1501 e CMS 03.

9 Os valores de MS, acima de 24%, para a silagem dos híbridos de milho no presente
10 trabalho são superiores ao encontrado por Pinho *et al.* (2014), estudando os genótipos ADR 300
11 e ADR 7010, com valores de 18,05 e 16,23%. Valor semelhante de MS da silagem de milho
12 foi observado por Santos *et al.* (2020) para a cultivar IPA BULK1-BF, colhida aos 80 dias após
13 o plantio, com teor de 24,8% de MS.

14 O teor de proteína bruta (PB) da silagem do híbrido ADRf 6010 foi superior em ambas
15 as safras quando comparado aos demais híbridos. Na safra de verão, o ADRf 6010 apresentou
16 um teor de PB aproximadamente 10% maior em relação aos outros híbridos. Resultados
17 semelhantes foram relatados por Santos *et al.* (2020), que observaram um teor de 7,1% de PB
18 para a cultivar de milho IPA BULK1-BF. De maneira semelhante, Pinho *et al.* (2014)
19 reportaram teores de PB de 8,34% e 7,69% para as cultivares ADR 300 e ADR 7010,
20 respectivamente.

21 O teor de FDN, FDA e lignina, o híbrido ADRf 6010 apresentou maior teor na safra de
22 verão comparado ao BAMH 210015 e BAMH 210076. Isso pode estar relacionado devido a
23 planta (ADRf 6010) atingir maior altura e conseqüentemente ter que depositar maior quantidade
24 de parede celular. Isso pode ser explicado em função da sua produção de massa, alongou mais
25 colmo.

26 Na safra de inverno o Híbrido ADRf 6010 apresentou menor teor de FDN e FDA que
27 os outros híbridos. Isso pode ser em função do efeito de fotoperíodo, onde ele obteve menor
28 produção de massa de forragem, antecipando a maturidade com aparecimento de panícula.

29 O teor de FDN na cultura do milho é um fator fundamental para a qualidade da
30 forragem, uma vez que influencia diretamente a digestibilidade e o valor nutritivo da silagem
31 produzida. A FDN é composta principalmente por celulose, hemicelulose e lignina,
32 componentes que conferem estrutura e rigidez às células vegetais, mas que também limitam a
33 capacidade de fermentação e digestão nos ruminantes (Van Soest, 1994).

1 Em resumo, o teor de FDN na cultura do milho é um parâmetro essencial para a
2 definição da qualidade da forragem e a eficiência do uso da dieta pelos ruminantes. O manejo
3 adequado e a escolha de cultivares adaptadas às condições locais, com foco no controle do teor
4 de FDN, podem resultar em silagens de melhor qualidade e em um desempenho superior dos
5 animais.

6 A DIVMS foi maior na safra de verão e inverno para o híbrido ADRf 6010, seguido
7 pelo BAMH 210015 e pelo BAMH 210076. O híbrido ADRf 6010 apresentou 16% a mais de
8 digestibilidade que o BAMH 210015 e 27% a mais de digestibilidade para o BAMH 210076.

9 Para digestibilidade da FDN, no verão o híbrido BAMH 210015 apresentou maior
10 digestibilidade que os outros híbridos. No inverno o híbrido ADRf 6010 apresentou maior
11 digestibilidade da FDN. A digestibilidade da FDN está intimamente relacionada ao teor de
12 lignina, celulose e hemicelulose, componentes que conferem resistência e rigidez às células
13 vegetais. A lignina, em particular, é um composto recalcitrante que dificulta a ação dos
14 microrganismos ruminais e, conseqüentemente, reduz a digestibilidade da fibra (Van Soest,
15 1994).

16 Outro fator importante que influencia a digestibilidade da FDN é o estágio de maturação
17 da planta. Durante o crescimento da planta, à medida que ela amadurece, ocorre o aumento do
18 teor de lignina (Tabela 3) e a rigidez da parede celular, resultando em menor digestibilidade da
19 fibra. Esse processo é bem documentado em culturas de interesse zootécnico, onde a
20 digestibilidade da FDN diminui conforme a planta atinge estágios mais avançados de maturação
21 (Peyrat *et al.*, 2015).

22

23 **4.2 Avaliações entre o híbrido de milho ADRf 6010, Milho e Sorgo**

24 A redução da produtividade no inverno reflete a resposta das culturas às diferentes
25 sazonalidades. Esse efeito pode ser atribuído à diminuição da temperatura e da precipitação do
26 verão para o inverno, conforme observado na Figura 1. A redução na produção de matéria verde
27 entre as safras foi de aproximadamente 25% para o milho e o milho, e 19% para o sorgo.
28 Esses dados corroboram com Fagundes *et al.* (2005), os quais registraram as maiores produções
29 de forragem durante a primavera e o verão, atribuindo esse resultado à maior disponibilidade
30 de fatores de crescimento. Por outro lado, a menor produção de forragem observada no outono
31 e no inverno foi decorrente das baixas temperaturas e da redução na precipitação.

32 O híbrido ADRf 6010 apresentou uma produção 92% superior à da cultura do milho e
33 64% superior à da cultura do sorgo na safra de verão. Na safra de inverno (segunda safra), a

1 produção de massa verde foi 95% maior que a do milho e 120% superior à do sorgo. Esses
2 resultados são consistentes com estudos anteriores que destacam a adaptação do milheto a
3 diferentes condições ambientais e sua capacidade de produzir grandes quantidades de biomassa
4 (BERNARDI *et al.*, 2004; TEIXEIRA *et al.*, 2014).

5 Apesar da versatilidade da cultura do milho, quando cultivado em regiões com baixos
6 índices pluviométricos e/ou períodos de seca prolongada, o déficit hídrico compromete
7 significativamente o rendimento de massa seca (BASTOS *et al.*, 2018). Esse efeito
8 possivelmente ocorreu no presente estudo, especialmente na safra de inverno, em que foram
9 observadas condições climáticas mais adversas. Por outro lado, o milheto apresentou melhor
10 desempenho, uma vez que, segundo Vital *et al.* (2015), essa cultura possui características
11 agronômicas como alta resistência à seca, bom valor nutricional e adaptação a solos de baixa
12 fertilidade, sendo, portanto, uma alternativa viável ao milho na formulação de dietas para
13 animais.

14 Pires *et al.* (2013) relataram que, para o sorgo, fatores como digestibilidade do colmo,
15 qualidade dos grãos, resistência a doenças, adaptabilidade ao ambiente e produção de matéria
16 seca afetam diretamente a qualidade da silagem. No presente estudo, o híbrido de milheto ADRf
17 6010 apresentou maior produção de massa forrageira em comparação ao sorgo. Embora o sorgo
18 também seja resistente à seca, seu rendimento de forragem foi ligeiramente inferior ao do
19 milheto sob condições de estresse hídrico.

20 Os valores de pH encontrados permitem afirmar que em todos os tratamentos houveram
21 disponibilidades de carboidratos solúveis para uma adequada fermentação. A rápida queda do
22 pH é fator necessário para que haja a interrupção das fermentações indesejáveis e a consequente
23 preservação da silagem (ADESOGAN & NEWMAN, 2021).

24 A concentração de MS variou entre as culturas e as safras, sendo maior na safra de verão
25 para milho e sorgo. A maior concentração de MS na safra de inverno pode ser explicada pela
26 menor atividade metabólica das plantas em condições menos favoráveis, como temperaturas
27 mais baixas e menor disponibilidade hídrica.

28 O milheto híbrido ADRf 6010 apresentou os maiores teores de proteína bruta (PB) tanto
29 na safra de verão quanto na de inverno. Na primeira safra, o teor de PB do milheto foi 38%
30 superior ao do milho e 9% superior ao do sorgo. Na segunda safra, esse incremento foi ainda
31 mais acentuado, com um aumento de 80% em relação ao milho e 31% em relação ao sorgo.
32 Esses resultados corroboram os achados de Bhattarai *et al.* (2020) que avaliaram diferentes
33 cultivares de milheto, milho e sorgo e encontraram que a maior concentração de PB foi para as

1 cultivares de milho, seguidas pelas cultivares de milho e sorgo. Simão *et al.* (2015), que, ao
2 avaliarem duas cultivares de milho (ADR 500 e BR 1503) e uma de sorgo, observaram teores
3 médios de PB 6,5% superiores nos milhetos em comparação ao sorgo, que apresentou um valor
4 médio de 4,51%.

5 Os teores de fibras na cultura do milho foram inferiores aos das demais culturas, tanto
6 na safra de verão quanto na de inverno. Resultados semelhantes foram observados por Bhattarai
7 *et al.* (2020), que relataram concentrações significativamente menores de fibra em detergente
8 neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina no milho em comparação com
9 cultivares de sorgo e milho. Além disso, os autores verificaram teores de fibras semelhantes
10 entre o milho e o sorgo. No presente estudo, contudo, o híbrido ADRf 6010 apresentou
11 menores valores de fibras em comparação ao sorgo.

12 O milho apresentou os melhores resultados de DIVMS e DIVFDN, tanto no verão
13 quanto no inverno, seguido pelo milho. Esta maior digestibilidade está relacionada aos
14 menores teores de fibras, como FDN e lignina do milho em comparação as outras culturas
15 (Tabela 5). Segundo Bhattarai *et al.* (2020) a maior concentração de energia e digestibilidade
16 da matéria seca no milho em comparação com as cultivares de sorgo e milho, em dois anos,
17 podem estar relacionados a redução na concentração de lignina do milho que foi de 26% e 34%
18 menor em 2018, e 8% e 16% menor em 2019 em comparação com as cultivares de sorgo e
19 milho, respectivamente. Santos *et al.* (2020) também associaram a redução na DIVMS ao
20 aumento nas concentrações de lignina no estudo com silagem produzida a partir do milho
21 cultivar IPA BULK1-BF colhida em diferentes dias após o plantio.

22 O milho híbrido ADRf 6010 destacou-se por apresentar a maior produtividade e a
23 silagem com o maior teor de proteína bruta em comparação às culturas do milho e do sorgo,
24 além de demonstrar maior digestibilidade em relação ao sorgo. Esses atributos tornam o ADRf
25 6010 uma alternativa promissora para a alimentação de ruminantes, especialmente em períodos
26 de estresse climático, nos quais são necessárias culturas mais eficientes no uso da água e melhor
27 adaptadas às mudanças climáticas.

28 Bhattarai *et al.* (2020) apontam que a utilização do sorgo pode ser limitada devido à sua
29 menor digestibilidade da matéria seca e ao maior teor de fibras em relação ao milho. Nesse
30 contexto, o sorgo forrageiro é mais indicado para situações em que a demanda nutricional dos
31 animais é menor ou quando há a necessidade de um maior aporte de fibra na dieta do gado.

32

33

1 5. CONCLUSÃO

2 Todas as culturas apresentaram potencial para produção de silagem. O milho híbrido
3 ADRf 6010 se destacou por apresentar maior produção de massa de forragem e melhores
4 características bromatológicas, como o teor de proteína bruta, o que o torna uma opção
5 promissora para a produção de forragem de alta qualidade.

6

7 6. REFERÊNCIAS

8

9 AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists International,
10 17th ed.; AOAC International: Arlington, VA, USA, 2000.

11 ADESOGAN, A. T.; NEWMAN, Y. C. Silage Harvesting, Storing, and Feeding. Gainesville:
12 University of Florida, IFAS Extension, 2021. Disponível em:
13 <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/AG180>. Acesso em: 17 mar. 2025.

14 BASTOS, M.; LIMA, L.; GUSMÃO, J.; CARDOSO, M.; AVILA, C.; BERNARDES, T.A. A
15 survey of maize hybrids for whole-plant silage in a hot climate. In: XVIII INTERNATIONAL
16 SILAGE CONFERENCE, p. 458-459, Boon, Germany, 2018.

17 BERNARDI, A. C. C.; CARVALHO, M. C. S.; FREITAS, P. L.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P.;
18 LEANDRO, W. M. & SILVA, T. M. No sistema plantio direto é possível antecipar a adubação
19 do algodoeiro. Rio de Janeiro, Embrapa, 2004. 8p. (Comunicado Técnico, 24).

20 BHATTARAI, B.; SINGH, S.; WEST, C. P.; RITCHIE, G. L.; TROSTLE, C. L. Effect of
21 deficit irrigation on physiology and forage yield of forage sorghum, pearl millet, and corn. Crop
22 Science, v.60, n.5, 2167–2179, 2020.

23 <https://doi.org/10.1002/csc2.20171>​;:contentReference[oaicite:0]{index=0}

24 FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.;
25 VITOR, C. M. T.; MORAIS, R. V., MISTURA, C.; REIS, G. C.; MARTUSCELLO, J. A.
26 Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. Pesquisa
27 Agropecuária Brasileira, v.40, n.4, 397-403, 2005. [https://doi.org/10.1590/S0100-](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000400012)
28 [204X2005000400012](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000400012)

- 1 HOLDEN, L. A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds.
2 Journal of dairy science, v. 82, n. 8, p. 1791-1794, 1999. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022->
3 0302(99)75409-3
- 4 MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. The biochemistry of silage. Ed. s.l.:
5 Scholium International, 1991, 155p.
- 6 PAZIANI, S. F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; GALLO, P. B.; BITTAR, C. M. M.;
7 ZOPOLLATTO, M.; RECO, P. C. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos
8 de milho para produção de silagem. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, p.411-417, 2009.
9 <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000300002>
- 10 PEREIRA, R. C. G.; COSTA, S. A. T. DA; ARAÚJO JÚNIOR, G. N.; SOUZA, L. S. B.;
11 PINHEIRO, A. G.; MORAIS, J. E. F.; ALVES, C. P.; JARDIM, A. M. R. F.; GOMES, J. E.
12 A.; SILVA, T. G. F. Modelo de Simulação AquaCrop na Determinação do Yield Gap do
13 Milheto e do Sorgo Forrageiro em Ambiente Semiárido: Uma Revisão Bibliográfica. Revista
14 Brasileira de Geografia Física, v.16, n.6, 3225-3245, 2023.
15 <https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.6.p3225-2545>
- 16 PEYRAT, J.; DROUIN, P.; MACGREGOR, M. Effect of maturity and hybrid on ruminal and
17 intestinal digestion of corn silage in dry cows. Journal of Dairy Science, v.99, p.258-268, 2016.
18 <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9466>
- 19 PINHO, R. M. A.; SANTOS, E. M.; RODRIGUES, J. A. S.; MACEDO, C. H. O.; CAMPOS,
20 F. S.; RAMOS, J. P. F.; BEZERRA, H. F. C.; PERAZZO, A. F. Avaliação de genótipos de
21 milheto para silagem no semiárido. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, V. 14, n.3,
22 426-436, 2013.
- 23 PINHO, R. M. A.; SANTOS, E. M.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. P. F.; MACEDO, C. H. O.;
24 BEZERRA, H. F. C.; PERAZZOL, A. F. Silages of pearl millet submitted to nitrogen
25 fertilization. Ciência Rural, v.44, n.5, p.918-924, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0103->
26 84782014000500025
- 27 PIRES, D. A. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; SALES, E. C. J.; REIS, S. T.; JAYME, D. G.;
28 CRUZ, S. S.; LIMA, L. O. B.; TOLENTINO, D. C.; ESTEVES, B. L. C. Características das

- 1 silagens de cinco genótipos de sorgo cultivados no inverno. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*,
2 v.12, n.1, p. 68-77, 2013. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v12n1p68-77>
- 3 SAS, 2024. SAS OnDemand for Academics; SAS Institute Inc.: Cary, NC, USA.
- 4 SANTOS, R. D.; NEVES, A. L. A.; PEREIRA, L. G. R.; SOLLENBERGER, L. E.; MUNIZ,
5 E. N.; SOUZA, E. Y. B.; SOBRAL, A. J. S.; COSTA, N. V.; GONÇALVES, L. C.
6 Performance, agronomic traits, ensilability and nutritive value of pearl millet cultivar harvested
7 at different growth stages. *The Journal of Agricultural Science*, 1–8, 2020.
8 <https://doi.org/10.1017/S0021859620000222>
- 9 SIMÃO, E. P.; GONTIJO NETO, M. M.; SANTOS, E. A.; BARCELOS, V. G. F. Estratégias
10 para produção de forragem utilizando milho, sorgo e milheto na região central de Minas Gerais.
11 *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.14, n.1, 75–87, 2015. [https://doi.org/10.18512/1980-](https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v14n1p75-87)
12 [6477/rbms.v14n1p75-87](https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v14n1p75-87)
- 13 TEIXEIRA, R. A.; SOARES, T. G.; FERNANDES, A. R.; BRAZ, A. M. S. Grasses and
14 legumes as cover crop in no-tillage system in northeastern Pará Brazil. *Acta Amazônica*, v. 44,
15 n. 4, p. 411 – 418, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201305364>
- 16 TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the “in vitro” digestion of forage
17 crops. *Journal of British Grassland Society*. v.18, n.2, p.104-111, 1963.
18 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>
- 19 VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell university press, 1994.
- 20 VITAL, A.F. M; SANTOS, D; SANTOS, R.V. Características agronômicas do milheto
21 adubado com diferentes fontes orgânicas. *Revista Agropecuária Técnica*, v. 36, n. 1, p. 303-
22 309, 2015. <http://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/at/index>
- 23 ZWIRTES, A. L.; CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; KUNZ, J.; REIMANN, G. K. Desempenho
24 produtivo e retorno econômico da cultura do sorgo submetida à irrigação deficitária. *Engenharia*
25 *Agrícola*, v.35, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n4p676-688/2015>
- 26

1 **CAPÍTULO III – NÍVEIS DE INCLUSÃO DE SILAGEM DE HÍBRIDO DE MILHETO**
2 **ADR 6010 COMO VOLUMOSO NA DIETA DE NOVILHAS F1 ANGUS X NELORE**
3 **EM CONFINAMENTO**

4 **RESUMO**

5 Objetivou-se neste estudo avaliar o efeito dos níveis de inclusão de silagem do híbrido
6 de milho AFRf 6010 na dieta de novilhas (Angus x Nelore) terminadas em confinamento
7 sobre o consumo de nutrientes, desempenho produtivo, comportamento ingestivo,
8 características de carcaça e da carne e do custo da alimentação. Foram utilizadas 72 novilhas
9 para as variáveis de consumo de nutrientes, desempenho produtivo, comportamento ingestivo,
10 peso de carcaça quente (PCQ) e rendimento de carcaça (RC), sendo que 24 novilhas foram
11 destinadas para avaliação da área de olho de lombo, (AOL), espessura de gordura subcutânea
12 (EGS), pH e cor da carne e da gordura. Foi avaliado o custo das dietas experimentais e margem
13 por animal. As novilhas foram alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de silagem
14 de milho (40, 50, 60 e 70% na base da MS) em um delineamento inteiramente casualizado. O
15 CMS, CMO, CPB e CEE apresentaram efeito linear negativo e o CFDN apresentou efeito linear
16 positivo ($P<0,05$). As atividades de consumo e ruminação apresentaram efeito linear positivo,
17 enquanto o ócio apresentou efeito linear negativo ($P<0,05$). As dietas influenciaram no
18 desempenho produtivo sendo que o GMD teve efeito linear negativo ($P<0,05$). Nas
19 características de carcaça o PCQ, o RC e cor da gordura (*L*) apresentaram efeito linear negativo,
20 enquanto para cor de gordura (*b*) apresentou efeito linear positivo. A dieta com 40% de silagem
21 apresentou maior custo e a dieta com 50% de inclusão de silagem apresentou maior margem
22 por animal (R\$/animal). Os menores níveis de inclusão de silagem do híbrido de milho ADRf
23 6010 obtiveram os melhores desempenhos produtivos e características de carcaça para novilhas
24 Angus x Nelore terminadas em confinamento. O nível de 50% de inclusão de silagem na MS
25 da dieta foi o que apresentou maior margem líquida por animal.

26
27 **Palavras-chave:** avaliação da carcaça, comportamento ingestivo, consumo de nutrientes,
28 desempenho produtivo, produção animal.

29
30
31

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of inclusion levels of silage of the millet hybrid AFRf 6010 in the diet of heifers (Angus x Nellore) finished in feedlot on nutrient intake, productive performance, ingestive behavior, carcass and meat characteristics, and feed cost. Seventy-two heifers were used for the variables of nutrient intake, productive performance, ingestive behavior, hot carcass weight (HCW) and carcass yield (CR), and 24 heifers were allocated to evaluate the loin eye area (LOA), subcutaneous fat thickness (SFT), pH, and meat and fat color. The cost of the experimental diets and margin per animal were evaluated. The heifers were fed diets containing different levels of millet silage (40, 50, 60, and 70% on a DM basis) in a completely randomized design. The CMS, CMO, CPB and CEE showed a negative linear effect and the CFDN showed a positive linear effect ($P < 0.05$). The consumption and rumination activities showed a positive linear effect, while idleness showed a negative linear effect ($P < 0.05$). The diets influenced the productive performance, and the ADG had a negative linear effect ($P < 0.05$). In the carcass traits, the PCQ, RC and fat color (L) showed a negative linear effect, while for fat color (b) it showed a positive linear effect. The diet with 40% silage had the highest cost and the diet with 50% silage inclusion had the highest margin per animal (R\$/animal). The lowest silage inclusion levels of the millet hybrid ADRf 6010 obtained the best productive performance and carcass traits for Angus x Nellore heifers finished in feedlot. The level of 50% silage inclusion in the DM of the diet was the one that showed the highest net margin per animal.

Keywords: carcass evaluation, ingestive behavior, nutrient intake, productive performance, animal production.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a pecuária desempenha um papel significativo na economia, representando 31% do Produto Interno Bruto - PIB (PEREIRA *et al.*, 2023). O país possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, totalizando 197,2 milhões de cabeças. Em 2023, atingiu um novo recorde de exportação, com aproximadamente 2,29 milhões de toneladas de carne bovina exportadas (ABIEC, 2024).

A produção de ruminantes exige que aspectos nutricionais sejam primordialmente adequados para a melhor conversão em alimento (carne ou leite). No Brasil a produção forrageira é favorecida pelas características climáticas que proporcionam condições de luminosidade e temperatura adequadas para o desenvolvimento das gramíneas e leguminosas. No entanto, como uma das particularidades de regiões de clima tropical há a ocorrência do período de vazio forrageiro.

Com as constantes mudanças climáticas, regiões tropicais apresentam altas temperaturas e irregularidade na distribuição de chuvas, o que afeta a produção agrícola e animal. No entanto, avanços tecnológicos têm contribuído para a intensificação dos sistemas, resultando no aumento da produção agropecuária fazendo os países tropicais importantes produtores e exportadores no cenário global. Conseqüentemente, o uso de silagem no balanceamento da dieta é uma ferramenta estratégica fundamental para incrementos na taxa de lotação e desempenho animal durante a estação seca (DANIEL *et al.*, 2019).

Para amenizar o déficit de produção de forragem, o uso de materiais conservados em forma de silagem se destaca como uma alternativa que poderá ser utilizada como fonte de alimento durante esse período de escassez.

Dentre as forrageiras que se adapta as adversidades climáticas está cultura do milheto (*Pennisetum glaucum*), devido às suas características como rusticidade e adaptabilidade a solos de baixa fertilidade, rápido desenvolvimento e boa produção de massa por hectare, o que permite melhor flexibilidade na época de semeadura e alto potencial produtivo, torna-se uma opção ao milho para produção de silagem, em especial nas localidades de menor disponibilidade de água e períodos de estiagem durante o verão (verânicos).

Em função deste problema com a cultura do milho, uma alternativa poderia ser o híbrido de milheto ADRf 6010 (*Pennisetum glaucum*) devido às suas características como rusticidade e adaptabilidade a solos de baixa fertilidade, rápido desenvolvimento e boa produção de massa por hectare, o que permite melhor flexibilidade na época de semeadura e alto potencial

1 produtivo. Esse híbrido foi desenvolvido para pastejo, entretanto, por ser um material que
2 apresenta considerável produção, estudos são necessários para seu uso na ensilagem.

3 Diante deste cenário, o híbrido de milho ADRf 6010 se destaca como uma cultura
4 resistente à seca, adaptada a solos de baixa fertilidade, com produção de matéria seca e valor
5 nutricional que podem garantir ao sistema segurança e viabilidade econômica. Assim,
6 objetivou-se avaliar o potencial da silagem de híbrido de milho ADRf 6010, com a inclusão
7 de 40, 50, 60 e 70% de silagem de milho na dieta de novilhas F1 (Angus x Nelore) terminadas
8 em confinamento. Foram mensurados o consumo de nutrientes, o comportamento ingestivo,
9 desempenho produtivo, as características de carcaça e da carne.

11 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

12 **2.1 Local e período de avaliação**

13 O experimento foi realizado na Fazenda PePe, localizada no município de Terenos-MS,
14 com as coordenadas geográficas latitude 20°12'49.0"S, longitude 54°56'53.6"W e altitude 256
15 m, no período de junho a setembro de 2024. O experimento foi conduzido no município de
16 Terenos-MS, no período de maio a setembro, totalizando 98 dias, sendo 14 dias para adaptação
17 e 84 de coleta de dados.

19 **2.2 Animais, tratamentos e delineamento experimental**

20 Foram utilizadas 72 novilhas F1 Angus x Nelore, previamente identificadas, vacinadas
21 e vermifugadas, com peso médio inicial de 395,92 kg e idade média inicial de 15 meses. A
22 proposta foi aprovada pelo Comitê de Ética de Uso de Animal (CEUA) da UFMS sob o nº
23 1.316/2024.

24 Foram avaliadas quatro inclusões de silagem de híbrido de milho ADRf 6010 como
25 volumoso na dieta, sendo 40, 50, 60, 70% de volumoso em relação ao concentrado na MS da
26 dieta. O concentrado utilizado foi formulado composto por milho grão moído, DDGS, ureia e
27 núcleo mineral para balanceamento nutricional.

28 As dietas totais foram formuladas na tentativa de serem isoproteicas, objetivando
29 atender as exigências de manutenção e ganho de peso corporal de 1,35 kg/dia para animais
30 cruzados, fêmeas em confinamento, de acordo com as exigências conforme BR-Corte (2016).

31 Os animais foram alocados em baias coletivas, sendo seis animais por baia e três baias
32 por tratamento (totalizando 12 baias), providas de cochos e bebedouros. A água fornecida *ad*
33 *libitum*. Todas as baias eram providas de sombrites ao fundo para proporcionar sombra aos

1 animais. O arraaçamento ocorreu duas vezes ao dia, sendo às 8h00 e 16h00, de forma a manter
2 as sobras em torno de 5% do fornecido.

3

4 **Tabela1.** Composição química dos ingredientes das dietas experimentais

Ingrediente	MS (%)	% da matéria seca (MS)					
		MO	PB	EE	FDN	FDA	NDT
Silagem de milho	24,3	96,40	9,5	2,5	69,6	46,9	53,0
Milho grão moído	88,0	98,4	8,0	3,5	12,4	3,5	87,0
DDGs	86,0	97,2	30,2	8,5	34,0	15,4	88,0

5

6 **Tabela 2.** Composição química das dietas experimentais com aumento do nível de silagem de
7 milho na terminação de novilhas (Angus x Nelore) em confinamento

Itens	Tratamentos (Nível de inclusão de silagem na MS Total)			
	40%	50%	60%	70%
Silagem de milho	40,0	50,0	60,0	70,0
Milho grão moído	40,0	31,9	24,7	16,6
DDGs	17,0	15,0	12,0	10,0
Ureia	1,0	1,1	1,3	1,4
Núcleo mineral	2,0	2,0	2,0	2,0

Composição química das dietas (%)				
Matéria seca	62,5	56,2	50,0	44,0
Matéria orgânica	94,4	94,1	93,8	93,5
Proteína bruta	14,9	14,9	14,9	14,9
Fibra em detergente neutro	38,6	43,8	48,9	54,1
Fibra em detergente ácido	22,7	26,8	30,8	34,9
Nutrientes digestíveis totais	70,9	67,4	63,8	60,9

8

9 **2.3 Composição química-bromatológica das dietas**

10 Para determinar a composição química, foram analisadas amostras de ingredientes,
11 dietas completas e sobras. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por
12 72 h e depois moídas em um moinho de facas com peneira de 1 mm. A matéria seca (MS) foi
13 determinada em uma estufa a 105 °C por 24 h (método 930.15; AOAC, 2000), proteína bruta
14 (método 976.05; AOAC, (2000)), extrato etéreo (método 920.39; AOAC, (2000)), minerais

1 (método 942.05; AOAC, (2000)) e matéria orgânica calculada com base na perda de massa por
2 combustão. A fibra detergente neutro (FDN) e a fibra detergente ácido (FDA) foram
3 determinadas pelo método descrito em Mertens (2002).

4 5 **2.4 Consumo de nutrientes**

6 O consumo de ração, com base na MS (CMS), foi avaliada em cada curral por meio da
7 coleta e pesagem da ração oferecida e da ração oferecida diariamente. O CMS por animal foi
8 obtido pela divisão da quantidade de ração total, já descontado as sobras, pelo número de
9 animais na baia, expresso em kg/animal/dia. O consumo de nutrientes, matéria orgânica (MO),
10 proteína bruta (PB), fibra detergente neutra (FDN) e extrato etéreo (EE) foi calculada a partir
11 do CMS.

12 13 **2.5 Desempenho Animal**

14 Os animais foram pesados no início e no final de cada período. O ganho de peso total
15 (GPT) foi estimado pela diferença entre o peso corporal final (PCF) e o peso corporal inicial
16 (PCI) e o ganho médio diário (GMD) foi determinado dividindo-se o GPT pelo número de dias
17 do período experimental.

18 19 **2.6 Comportamento ingestivo**

20 Todos os animais foram submetidos a períodos de observação visual para avaliar o
21 comportamento ingestivo diurno durante 12 horas. A observação das atividades de alimentação,
22 ruminação e ócio ocorrerão no 42º e 84º dia do período experimental, registradas a cada cinco
23 minutos de intervalo, conforme recomendado por Gary *et al.*, (1970).

24 25 **2.7 Característica de carcaça e da carne**

26 Ao final do período experimental, as 72 novilhas foram submetidas a um jejum de
27 sólidos de 24 horas e posteriormente abatidos em frigorífico comercial (Frizelo, Terenos-MS,
28 Brasil) de acordo com as regras estabelecidas pelo Regulamento de Inspeção Industrial e
29 Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (2017). Após o abate, as carcaças foram
30 identificadas individualmente, seccionadas longitudinalmente, pesadas para obter o peso da
31 carcaça quente (PCQ) e armazenadas a 4 °C por 24 horas. O rendimento da carcaça (RC) foi
32 calculado a partir do PCQ e do PC, conforme a seguinte equação: $RC (\%) = (PCQ/PC \text{ final})$
33 $*100$.

1 Para o restante das avaliações da carcaça e da carne, foram utilizadas 24 novilhas, sendo
 2 seis de cada tratamento (duas novilhas de cada baía). Uma amostra do músculo *Longissimus* foi
 3 retirada entre a 9ª e a 13ª costelas para medir a espessura da gordura subcutânea (EGS) e a área
 4 do olho da costela (AOL). A EGS foi medida com um paquímetro digital e classificada da
 5 seguinte forma: < 1,0 mm, ausente; 1-3 mm, escassa; 3-6 mm, intermediária; 6-10 mm,
 6 uniforme; e >10,0 mm, excessiva. A AOL foi desenhada em papel vegetal e a área (cm²) foi
 7 estimada em escalas de ponto, conforme metodologia descrita por Gomes *et al.* (2021). A
 8 amostra do músculo *Longissimus* coletada foi identificada, embalada em isopor com gelo e
 9 posteriormente armazenada a -20°C até a análise da qualidade da carne.

10 O pH da carne foi medido no bife descongelado, usando um potenciômetro digital portátil
 11 com uma sonda de penetração (modelo HI 99163, Hanna Instruments, Woonsocket, EUA),
 12 calibrado antes da análise com soluções padrão de pH 4 e pH 7.

13 Os bifes foram então mantidos em temperatura ambiente (25 °C) por 30 minutos, em
 14 seguida foi mensurada a cor da carne e da gordura (L*, a* e b*) com auxílio de um
 15 espectrofotômetro portátil (Meter CR400, Konica® Minolta, Osaka, Japão).

17 2.8 Custo da alimentação

18 Os custos de alimentação (Tabela 3) e o valor de mercado da novilha no início e no fim
 19 do experimento foram considerados para a avaliação econômica das dietas experimentais. No
 20 início do confinamento, foi considerado um rendimento de carcaça (RC) de 50% e um preço
 21 por kg de R\$ 16,70. A receita foi estimada pela multiplicação do PCQ pelo valor de mercado
 22 da carne no dia do abate, que foi de R\$ 19,00/kg.

24 **Tabela 3.** Custo dos ingredientes das dietas experimentais

Ingredientes	R\$/tonelada de matéria natural	R\$/kg de matéria natural	Matéria seca (g/kg)	R\$/kg MS
Silagem ¹	193,00	0,19	243,00	0,79
Milho moído	1.200,00	1,20	880,00	1,36
DDGS	1.350,00	1,35	860,00	1,57
Ureia pecuária	3.000,00	3,00	999,00	2,99
Núcleo mineral	3100,00	3,10	984,95	3,04

1 As equações usadas para calcular a receita, o custo diário, o custo total, o custo do ganho
2 e a margem são apresentadas a seguir:

3 1) Receita (R\$) = PCQ (kg) × valor do kg de carcaça (R\$)

4 2) Custo diário (R\$/animal/dia) = CMS (kg/dia) × preço por kg de MS (R\$/kg MS))

5 3) Custo total (R\$) = Custo diário (R\$) × dias de confinamento

6 4) Custo do ganho (R\$/kg ganho) = Custo diário (R\$) / GMD (kg/dia)

7 5) Margem (R\$/animal) = Receita (R\$) – (custo total (R\$) + valor inicial animal (R\$))

8

9 **2.8 Análise estatística**

10 As variáveis foram analisadas por meio de análise de variância e regressão. Os modelos
11 foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste
12 F, adotando 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação e nos parâmetros estudados.
13 A comparação das médias foi realizada utilizando-se o teste Tukey, adotando 5% de
14 probabilidade.

15

16 **3. RESULTADOS**

17 Houve efeito ($P < 0,05$) do aumento dos níveis de Silagem de milho sobre os resultados
18 de consumo da dieta total (Tabela 4). Os consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica
19 (CMO), proteína bruta (CPB) e extrato etéreo (CEE) apresentaram comportamento linear
20 negativo. Em contrapartida, o consumo de FDN em kg/dia e em % do PC apresentaram
21 comportamento linear positivo.

22 A Tabela 5 apresenta o impacto da inclusão de silagem de milho na dieta sobre o
23 comportamento ingestivo dos animais. O aumento dos níveis de silagem de milho na dieta
24 resultou em um efeito linear positivo ($p < 0,05$) sobre o tempo de consumo (min) e de ruminação
25 (min). Por outro lado, o tempo de ócio (min) apresentou um efeito linear negativo ($p < 0,05$),
26 indicando que os animais passaram mais tempo ingerindo alimento e ruminando à medida que
27 se elevou a proporção de silagem na dieta. Conseqüentemente, observou-se uma redução no
28 tempo de ócio.

29 Os níveis de silagem de milho tiveram influência no desempenho produtivo (Tabela
30 6). As variáveis peso corporal final (PCF), ganho de peso total (GPT) e ganho médio diário
31 (GMD) apresentaram comportamento linear negativo ($P < 0,05$) com o aumento do nível de
32 inclusão de silagem de milho na dieta.

1 **Tabela 4.** Consumo de nutrientes por novilhas (Angus x Nelore) terminadas em confinamento
 2 recebendo diferentes níveis de silagem de milho na dieta

	Silagem de Milheto (% da MS)				EPM	P-value	
	40	50	60	70		Linear	Quadrático
CMS (kg/dia)	11,96	10,84	10,14	9,19	0,154	0,0334	0,5894
CMS (%PV)	2,56	2,36	2,23	2,05	0,034	0,0170	0,5784
CMO (kg/dia)	11,23	10,25	9,49	8,61	0,208	0,0001	0,9270
CPB (kg/dia)	1,75	1,44	1,38	1,28	0,023	0,0256	0,4963
CFDN (kg/dia)	4,61	4,74	4,95	5,23	0,077	0,0001	0,1560
CFDN (%PV)	1,00	1,05	1,10	1,16	0,018	0,0019	0,0573
CEE (kg/dia)	0,47	0,43	0,40	0,37	0,010	0,0001	0,9999

3 Y CMS (kg/dia) = 15,40233 - 0,0885*nível (R² = 0,95)

4 Y CMS (%PV) = 3,20767 - 0,01653*nível (R² = 0,96)

5 Y CMO (kg/dia) = 14,94527 - 0,08849*nível (R² = 0,94)

6 Y CPB (kg/dia) = 2,16050 - 0,01252*nível (R² = 0,95)

7 Y CFDN (kg/dia) = 4,0485 + 0,01605*nível (R² = 0,75)

8 Y CFDN (%PV) = 0,81217 + 0,00482*nível (R² = 0,88)

9 Y CEE (kg/dia) = 0,61083 - 0,0035*nível (R² = 0,94)

10

11 **Tabela 5.** Comportamento alimentar de novilhas (Angus x Nelore) terminadas em
 12 confinamento recebendo diferentes níveis de silagem de milho na dieta

	Silagem de Milheto (% na MS)				EPM	P-value	
	40	50	60	70		Linear	Quadrático
Consumo (min)	139,17	153,50	168,67	188,67	2,418	0,0001	0,8866
Ruminação (min)	174,50	187,50	212,83	228,17	2,496	0,0001	0,4380
Ócio (min)	406,33	379,00	338,50	303,17	3,792	0,0001	0,1940

13 Y Consumo (min) = 72,48333 + 1,63667*nível (R² = 0,97)

14 Y Ruminação (min) = 98,26667 + 1,86333*nível (R² = 0,97)

15 Y Ócio (min) = 549,2500 - 3,5000*nível (R² = 0,98)

16

17 **Tabela 6.** Desempenho produtivo e conversão alimentar (CA) de novilhas (Angus x Nelore)
 18 terminadas em confinamento recebendo diferentes níveis de silagem de milho na dieta

	Silagem de Milheto (% na MS)				EPM	P-value	
	40	50	60	70		Linear	Quadrático
PC inicial (kg)	393,67	398,50	394,83	396,67	7,331	0,6897	0,6222
PC final (kg)	529,75	525,39	513,58	502,09	4,168	0,0001	0,7818
GPT (kg)	136,08	126,89	115,92	100,80	4,160	0,0001	0,1873
GMD (kg/dia)	1,62	1,51	1,38	1,20	0,042	0,0183	0,2531
CA (CMS/GMD)	7,38	7,17	7,34	7,65	0,735	0,1067	0,0887

19 Y PVf = 583,69583 - 1,16583*nível (R² = 0,77)

20 Y GPT = 190,77250 - 1,21992*nível (R² = 0,90)

21 Y GMD = 2,09541 - 0,01292*nível (R² = 0,92)

22

1 Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) do nível de inclusão de silagem de
 2 milho na dieta sobre a área de olho de lombo (AOL), o pH e a cor da carne (Tabela 7). No
 3 entanto, a inclusão de silagem de milho apresentou um efeito linear negativo ($P<0,05$) sobre
 4 o peso de carcaça quente (PCQ), o rendimento de carcaça (RC) e a espessura de gordura
 5 subcutânea (EGS).

6
 7 **Tabela 7.** Receita, custo e margem líquida da terminação em confinamento de novilhas (Angus
 8 x Nelore) recebendo diferentes níveis de silagem de milho na dieta

	Silagem de Milheto (% na MS)				EPM	P-value	
	40	50	60	70		Linear	Quadrático
Características da carcaça							
PCQ (kg)	283,10	274,77	260,61	252,86	5,504	0,0001	0,8995
RC (%)	53,44	52,29	50,93	50,36	0,841	0,0032	0,4653
AOL (cm ²)	74,87	74,55	74,07	73,97	3,971	0,5812	0,3364
EGS (mm)	10,19	8,82	8,23	6,90	0,648	0,0001	0,8362
pH	5,56	5,67	5,52	5,46	0,034	0,3665	0,1023
Cor da carne							
<i>L</i>	37,09	36,06	35,91	37,46	1,811	0,0753	0,0721
<i>A</i>	14,89	14,89	15,00	15,70	1,151	0,6103	0,5374
<i>B</i>	8,66	8,57	8,40	9,07	0,978	0,4430	0,4103
Cor da gordura							
<i>L</i>	74,05	72,18	70,07	68,90	1,658	0,0001	0,6445
<i>a</i>	4,97	5,16	5,35	5,74	0,856	0,0956	0,3443
<i>b</i>	18,23	20,64	23,44	26,55	0,513	0,0001	0,2830

9 $Y_{PCQ} = 324,30 - 1,0267 * \text{nível} (R^2 = 0,79)$

10 $Y_{RC} = 53,9271 - 0,0475 * \text{nível}^2 (R^2 = 0,89)$

11 $Y_{EGS} = 14,363 - 0,10602 * \text{nível} (R^2 = 0,78)$

12 $Y_{L \text{ cor da gordura}} = 79,6524 - 0,1561 * \text{nível} (R^2 = 0,90)$

13 $Y_{b \text{ cor da gordura}} = 12,6652 + 0,1345 * \text{nível} (R^2 = 0,85)$

14

15 Além disso, verificou-se um efeito linear positivo ($P<0,05$) do nível de inclusão de
 16 silagem de milho sobre o componente *L** da gordura, enquanto um efeito linear negativo foi
 17 observado para o componente *b**. Dessa forma, novilhas que receberam menor proporção de
 18 silagem na dieta apresentaram maior valor de *L** da gordura em comparação às que receberam
 19 maior proporção de silagem. Por outro lado, à medida que se elevou a inclusão de silagem na
 20 dieta, os valores do componente *b** da gordura aumentaram (Tabela 7).

21 Na Tabela 8 estão apresentadas as receitas, custos das dietas experimentais e margem
 22 líquida por nível de inclusão de silagem de milho na dieta. O custo diário (R\$/dia) e o custo
 23 total (R\$/animal) foram maiores para as dietas com menor inclusão da silagem de milho. Da
 24 mesma forma, os tratamentos com menor inclusão de silagem obtiveram maior receita. O

1 tratamento com 50% de silagem de milho apresentou maior margem maior por animal
2 (R\$/animal).

3 Os tratamentos com 60 e 70% de inclusão de silagem apresentaram menor custo diário,
4 o custo total, porém apresentaram menor margem por animal.

5
6 **Tabela 8.** Receita, custo e margem líquida da terminação em confinamento de novilhas (Angus
7 x Nelore) recebendo diferentes níveis de silagem de milho na dieta

	Silagem de Milho (% na MS)			
	40	50	60	70
Peso da carcaça quente (kg)	283,10	274,77	260,61	252,86
Peso em @	18,87	18,32	17,37	16,86
Receita (R\$)	5.377,95	5.221,20	4.950,45	4.805,10
Custos				
Diário (R\$/dia)	14,56	12,55	11,13	9,54
Total (R\$/animal)	1.223,04	1.054,20	934,92	801,36
Custo do ganho (R\$/kg de ganho)	8,98	8,31	8,06	7,95
Margem por animal (R\$/Animal)	820,00	833,00	681,53	669,74

8

9 **4. DISCUSSÃO**

10 O consumo máximo de MS foi observado para o nível de 40% de silagem de milho
11 na dieta (Tabela 3). Ao passo que se elevou o nível de silagem o consumo de MS foi reduzido.
12 Sabe-se que o consumo voluntário de matéria seca é limitado pela capacidade de distensão
13 física do rúmen. Assim, quando os animais se alimentam de dietas palatáveis, mas com grandes
14 quantidades e baixa concentração energética, o consumo é restringido pela capacidade de
15 enchimento do trato digestivo (MERTENS, 1994).

16 O consumo de MS pode ter sido limitado pelo tratamento com maior nível de silagem
17 na dieta, em função do maior tempo gasto para ingestão e ruminação (consultar Tabela 4) e
18 processar a dieta. Segundo Detmann *et al.* (2014), após realizar uma meta-análise com dados
19 de 126 estudos sobre bovinos confinados no Brasil entre 1990 e 2012, foi possível avaliar a
20 regulação da ingestão voluntária em animais alimentados à vontade com dietas à base de
21 forragens tropicais.

22 Os resultados mostraram que o consumo de matéria seca (CMS) diminuiu linearmente
23 e a fração de fibra em detergente neutro (FDN) da dieta aumentava à medida que era incluso o

1 nível de silagem, indicando que o consumo voluntário foi limitado pelas restrições físicas e
2 metabólicas dos animais. Medeiros *et al.* (2024) avaliaram níveis de FDN na dieta observaram
3 o CFDN de 2,1 kg/dia, resultou em um GMD de 1,4 kg/dia. Em um estudo semelhante, Arcanjo
4 *et al.* (2024) observaram um consumo de 3,42 kg de FDN/dia utilizando uma dieta com 34%
5 de FDN. Valores estes menores ao encontrados no presente trabalho, variando de 4,59 até 4,98
6 kg de FDN/dia.

7 Moura *et al.* (2023) avaliaram dados de novilhos Nelore terminados em confinamento
8 ao longo de cinco anos (2016 a 2020) e observaram médias de CMS e CFDN de 10,2 kg/dia e
9 3,4 kg/dia, respectivamente, com um ganho médio diário de 1,3 kg/dia. No presente estudo, um
10 GMD semelhante foi observado com a dieta contendo 60% de silagem de milho, apresentando
11 um CMS de 10,14 kg/dia e CFDN de 4,95 kg/dia.

12 Valeriano *et al.* (2023) analisaram os parâmetros produtivos e econômicos de novilhos
13 Nelore confinados alimentados com dietas contendo oleaginosas e verificaram que os animais
14 consumindo 3,3 kg/dia de FDN apresentaram um GMD de 1,6 kg/dia. No presente estudo, um
15 resultado semelhante foi observado com a inclusão de 40% de silagem de milho, resultando
16 em um CFDN de 4,61 kg/dia. O CFDN no presente estudo foi superior aos valores relatados
17 por Moura *et al.* (2023) e Valeriano *et al.* (2023), alcançando, no entanto, um ganho médio
18 diário equivalente.

19 Segundo Callegaro *et al.* (2018), as diferenças comportamentais tornam-se mais
20 evidentes quando há variações na proporção volumoso:concentrado, sugerindo que essas
21 mudanças estão relacionadas à composição da dieta, especialmente ao teor de fibra e ao
22 tamanho das partículas. No presente estudo, essa influência foi observada no comportamento
23 ingestivo, uma vez que o tempo despendido em consumo e ruminação aumentou em 35,57% e
24 30,76%, respectivamente, à medida que se elevou o nível de inclusão de silagem de milho, e
25 consequentemente o aumento da FDN na dieta, como observado na Tabela 4. Em contrapartida,
26 o tempo de ócio foi reduzido em 25,4% com o acréscimo de silagem na dieta.

27 O maior desempenho das novilhas no tratamento com menor inclusão de silagem pode
28 ser atribuído ao maior nível de energia na dieta. Observa-se que, na menor inclusão de silagem
29 (40% de silagem de milho), há uma maior proporção de DDG, ingrediente que apresenta
30 maior teor de EE (Tabela 1) e maior NDT (Tabela 2), resultando em um maior aporte
31 energético. Dessa forma, à medida que a inclusão de silagem na dieta aumenta, a
32 disponibilidade de energia é reduzida, o que impacta negativamente o ganho médio diário.

1 O maior GMD observado na dieta com menor inclusão de silagem também resultou em
2 uma maior espessura de gordura subcutânea (EGS), em razão da maior disponibilidade
3 energética da dieta, promovendo, assim, maior deposição de gordura na carcaça. Embora os
4 animais do tratamento com 70% de silagem de milho na dieta apresentarem menor EGS, esse
5 valor está dentro dos aceitáveis pelos frigoríficos.

6 Silvestre & Millen (2021) realizaram uma pesquisa no Brasil sobre práticas nutricionais
7 adotadas por nutricionistas e consultores em bovinos confinados e, em 2019, identificaram que
8 o ganho médio diário de novilhas de corte terminadas em confinamento foi de 1,29 kg/dia. No
9 presente estudo, observou-se um GMD superior à média nacional quando os níveis de inclusão
10 de silagem de milho variaram entre 40% e 60%, com valores de 1,62 kg/dia e 1,38 kg/dia,
11 respectivamente.

12 De maneira semelhante, Olson et al. (2019) avaliaram 122 novilhas Brangus terminadas
13 em confinamento e relataram um GMD de 1,53 kg/dia, valor próximo ao observado no presente
14 estudo no tratamento com 50% de silagem de milho, que resultou em um GMD de 1,51 kg/dia.

15 Os maiores rendimentos de carcaça observados nas novilhas quando se inclui menor
16 proporção de silagem na dieta, provavelmente se devem aos maiores pesos de abate e à menor
17 proporção de constituintes não carcaça. O aumento na ingestão de concentrado de alta
18 densidade energética e alta digestibilidade diminui o conteúdo gastrointestinal, reduzindo o
19 tamanho desses órgãos e resultando em maiores rendimentos de carcaça (Menezes *et al.*, 2014).

20 Fatores ligados a dieta, a taxa de crescimento (Gómez *et al.*, 2021) e a idade do animal
21 (Ponnambalam *et al.*, 2017) influenciam diretamente na cor da carne. A concentração de
22 mioglobina na carne aumenta à medida que o animal envelhece, tornando-a mais escura (Wicks
23 *et al.* (2019). As novilhas avaliadas neste estudo não apresentaram diferença significativa para
24 cor da carne (Tabela 6). As novilhas tinham a mesma idade, pois eram da mesma safra e
25 geração, e passaram pelo mesmo manejo até entrarem no experimento. Estes fatores e os das
26 dietas testadas não influenciaram nessa variável. Os animais apresentaram o mesmo pH da
27 carne e se encontram dentro dos níveis ideais.

28 Embora as dietas tivessem diferentes níveis de silagem de milho como volumoso, elas
29 foram isoproteicas. Segundo Ítavo *et al.* (2023) a proteína não é um nutriente que possa causar
30 alterações nas características da carne. Lage *et al.* (2012) sugeriram que o nível de concentrado
31 pode ser reduzido sem comprometer as características de qualidade da carne

32 Os resultados mostram que houve maior luminosidade (L*) e menor intensidade de
33 amarelo (b*) na cobertura de gordura das novilhas quando recebem menor quantidade de

1 silagem de milho na dieta. Os efeitos observados na cor da gordura podem estar relacionados
2 a maior inclusão de forragem na dieta, com maior deposição de substâncias carotenoides no
3 tecido adiposo dos animais. Os carotenoides são pigmentos que conferem uma cor amarelada
4 aos produtos (MAOKA, 2020), e forragens frescas contêm altos teores destes pigmentos, os
5 quais são transferidas para os tecidos animais (BLANCO *et al.*, 2019). Animais terminados em
6 pasto ou com uma proporção maior de forragem em sua dieta tipicamente exibem coloração
7 mais intensa da gordura, atribuída ao maior consumo de forragem rica em nutrientes contendo
8 maiores concentrações de pigmentos e carotenoides.

9 De acordo com Couto *et al.* (2017) a utilização de uma fonte de volumoso mais barata,
10 permite a redução dos custos de alimentação em dietas com maior quantidade de concentrado.
11 Os autores relatam que é importante utilizar ingredientes mais baratos para controlar os custos
12 do confinamento. Conforme demonstrado por Roberto *et al.* (2019), a redução dos custos de
13 alimentação ajuda a aumentar as margens bruta e líquida na terminação de bovinos em
14 confinamento.

15 As diferenças na receita e na margem bruta, com valores maiores nas novilhas Angus ×
16 Nelore que receberam a dieta UE, podem estar relacionadas ao maior PCQ. Embora as novilhas
17 Angus × Nelore que receberam o tratamento UPP tenham apresentado maior peso final e ganho
18 de peso total, o menor PCQ nesses animais é um indicativo que houve um foco na deposição
19 de gordura renal e visceral. De acordo com Augusto *et al.* (2019), a maior participação desses
20 componentes reduz o rendimento de carcaça, o que conseqüentemente resulta em menor receita.

21 O maior custo diário e o custo total das novilhas que receberam as dietas com menor
22 inclusão de silagem de milho são consequência do maior CMS e pelo maior custo por kg da
23 dieta, que foi cerca de 13,1% entre os tratamentos. Resultados semelhantes foram encontrados
24 por Santos *et al.* (2022) ao realizarem uma avaliação econômica da terminação de bovinos de
25 corte em confinamento, onde observaram que as diferenças no custo diário estão relacionadas
26 ao valor da dieta e ao CMS.

27 Segundo Roberto *et al.* (2019), a redução dos custos de alimentação ajuda a aumentar
28 as margens bruta e líquida na terminação de bovinos em confinamento. No entanto, é importante
29 garantir que o desempenho seja alcançado. Apesar do maior custo total e custo do ganho nas
30 dietas 40 e 50% de silagem, a margem foi maior. A maior margem líquida por animal foi no
31 tratamento com 50% de inclusão que pode estar relacionado a melhor relação dos nutrientes
32 (silagem e concentrado), consumo de nutrientes e ganho de peso.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

5. CONCLUSÃO

Os menores níveis de inclusão de silagem do híbrido de milho ADRf 6010 obtiveram os melhores desempenhos produtivos e características de carcaça para novilhas Angus x Nelore terminadas em confinamento. O nível de 50% de inclusão de silagem na dieta foi o que apresentou maior margem líquida por animal.

6. REFERÊNCIAS

- AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists International, 17th ed.; AOAC International: Arlington, VA, USA, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE – ABIEC. Beef Report 2024: Perfil da Pecuária no Brasil. São Paulo: ABIEC, 2024.
- AUGUSTO, W. F.; BILEGO, U. O.; MISSIO, R. L.; GUIMARÃES, T. P.; MIOTTO, F. R. C.; REZENDE, P. L. DE P.; RESTLE, J. Animal performance, carcass traits and meat quality of F1 Angus-Nellore steers and heifers slaughtered in feedlot with a similar carcass finishing. *Semina: Ciências Agrárias*, v.40, n.4, p.1681, 2019. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n4p1681>
- ARCANJO, A.H.M.; ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B.F.; DIAS, A.M.; DIFANTE, G.S.; LONGHINI, V.Z.; CUNHA, C.S., GURGEL, A.L.C.; LIMA, E.A.; SANTANA, J.C.S.; DILVA, M.G.P.S. Nutrient intake, productive and metabolic parameters of Nellore bulls feed a forage free diet using cottonseed cake as a fiber source. *Tropical Animal Health and Production*, v.56, n.55, 2024. <https://doi.org/10.1007/s11250-024-03906-2>
- BLANCO, M.; RIPOLL, G.; CASASÚS, I.; BERTOLÍN, J. R.; JOY, M. Carotenoids and tocopherol in plasma and subcutaneous fat colour to trace forage-feeding in growing steers. *Livestock Science*, n.219, 104-110, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.12.003>
- BRASIL, 2017. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal–RIISPOA (Decreto nº 9013, de 29 de março de 2017). Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil.
- CALLEGARO, A. M.; ALVES FILHO, D. C.; PIZZUTI, L. A. D.; SEGABINAZZI, L. R.; BRONDANI, I. L.; MARTINI, A. P. M. Comportamento ingestivo de novilhos mestiços

- 1 terminados em confinamento alimentados com borra de soja. *Ciência Animal Brasileira*, v.19,
2 2018. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v19e-28150>
- 3 COUTO, J. R. L.; VILLELA, S. D. J.; MOURTH, M. H. F.; LOBO-JR, A. R.; SANTOS, R.
4 A.; MARTINS, P. G. M. A. Sugarcane tops as a substitute for sugarcane in high-concentrate
5 diets for beef bulls. *Animal Production Science*, v.57, n.3, 563-568, 2016.
6 <https://doi.org/10.1071/AN15337>
- 7 DANIEL, J. L. P.; BERNARDES, T. F.; JOBIM, C. C.; SCHMIDT, P.; NUSSIO, L. G.
8 Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. *Grass and Forage*
9 *Science*, v. 74, n. 2, p.188–200, 2019. <https://doi.org/10.1111/gfs.12417>
- 10 DETMANN, E.; GIONBELLI, M.P., HUHTANEN, P. A meta-analytical evaluation of the
11 regulation of voluntary intake in cattle fed tropical forage-based diets. *Journal Animal Science*,
12 v.92, p.4632–4641, 2014. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-7717>
- 13 GARY, L. A.; SHERRITT, G. W.; HALE, E. B. Behavior of charolais cattle on pasture. *Journal*
14 *of Dairy Science*, v.30, n.2, p.303-306, 1970. <https://doi.org/10.2527/jas1970.302203x>
- 15 GOMES, M.D.N.B.; FEIJÓ, G.L.D.; DUARTE, M.T.; SILVA, L.G.P.; SURITA, L.M.A.;
16 PEREIRA, M. W.F. Manual de avaliação de carcaças bovinas, 1st ed., UFMS, Campo Grande,
17 Brazil, p. 62, 2021.
- 18 GÓMEZ, J.F.M.; ANTONELLO, D.S.; BELINE, M.; PAVAN, B.; BAMBIL, D.B.;
19 FANTINATO-NETO, P.; SARAN-NETO, A.; LEME, P.R.; GOULART, R.S.; GERRARD,
20 D.E.; SILVA, S.L. Feeding strategies impact animal growth and beef color and tenderness.
21 *Meat Science*, 183, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108599>.
- 22 ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B.F.; GOMES, M.N.B.; LONGHINI, V.Z.; DIFANTE, G.S.;
23 DIAS, A.M.; LEAL, E.S.; SILVA, M.G.P.; SILVA, A.H.; SILVA, L.B.P.; PARO, R.G.C.;
24 ARAÚJO, M.J.; SILVA, T.P.D.; GURGEL, A.L.C. Effects of extruded urea levels on the
25 productive performance and carcass and meat characteristics of Nellore cattle. *Tropical Animal*
26 *Health and Production*, v.55, n.247, 2023. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03662-9>.
- 27 LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SOUZA, E. J. O.; DUARTE,
28 M. S.; BENEDETI, P. D. B.; SOUZA, N. K. P.; COX, R. B. Influence of genetic type and level
29 of concentrate in the finishing diet on carcass and meat quality traits in beef heifers. *Meat*
30 *Science*. v.90, n.3, p.770-774, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.11.012>

- 1 MAOKA, T. Carotenoids as natural functional pigments. *Journal of Natural Medicines*, v.74,
2 n.1, p.1–16, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11418-019-01364-x>
- 3 MEDEIROS, C. F.; ÍTAVO, L. C. V.; ÍTAVO, C. C.; B. F.; DIAS, A. M.; LONGHINI, V. Z.;
4 DIFANTE, G. S.; TEIXEIRA, P. D.; SILVA, M. G. P.; PARO, R. G. C.; SILVA, A. H.; SILVA,
5 L. B. P. Productivity and economic performance of Nellore young bulls fed diets with
6 increasing fiber content. *Tropical Animal Health and Production*, v.56, n.8, p.1-10 2024.
7 <https://doi.org/10.1007/s11250-024-04196-4>
- 8 MENEZES, G. C. C.; VALADARES FILHO, S. C.; RUAS, J. R. M.; DETMANN, E.;
9 MENEZES, A. C.; ZANETT, D.; MARIZ, L. D. S.; RENNÓ, L. N.; SILVA JUNIOR, J. M.
10 Meat Production in a Feedlot System of Zebu-Holstein Steers and Heifers with Dairy Genetics:
11 Productive and Biological Analyses. *The Scientific World Journal*, v. 2014, p. 1-7, 2014.
12 <https://doi.org/10.1155/2014/371968>
- 13 MERTENS, D.R. REGULATION OF FORAGE INTAKE. IN: FAHEY JUNIOR, G.C.;
14 MOSER, L.E.; MERTENS, D.R. (Eds.). Forage quality, evaluation and utilization. American
15 Society of Agronomy, Crop Science of America, Soil Science of America, Madison, WI. p.450-
16 493, 1994.
- 17 MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds
18 with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. *J. AOAC Int.* 2002, 85, p.1217-
19 1240.
- 20 MOURA, J. R. F; ÍTAVO, L.C.V; ÍTAVO, C. C. B. F; DIAS, A. M.; DIFANTE, G. S.;
21 SANTOS, G. T.; GURGEL, A. L. C.; CHAY-CANUL, A. J. Prediction models of intake and
22 productive performance of non-castrated Nellore cattle finished in the feedlot system under
23 tropical conditions. *Tropical Animal Health Production*, v.55, n.64, 2023.
24 <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03488-5>
- 25 OLSON, C. A.; CARSTENS, G. E.; HERRING, A. D.; HALE, D. S.; KAYSER, W. C.;
26 MILLER, R. K. Effects of temperament at feedlot arrival and breed type on growth efficiency,
27 feeding behavior, and carcass value in finishing heifers. *Journal of Animal Science*, v.97, n.4,
28 p.1828-1839, 2019. <https://doi.org/10.1093/jas/skz029>
- 29 PEREIRA, R. C. G.; COSTA, S. A. T. DA; ARAÚJO JÚNIOR, G. N.; SOUZA, L. S. B.;
30 PINHEIRO, A. G.; MORAIS, J. E. F.; ALVES, C. P.; JARDIM, A. M. R. F.; GOMES, J. E.
31 A.; SILVA, T. G. F. Modelo de Simulação AquaCrop na Determinação do Yield Gap do

- 1 Milheto e do Sorgo Forrageiro em Ambiente Semiárido: Uma Revisão Bibliográfica. Revista
2 Brasileira de Geografia Física, v.16, n.6, 3225-3245, 2023.
3 <https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.6.p3225-2545>
- 4 PONNAMBALAM, E. N.; HOPKINS, D. L.; BRUCE, H.; L. I., D.; BALDI, G.; BEKHIT, A.
5 E. D. Causes and contributing factors to “dark cutting” meat: Current trends and future
6 directions: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v.16, n.3,
7 p.400-430, 2017. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12258>
- 8 ROBERTO, C. H. V., VILLELA, S. D. J., LEONEL, F. P., SILVA, L. D., BASTOS, P. H. F.,
9 MARTINS, P. G. M. A. Performance and economic evaluation of feedlot cattle fed sugarcane
10 tops. *Livestock Science*, 230, p.1-4, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.103827>
- 11 SILVESTRE, A.M., MILLEN, D.D. 2021. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices
12 provided by feedlot cattle consulting nutritionists. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.50, p.1-
13 25. <https://doi.org/10.37496/rbz5020200189>
- 14 VALERIANO, H. H. C., ÍTAVO, L. C. V., ÍTAVO, C. C. B. F., GOMES, M. N. B., DIAS, A.
15 M., DIFANTE, G. S., LONGHINI, V. Z., GURGEL, A. L. C., ARCANJO, A. H. M., SILVA,
16 M. G. P., SANTANA, J. C. S., & MOURA, J. R. F. Productive and economic performance of
17 feedlot young Nellore bulls fed whole oilseeds. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.52, p.1-10,
18 2023. <https://doi.org/10.37496/rbz5220220160>
- 19 WICKS, J.; BELINE, M.; GOMEZ, J. F. M.; LUZARDO, S.; SILVA, S. L.; GERRARD, D.
20 Muscle Energy Metabolism, Growth, and Meat Quality in Beef Cattle. *Agriculture*, v.9, n.9,
21 p.195, 2019. <https://doi.org/10.3390/agriculture9090195>.

1 **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

2 As culturas avaliadas no Capítulo 2 demonstram potencial produtivo e qualidade
3 satisfatória para produção de silagem.

4 O milho híbrido ADRf 6010 se destacou por apresentar maior produção de massa de
5 forragem no verão e valor nutritivo, como valor proteico, da silagem quando comparado com
6 os demais híbridos de milho no verão, o que o torna uma opção promissora para a produção
7 de forragem para ensilagem. O híbrido BAMH 210015 apresentou maior produção de massa de
8 forragem e valor nutritivo adequado na safra de inverno.

9 Uma observação importante foi que o híbrido BAMH 210076 apresentou tombamento
10 em parte das plantas, o que pode ter influenciado na menor produtividade apresentada em ambas
11 as safras.

12 As culturas do milho e do sorgo apresentaram menor produção de massa de forragem
13 tanto no verão quanto no inverno. A de se destacar que em função de período de déficit hídrico
14 e alta temperatura. O milho respondeu durante esses períodos sem perder produtividade e
15 qualidade. O sorgo apresentou baixa sanidade nas folhas e caule, ocorrendo tombamento em
16 parte das plantas; assim diminuindo sua produtividade.

17 No capítulo 3, verificou-se que todos os níveis de inclusão de silagem de milho na
18 base da MS da dieta de terminação de novilhas de corte proporcionaram desempenho produtivo
19 e margem líquida por animal. Recomenda-se o nível de 50% de inclusão de silagem de milho
20 ADRf 6010 com o volumoso na dieta visando melhores resultados quando comparado as
21 demais inclusões testadas.