

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

LUANA DUTRA SANDIM

**SUPLEMENTAÇÃO EM PASTO NO PERÍODO SECO: INFLUÊNCIA NO
CONSUMO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS CRUZADOS
ANGUS X NELORE**

CAMPO GRANDE – MATO GROSSO DO SUL

2025

LUANA DUTRA SANDIM

**SUPLEMENTAÇÃO EM PASTO NO PERÍODO SECO: INFLUÊNCIA NO
CONSUMO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS CRUZADOS
ANGUS X NELORE**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade Federal de
Mato Grosso do Sul, como parte das
exigências para obtenção do título de
bacharel em Zootecnia.

Orientador(a): Prof. Dr. Gelson dos
Santos Difante

Coorientador(a): Zoot. Msc. Lucas
Gonçalves Moraes

CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL

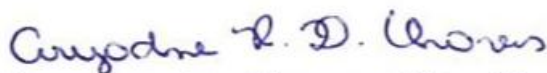
2025

LUANA DUTRA SANDIM

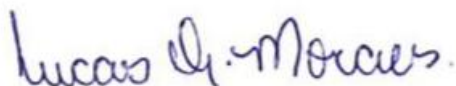
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 10 de julho de 2025, e aprovado pela Banca Examinadora:



Prof. Dr. Gelson dos Santos Difante
Presidente



Zoot. Msc. Aryadne Rhoana Dias Chaves
Membro da Banca



Zoot. Msc. Lucas Gonçalves Moraes
Membro da Banca

Dedico este trabalho aos meus pais, ao meu irmão e ao meu companheiro de vida, pelo amor incondicional, pelos ensinamentos e por sempre acreditarem no meu potencial.

E aos que caminharam comigo, mesmo nos momentos mais difíceis, oferecendo apoio, força e encorajamento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder força e sabedoria ao longo dessa jornada.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e ao curso de Zootecnia, pela formação de excelência e pelas oportunidades de aprendizado.

À Embrapa Gado de Corte, pela disponibilização da estrutura e suporte técnico essencial para a realização deste trabalho.

Aos meus orientadores e colaboradores do experimento, pelo suporte científico, paciência e ensinamentos.

Aos colegas e amigos de laboratório, pelas contribuições práticas, parcerias e convivência durante as análises.

À minha família, por todo apoio, incentivo e compreensão em todos os momentos dessa caminhada.

“A natureza não faz nada em vão.
Cada necessidade do animal é um reflexo
do ambiente que o molda.”
— Aristóteles

RESUMO

A suplementação em pasto durante a estação seca é uma estratégia fundamental para manter o desempenho produtivo de bovinos de corte, diante da redução na qualidade e disponibilidade da forragem. Objetivou-se avaliar os efeitos de níveis crescentes de suplementação proteico-energética (0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do peso vivo) sobre o consumo e comportamento ingestivo de bovinos cruzados em recria. O experimento foi realizado na Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande – MS, entre maio e outubro de 2024, em delineamento em blocos casualizados com três blocos e 48 novilhos Angus × Nelore, distribuídos em piquetes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Os animais foram suplementados uma vez ao dia e avaliados em dois dias consecutivos, durante 12 horas de observação diurna, com registros visuais a cada cinco minutos. Foram observadas as atividades de pastejo, ruminação, ócio, consumo de suplemento, ingestão de água e taxa de bocados. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão linear e quadrática ($p < 0,05$), utilizando o software SAS®. O aumento dos níveis de suplementação alterou significativamente o comportamento ingestivo dos animais, com redução no tempo de pastejo e aumento nos tempos de ruminação e ócio, além da redução na taxa de bocados. Conclui-se que a suplementação até 0,8% do peso vivo modifica o padrão de atividades alimentares de bovinos em recria, promovendo adaptações compatíveis com maior conforto e eficiência de ingestão durante o período seco.

Palavras-chave: cruzamento Angus × Nelore; eficiência alimentar; observação comportamental; pastejo; ruminação.

ABSTRACT

Pasture supplementation during the dry season is a key strategy to maintain the productive performance of beef cattle, due to the decline in forage quality and availability. This study aimed to evaluate the effects of increasing levels of protein-energy supplementation (0.2, 0.4, 0.6, and 0.8% of body weight) on the ingestive behavior of crossbred rearing cattle. The experiment was carried out at Embrapa Beef Cattle, in Campo Grande – MS, from May to October 2024, in a randomized block design with three blocks and 48 Angus × Nellore steers distributed in paddocks of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Animals were supplemented once daily and evaluated over two consecutive days, during 12 hours of daylight observation, with visual records every five minutes. The observed behavioral activities included grazing, rumination, idleness, supplement intake, water intake, and bite rate. Data were subjected to analysis of variance and linear and quadratic regression ($p < 0.05$) using SAS® software. Increasing supplementation levels significantly altered the animals' ingestive behavior, with a reduction in grazing time and an increase in rumination and idleness times, in addition to a reduction in bite rate. It is concluded that supplementation up to 0.8% of body weight modifies the feeding activity patterns of rearing cattle, promoting behavioral adaptations compatible with greater comfort and intake efficiency during the dry season.

Keywords: Angus × Nellore crossbreeding; feeding efficiency; grazing; ingestive behavior observation; rumination.

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO	9
2.0 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 SISTEMA DE PRODUÇÃO EM PASTO NO CERRADO BRASILEIRO.....	10
2.2 CARACTERÍSTICAS DO CAPIM-MARANDU.....	11
2.3 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE NOVILHOS EM RECREIA	12
2.4 ESTIMATIVA DE CONSUMO DE MATÉRIA SECA (CMS) EM BOVINOS.....	13
2.5 USO DE INDICADORES EXTERNOS NA ESTIMATIVA DE CONSUMO	14
2.6 DIÓXIDO DE TITÂNIO (TiO ₂) COMO INDICADOR EXTERNO	15
2.7 INTERAÇÕES ENTRE FORRAGEM, CONSUMO E DESEMPENHO ANIMAL.....	16
2.8 COMPORTAMENTO INGESTIVO.....	19
3.0 MATERIAIS E MÉTODOS	21
<i>Declaração de ética</i>	<i>21</i>
<i>Local do experimento</i>	<i>21</i>
<i>Delineamento experimental</i>	<i>21</i>
<i>Área experimental.....</i>	<i>22</i>
<i>Animais e suplementação.....</i>	<i>22</i>
<i>Consumo de suplemento</i>	<i>22</i>
<i>Avaliação do comportamento ingestivo.....</i>	<i>23</i>
<i>Análise estatística.....</i>	<i>23</i>
4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
<i>Comportamento Ingestivo.....</i>	<i>23</i>
<i>Consumo de Suplemento</i>	<i>26</i>
5.0 CONCLUSÃO.....	30
6.0 REFERÊNCIAS.....	31

1.0 INTRODUÇÃO

A produção de bovinos de corte em sistemas de pastagem no Brasil enfrenta grandes desafios relacionados à estacionalidade da produção forrageira, especialmente durante a estação seca, quando há expressiva redução na disponibilidade e qualidade da forragem (CARVALHO et al., 2024; BEZERRA et al., 2018). Essa limitação afeta diretamente o consumo voluntário dos animais e, consequentemente, seu desempenho produtivo, exigindo o uso de estratégias nutricionais complementares para manter os níveis de produtividade.

Dentre as alternativas disponíveis, a suplementação proteico-energética tem se mostrado eficaz para compensar as deficiências nutricionais da forragem, especialmente no Cerrado brasileiro, onde predominam gramíneas tropicais de valor nutritivo variável ao longo do ano (NEVES et al., 2018; GOMES et al., 2023). O fornecimento de suplementos balanceados permite melhorar a ingestão de nutrientes, aumentar a síntese de proteína microbiana no rúmen e manter a taxa de crescimento dos animais, mesmo em condições ambientais adversas (COSTA et al., 2024; DETMANN et al., 2012).

Além do desempenho zootécnico, o comportamento ingestivo dos bovinos também é influenciado pelas mudanças na qualidade da forragem e pela suplementação oferecida. Fatores como tempo de pastejo, ruminação e frequência de visitas ao cocho são ajustadas pelos animais em resposta ao valor nutritivo da dieta, refletindo sua adaptação às condições do ambiente (SILVA et al., 2020; DE PAULA et al., 2019). Assim, a análise comportamental torna-se uma ferramenta útil na avaliação da eficiência alimentar em sistemas de recria em pasto.

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de suplementação proteico-energética sobre o consumo e o comportamento ingestivo de bovinos cruzados Angus × Nelore durante a estação seca, em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. A hipótese é que níveis intermediários de suplementação promovam maior eficiência alimentar, com ajustes comportamentais positivos e manutenção do desempenho animal.

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistema de Produção em Pasto no Cerrado Brasileiro

O Cerrado brasileiro, que ocupa cerca de 25% do território nacional, é um dos principais biomas utilizados para a produção de bovinos de corte no Brasil. Sua vegetação predominante é composta por gramíneas tropicais perenes, adaptadas a solos ácidos e a períodos de estiagem. Entretanto, apesar da sua ampla utilização, o regime climático bimodal, com estações seca e chuvosa bem definidas, impõe grandes desafios ao sistema de produção, principalmente no que tange à manutenção da produtividade animal durante os meses mais secos (CARVALHO et al., 2024; BEZERRA et al., 2018).

Durante a estação seca, a produção de forragem é severamente afetada, tanto em volume quanto em valor nutritivo. Segundo Carvalho et al. (2024), essa redução ocorre em virtude do aumento da proporção de colmos e material morto, e da redução da razão folha/colmo, o que compromete a palatabilidade e o consumo voluntário da forragem pelos animais. Adicionalmente, observa-se uma queda no teor de proteína bruta e no conteúdo de energia metabolizável, resultando na necessidade de adoção de práticas suplementares para evitar perdas produtivas.

A suplementação proteica e/ou energética é uma das principais estratégias adotadas para minimizar os efeitos da estacionalidade da pastagem. Estudos como o de Neves et al. (2018) demonstram que níveis crescentes de suplementação durante a seca (até 0,5% do peso corporal) resultam em melhora significativa do ganho médio diário, mesmo com a redução do consumo de matéria seca da forragem. Isso evidencia que, embora o pastejo seja limitado pela baixa qualidade da pastagem, a adição de nutrientes estratégicos permite manter a produtividade.

Além da suplementação, a adoção de práticas como o diferimento de pastagem e o uso de espécies forrageiras adaptadas são fundamentais para a sustentabilidade do sistema. Hodgson (1990, p. 2) ressalta que a produtividade de um sistema de pastejo depende de três processos interrelacionados: a produção de forragem, a ingestão de forragem pelo animal e a eficiência com que a forragem ingerida é convertida em produto animal. Assim, conhecer a dinâmica solo–planta–animal e manejar adequadamente os recursos disponíveis são passos essenciais para o sucesso da produção de bovinos no Cerrado brasileiro (HODGSON, 1990).

2.2 Características do Capim-Marandu

O capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) é amplamente utilizado em sistemas de produção em pasto no Brasil, sobretudo no bioma Cerrado, devido à sua adaptabilidade a solos de média fertilidade e boa tolerância à seca. Essa cultivar possui alta capacidade de rebrota e produtividade sob manejo adequado, o que a torna uma das principais forrageiras tropicais em sistemas de recria e engorda de bovinos. No entanto, apesar dessas qualidades agronômicas, a qualidade nutricional da forragem sofre considerável redução durante o período seco, impactando negativamente o desempenho dos animais (EUCLIDES et al., 2009).

Durante o período seco, o capim-marandu apresenta queda acentuada nos teores de proteína bruta, digestibilidade da matéria seca e energia metabolizável. Segundo Carvalho et al. (2024), a composição do pasto ao longo da seca é marcada por aumento do material morto e colmo, o que diminui a proporção de folhas e compromete o consumo voluntário. A digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) e a taxa de passagem também são negativamente afetadas, reduzindo a eficiência de utilização da forragem disponível pelos ruminantes.

Estudos como os de Costa et al. (2021) e Codognoto et al. (2023) apontam que práticas como a adubação nitrogenada e o manejo de altura de entrada e saída podem minimizar os efeitos negativos do período seco sobre a qualidade do capim-marandu. O fornecimento de nitrogênio, por exemplo, tem efeito direto sobre a produção de folhas e sobre o teor de proteína bruta, o que pode prolongar a oferta de forragem de melhor qualidade ao longo do ano. Isso demonstra que, embora a estacionalidade seja um fator inevitável, estratégias de manejo podem atenuar seus efeitos.

Além disso, o conhecimento das características estruturais e morfogênicas do capim-marandu é essencial para definir estratégias de manejo que favoreçam o consumo e o desempenho animal. Segundo Bezerra et al. (2018), o sucesso na utilização dessa forrageira depende da combinação entre práticas de manejo que estimulem o crescimento de folhas, otimizem a relação folha/colmo e evitem acúmulo de material morto. Dessa forma, o capim-marandu pode manter seu potencial produtivo e atender de forma satisfatória às exigências dos animais durante todo o ano.

2.3 Exigências Nutricionais de Novilhos em Recria

Novilhos em fase de recria apresentam elevadas exigências nutricionais, especialmente quanto à proteína bruta e energia metabolizável. Durante esse período, o crescimento muscular, o desenvolvimento ósseo e a deposição de tecido magro demandam aporte adequado de nutrientes, que muitas vezes não é suprido pela forragem disponível no período seco. Segundo Neves et al. (2018), mesmo em pastagens de boa estrutura, a queda no valor nutritivo compromete a ingestão e a eficiência de utilização dos nutrientes, exigindo suplementação estratégica.

A suplementação estratégica é uma prática recomendada para compensar essas deficiências, garantindo manutenção e ganho de peso mesmo com a degradação qualitativa da forragem. Bezerra et al. (2018) destacam que, ao ofertar fontes de proteína não degradável e energia de rápida fermentação, é possível otimizar a síntese de proteína microbiana, elevando a digestibilidade da dieta total. Esse processo melhora a taxa de crescimento dos novilhos e reduz os efeitos adversos da estacionalidade sobre o sistema de produção.

Segundo Lima et al. (2012), a suplementação proteico-energética no início da estação seca melhora o aproveitamento da forragem tropical e mantém níveis adequados de consumo e desempenho, mesmo diante da queda no valor nutritivo da pastagem. Os autores observaram que novilhos Nelore suplementados com até 0,5% do peso vivo apresentaram maiores ganhos médios diários em relação ao controle, sem prejuízo à seletividade ou ingestão de forragem.

Carvalho et al. (2024) demonstraram que novilhos submetidos a suplementação proteica de 0,1% e 0,2% do peso corporal apresentaram aumento no consumo de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais, mesmo sem alterações significativas no consumo total de matéria seca. Isso evidencia que a suplementação atua de forma qualitativa na dieta, permitindo que o animal mantenha sua taxa de crescimento mesmo com forragens de menor valor nutricional. A suplementação de proteína também melhora a digestibilidade da fibra e a eficiência alimentar.

A escolha do nível e do tipo de suplemento a ser utilizado deve considerar fatores como o custo dos insumos, o tipo de pastagem, a fase fisiológica dos animais e os objetivos produtivos. Como observado por Costa et al. (2024), o uso de suplementos com ureia ou fontes de proteína verdadeira deve ser adaptado ao manejo da pastagem e à disponibilidade de forragem, para que não ocorram desequilíbrios nutricionais ou subaproveitamento dos recursos. Dessa forma, a suplementação

nutricional de novilhos em recria torna-se uma ferramenta eficaz e versátil no contexto dos sistemas de produção em pasto durante o período seco. Além disso, a inclusão de silagem de sorgo como suplemento volumoso durante a estação seca tem se mostrado eficaz, pois melhora a ingestão total de nutrientes e estabiliza o consumo, conforme evidenciado por experimentos conduzidos em sistemas de recria no Cerrado. Em Pereira et al. (2006), 24 bovinos castrados (36 meses; 435 kg) receberam dietas com 20–65 % de concentrado na matéria seca, mantendo estáveis o consumo de MS e nutrientes e alcançando ganho médio diário de 1,40 kg/dia, comprovando a eficácia da prática mesmo sob limitação forrageira (PEREIRA et al., 2006).

2.4 Estimativa de Consumo de Matéria Seca (CMS) em Bovinos

A estimativa do consumo de matéria seca (CMS) é uma variável fundamental em estudos de nutrição animal, pois está diretamente relacionada ao desempenho dos bovinos. O consumo de MS é influenciado por diversos fatores, incluindo características da forragem, tipo de suplemento utilizado, categoria animal, ambiente e manejo. Segundo Lopes et al. (2023), o consumo está relacionado com o valor nutritivo da dieta, a disponibilidade de forragem e a capacidade de ingestão dos animais, sendo um indicativo chave da eficiência do sistema.

Em condições de pastagem tropical durante a estação seca, a estimativa precisa do CMS torna-se ainda mais desafiadora. A forragem apresenta maior teor de fibra indigestível, o que compromete a taxa de passagem e, conseqüentemente, reduz o consumo voluntário. Estudos como o de Neves et al. (2018) indicam que, mesmo com suplementação proteica crescente, o consumo de MS da forragem tende a diminuir, indicando uma substituição parcial do pasto pelo suplemento. Ainda assim, o consumo total de nutrientes foi positivamente afetado.

Para contornar as dificuldades inerentes à estimativa direta do consumo, diversos métodos indiretos têm sido adotados, com destaque para o uso de marcadores externos. De acordo com Costa et al. (2024), esses marcadores permitem estimar a excreção fecal, a partir da qual se calcula o consumo, desde que a digestibilidade da dieta seja conhecida. O uso de indicadores é especialmente útil em sistemas a pasto, onde a coleta precisa de dados é dificultada pela natureza extensiva do manejo e pela variabilidade do ambiente.

A acurácia da estimativa do CMS também está condicionada à escolha do tipo e da dosagem do marcador utilizado. Lopes et al. (2023) reforçam que a variabilidade

individual dos animais e a forma de administração do marcador podem afetar os resultados. Portanto, para estudos confiáveis, é essencial o uso de técnicas padronizadas, que considerem os hábitos ingestivos dos animais e os fatores ambientais. Assim, a correta estimativa do CMS contribui para ajustes precisos nas dietas e maior eficiência do uso de suplementos. Resultados de Lamperuch et al. (2021) reforçam essa perspectiva ao demonstrar que o consumo de matéria seca por novilhos suplementados em pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foi positivamente correlacionado à proporção de material verde, à taxa de bocados e ao tempo de pastejo, sendo influenciado pelo nível de suplementação utilizado durante o período seco.

2.5 Uso de Indicadores Externos na Estimativa de Consumo

A estimativa do consumo de matéria seca (CMS) em sistemas de pastejo é dificultada pela impossibilidade de mensurar diretamente a quantidade de forragem ingerida pelos animais. Nesse contexto, o uso de marcadores externos tem sido amplamente empregado como alternativa prática e confiável. Tais marcadores são substâncias que passam pelo trato digestivo sem serem absorvidas, permitindo estimar a excreção fecal e, a partir disso, calcular o consumo. De acordo com Detmann et al. (2012), os marcadores possibilitam maior precisão na mensuração indireta do consumo em ambientes onde a coleta direta é inviável.

Entre os indicadores externos mais utilizados estão o óxido crômico (Cr_2O_3), o dióxido de titânio (TiO_2) e o lignossulfonato de cálcio. O Cr_2O_3 foi um dos primeiros marcadores aplicados em estudos com ruminantes, sendo bastante empregado por sua facilidade de análise e estabilidade. No entanto, ele possui desvantagens como baixa uniformidade de excreção e potencial toxicidade ambiental. Por isso, pesquisas recentes têm explorado outros compostos como o TiO_2 , que apresenta menor toxicidade e alta recuperação fecal, como evidenciado por Pancoti et al. (2012).

O uso de indicadores também requer cuidados metodológicos quanto à forma de dosagem, período de adaptação e coleta de amostras fecais. Segundo Lopes et al. (2023), a consistência na administração do marcador e a representatividade das amostras coletadas são fatores determinantes para a confiabilidade dos resultados. Além disso, é fundamental conhecer a digestibilidade da dieta total, pois o marcador apenas estima a excreção fecal, e não o consumo diretamente. Dessa forma, os dados

obtidos precisam ser interpretados com cautela e em conjunto com outras variáveis do desempenho animal.

Apesar das limitações, os marcadores externos continuam sendo ferramentas valiosas para estudos em sistemas em pasto, especialmente em pesquisas de suplementação nutricional. Como ressaltado por Costa et al. (2024), os indicadores possibilitam quantificar o impacto de diferentes estratégias alimentares sobre a ingestão e a digestibilidade dos nutrientes. Assim, eles contribuem para a formulação de dietas mais eficientes, promovendo melhor desempenho animal e maior sustentabilidade do sistema de produção.

2.6 Dióxido de Titânio (TiO₂) como Indicador Externo

O dióxido de titânio (TiO₂) tem sido amplamente utilizado como marcador externo em experimentos com ruminantes, especialmente para estimar a excreção fecal e, conseqüentemente, o consumo de matéria seca em sistemas de pastejo. Sua popularidade decorre de características vantajosas como baixa toxicidade, ausência de sabor e odor, facilidade de administração e elevada recuperação fecal. De acordo com Pancoti et al. (2012), o TiO₂ apresenta recuperação média acima de 95%, o que garante maior precisão e confiabilidade nas estimativas de consumo.

Monteiro et al. (2015) ressaltaram que o TiO₂ pode ser utilizado em diferentes sistemas alimentares, como confinamento e pastagem, mantendo sua eficiência como marcador. Em seu estudo, os autores observaram que os valores estimados de excreção fecal com TiO₂ foram equivalentes aos obtidos com o óxido crômico, validando sua aplicação em diferentes condições experimentais. Além disso, os procedimentos laboratoriais para a análise do TiO₂ são relativamente simples e seguros, contribuindo para a aceitação do método por diversos laboratórios de nutrição animal.

Estudos mais recentes, como o de Caramalac et al. (2024), reforçam a robustez do TiO₂ em comparação a outros marcadores. Ao comparar o TiO₂ ao caulim, outro marcador externo, os autores constataram que o TiO₂ apresentou maior acurácia na estimativa da excreção fecal de bovinos em pasto. Essa superioridade se deve à maior uniformidade na excreção, além de menor interferência de fatores ambientais e individuais dos animais. Assim, o TiO₂ tem sido considerado uma ferramenta confiável, especialmente em pesquisas realizadas sob condições de campo.

A Tabela 1 apresenta resultados de diferentes estudos que utilizaram marcadores externos para estimar o consumo de matéria seca em bovinos sob pastejo. Observa-se que o TiO_2 tem sido amplamente utilizado devido à sua maior acurácia e recuperação fecal, conforme evidenciado por Caramalac et al. (2024), quando comparado ao caulim. Já Monteiro et al. (2015) demonstraram equivalência entre TiO_2 e Cr_2O_3 , corroborando sua eficácia. Esses dados sustentam a adoção do TiO_2 como marcador preferencial em estudos de consumo em pastagens tropicais.

Tabela 1. Estimativa do consumo de matéria seca (% do peso vivo) em bovinos, utilizando diferentes marcadores externos, em sistemas de pastejo.

Autor	Categoria Animal	Marcador Utilizado	CMS (%PV)	Observações
Monteiro et al. (2015)	Bovinos Nelore	TiO_2	2,10	Semelhante ao Cr_2O_3
Caramalac et al. (2024)	Novilhos	TiO_2 vs. Caulim	2,30	TiO_2 apresentou maior acurácia
Lopes et al. (2023)	Nelore cruzado	TiO_2	2,25	Dieta com suplemento proteico
Marcondes (2007)	Bovinos Nelore	Cr_2O_3 vs. TiO_2	2,15	Resultados estatisticamente similares

CMS: Consumo de Matéria Seca; PV: Peso Vivo; TiO_2 : Dióxido de Titânio; Cr_2O_3 : Óxido Crômico.

Além de sua eficácia técnica, o TiO_2 também se destaca pela viabilidade econômica em experimentos de campo. Conforme descrito por Costa et al. (2024), o custo do marcador, aliado à simplicidade de uso e à segurança para o manipulador, torna o TiO_2 uma excelente escolha para avaliações nutricionais em larga escala. Por esses motivos, o TiO_2 tem sido cada vez mais adotado em pesquisas zootécnicas e representa uma alternativa viável aos métodos tradicionais de estimativa de consumo e digestibilidade em ruminantes.

2.7 Interações entre Forragem, Consumo e Desempenho Animal

A relação entre a qualidade da forragem e o desempenho animal é direta e decisiva nos sistemas de produção em pasto. Durante o período seco, a queda no valor nutritivo da forragem devido à lignificação, ao aumento do teor de fibra e à redução da digestibilidade compromete a ingestão e o aproveitamento dos nutrientes pelos bovinos. Conforme relatado por Neves et al. (2018), a maior proporção de material senescente limita o consumo voluntário e afeta negativamente o ganho médio diário, evidenciando a influência da sazonalidade sobre o desempenho zootécnico.

O comportamento ingestivo dos animais também sofre alterações frente às mudanças na disponibilidade e na qualidade da forragem. Costa et al. (2021) observaram que bovinos em pastagens com baixa proporção de folhas verdes tendem a aumentar o tempo de pastejo, reduzindo o tempo de ruminação e ócio, numa tentativa de compensar a baixa oferta de nutrientes. Essa adaptação, no entanto, nem sempre é suficiente para manter o desempenho desejado, especialmente em sistemas sem suplementação adequada. O balanço entre tempo de pastejo, estrutura da planta e composição da forragem é essencial para garantir boa ingestão de nutrientes.

Outro ponto relevante é que a estrutura do dossel forrageiro influencia diretamente o padrão de colheita e a taxa de ingestão. Codognoto et al. (2023) demonstraram que o acúmulo de colmo e material morto reduz a taxa de bocados e aumenta o esforço de pastejo, o que pode elevar o gasto energético sem aumento proporcional no consumo de nutrientes. Portanto, o manejo da pastagem, visando à manutenção de uma estrutura adequada, é fundamental para favorecer o consumo eficiente e maximizar o desempenho animal. Esse fator é ainda mais crítico em regiões de clima sazonal, como o Cerrado brasileiro.

A suplementação estratégica surge como aliada importante nessas condições, promovendo ajustes no consumo total e compensando a menor qualidade da forragem. Estudos como os de Bezerra et al. (2018) e Carvalho et al. (2024) evidenciam que o fornecimento de fontes proteicas e energéticas, aliado a uma pastagem bem manejada, melhora a digestibilidade da dieta total e sustenta o ganho de peso mesmo no período seco. Essas interações reforçam a importância do entendimento sistêmico entre planta, animal e ambiente, permitindo que o produtor adote estratégias mais eficientes de manejo e alimentação.

A resposta produtiva dos bovinos à suplementação durante o período seco está diretamente relacionada ao tipo de suplemento, ao nível fornecido e à condição da pastagem. Esses efeitos são ilustrados na Tabela 2, que apresenta os ganhos médios diários observados em diferentes categorias animais, submetidas a estratégias de suplementação em pastagens tropicais, com destaque para a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo e diferimento.

Tabela 2 – Ganho médio diário (GMD) de bovinos em pastagem durante o período seco, conforme categoria animal, tipo e nível de suplementação e tipo de forrageira utilizada.

Autor	Categoria Animal	Tipo de Suplemento	Nível (% PV)	GMD (kg/dia)	Forrageira
Bezerra et al. (2018)	Bovinos zebuínos	Sal proteinado	0,2	0,438	<i>B. brizantha</i> cv. Marandu
Lamperuch et al. (2021)	Cruzados Angus × Nelore	Suplemento múltiplo	0,6	0,695	<i>B. brizantha</i> cv. Marandu
Carvalho et al. (2024)	Novilhos mestiços	Suplemento proteico	0,4	0,517	Pastagem diferida <i>B. brizantha</i> cv. Marandu

GMD: Ganho Médio Diário; PV: Peso Vivo.

Estudos recentes apontam que o uso de fontes de nitrogênio não proteico, como a ureia, proporciona respostas positivas ao desempenho e comportamento ingestivo dos animais, melhorando a eficiência de pastejo e promovendo incrementos no ganho de peso, mesmo em pastagens com baixa qualidade estrutural. Em Santos et al. (2015), 30 novilhas Nelore em pastejo de *Brachiaria decumbens* receberam suplementação de 300 g/dia de ureia durante o período seco, resultando em aumento na ingestão de matéria seca, indicando ganho médio diário superior em 0,18 kg/dia, comprovando a eficácia da prática sob restrição forrageira (SANTOS et al., 2015).

O estudo de Picanço et al. (2024) com inclusão de DDG mostrou que suplementos com esse coproduto proporcionaram maior consumo de proteína bruta, associando-se a aumentos significativos na digestibilidade da matéria orgânica e da FDN, além de reduzir a produção de metano entérico, o que aponta ganhos não apenas produtivos, mas também ambientais. Tais resultados sustentam a viabilidade do DDG como suplemento na estação seca, desde que o nível de inclusão não ultrapasse 200 g/kg de MS.

Segundo Silva et al. (2009), a suplementação com níveis até 0,3% do peso corporal permite ganhos de desempenho sem comprometer o consumo de forragem. Já em níveis acima de 0,8%, a substituição do pasto pelo suplemento pode limitar a eficiência ruminal, sendo recomendado o fracionamento da suplementação para mitigar esse efeito.

De acordo com Bittencourt et al. (2023), a suplementação proteico-energética de curta duração (45 dias) durante a estação seca foi suficiente para aumentar o consumo de forragem, a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho dos bovinos de corte, mesmo quando oferecida por período reduzido. Esses resultados indicam que estratégias nutricionais pontuais, se bem planejadas, podem proporcionar benefícios produtivos relevantes em sistemas de recria e terminação em pasto.

2.8 Comportamento Ingestivo

O comportamento ingestivo é um dos principais indicadores do modo como bovinos adaptam sua estratégia de colheita de forragem frente às variações na oferta e qualidade dos alimentos em sistemas de pastejo. Em ambientes tropicais, onde a sazonalidade impõe limitações à disponibilidade de nutrientes, o fornecimento de suplementos energéticos ou proteicos modifica significativamente a dinâmica do pastejo e da ruminação. Estudos indicam que, com a inclusão de concentrados na dieta, o tempo de pastejo tende a diminuir, sobretudo nas horas mais quentes do dia, permitindo maior conforto térmico e eficiência no uso do tempo (SILVA et al., 2020; DE PAULA et al., 2019).

A magnitude das alterações no comportamento ingestivo depende do nível de suplementação e da fase do ciclo produtivo da pastagem. Bovinos submetidos a maiores níveis de suplemento reduziram a frequência de bocados e o tempo de pastejo durante a manhã, enquanto aumentaram a taxa de bocados por minuto, ajustando seu padrão ingestivo para compensar a menor necessidade de ingestão de forragem volumosa (SILVA et al., 2020). De forma semelhante, animais avaliados em capim Coast-cross mantiveram a taxa de bocados ao longo do dia, mas alteraram o tempo total de pastejo e ruminação conforme a categoria animal, o que evidencia que características fisiológicas também interferem no comportamento alimentar (ZANINE et al., 2007).

Segundo Santos et al. (2022), diferentes níveis de energia no suplemento alteram o comportamento ingestivo de fêmeas em recria, com reflexo direto no tempo de pastejo, ruminação e consumo. Suplementos com maior teor energético promoveram menor tempo de pastejo e maior ganho de peso, sugerindo efeito substitutivo, enquanto suplementos com menor energia mantiveram comportamento mais semelhante ao controle, priorizando o uso da forragem.

As respostas comportamentais à suplementação variam ainda conforme a composição do suplemento e o histórico nutricional dos animais. Quando submetidos a planos nutricionais contínuos, bovinos jovens apresentaram menor tempo de pastejo e consumo reduzido de forragem nos tratamentos com níveis médios e altos de suplemento, refletindo a substituição parcial do volumoso pelo concentrado (DE PAULA et al., 2019). Embora a ingestão total de matéria seca se mantenha, a proporção entre forragem e suplemento se altera, influenciando o comportamento ingestivo e, conseqüentemente, o desempenho.

O fornecimento de suplemento proteico-energético com adequação ao nível nutricional da forragem permite manter o comportamento ingestivo compatível com altas taxas de desempenho. Isso reforça a necessidade de estratégias que considerem não apenas os nutrientes ofertados, mas também sua interação com a estrutura e a qualidade da pastagem (GURGEL et al., 2018; SANTOS et al., 2022).

A suplementação também pode influenciar o comportamento ingestivo, promovendo ajustes fisiológicos e mecânicos na busca por maior eficiência alimentar. Nesse sentido, Bittencourt et al. (2023) relataram que bovinos submetidos à suplementação proteico-energética durante a estação seca apresentaram maior tempo de ruminação e maior eficiência alimentar quando comparados ao grupo controle. Tal resposta sugere que a disponibilidade de nutrientes limitantes na dieta estimula uma adaptação positiva no padrão comportamental dos animais, favorecendo o aproveitamento da dieta total.

Fatores como sexo, eficiência alimentar e características individuais também influenciam a forma como os bovinos se comportam durante o pastejo. Em avaliação com bovinos Caracu, machos apresentaram maior tempo dedicado à alimentação, maior ingestão de matéria seca e maior ganho médio diário quando comparados às fêmeas. Adicionalmente, animais com melhor eficiência alimentar (menor RFI) apresentaram menor frequência de visitas ao cocho, enquanto aqueles com maior eficiência hídrica (menor RWI) consumiram mais água e utilizaram mais bebedouros, sugerindo padrões comportamentais consistentes com maior desempenho e bem-estar em ambientes de pastagem (PIRES et al., 2022).

A relação entre o comportamento ingestivo e a estrutura do pasto também foi demonstrada em estudos com pastagens de sorgo, onde as alterações fenológicas do dossel vegetal afetaram diretamente o número de bocados por estação alimentar e a taxa de ingestão. A redução da emissão de folhas ao longo do tempo levou a menor

tempo de pastejo e aumento do tempo de ócio, ainda que os animais mantivessem ganho de peso satisfatório, em virtude da suplementação com concentrado (SILVA et al., 2020).

Portanto, a análise do comportamento ingestivo fornece informações essenciais para ajustar estratégias nutricionais em sistemas de produção em pasto. A interação entre categoria animal, nível de suplementação, estrutura da pastagem e condições ambientais determina padrões distintos de ingestão e aproveitamento dos recursos disponíveis. Compreender essas interações permite a formulação de programas de suplementação mais eficientes, que respeitam a fisiologia dos animais e promovem melhor desempenho produtivo em condições tropicais (ZANINE et al., 2007; DE PAULA et al., 2019; SILVA et al., 2020; PIRES et al., 2022).

3.0 MATERIAIS E MÉTODOS

Declaração de ética

Todos os procedimentos envolvendo animais seguiram as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Embrapa Gado de Corte (Protocolo nº 002/2019 TA2).

Local do experimento

O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, localizada em Campo Grande - MS, entre os meses de maio e outubro de 2024. A região apresenta clima tropical de savana (Aw), com estação seca bem definida entre maio e setembro, segundo a classificação de Köppen. A precipitação e as temperaturas foram monitoradas diariamente por estação meteorológica local.

Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso, com quatro níveis crescentes de suplementação proteico-energética (0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do peso vivo), considerados como variável quantitativa. Os dados foram submetidos à análise de regressão, ajustando-se modelos linear e quadrático, com o objetivo de avaliar o efeito dos níveis de suplementação sobre o consumo e o comportamento ingestivo dos bovinos.

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \gamma_1 x_j + \gamma_2 x_j^2 + \varepsilon_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} representa o valor observado da variável resposta (como consumo ou variável comportamental) no bloco i e nível de suplementação x_j ;

μ é a média geral;

β_i é o efeito do bloco;

γ_1 e γ_2 são os coeficientes de regressão linear e quadrática, respectivamente;

x_j é o nível de suplementação proteico-energética (% do peso vivo);

ε_{ij} é o erro aleatório, assumido como independente, com distribuição normal de média zero e variância constante ($\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$).

Área experimental

A área experimental total de 13,7 ha foi dividida em três blocos, cada um subdividido em quatro módulos de 1,14 ha, os quais continham seis piquetes de 0,19 ha. Os piquetes foram manejados sob sistema de lotação contínua com taxa de lotação variável.

Animais e suplementação

Foram utilizados 48 bovinos machos inteiros, cruzados Angus × Nelore, com peso vivo médio inicial de 250 kg. Os animais foram distribuídos em lotes homogêneos com quatro animais por piquete. Todos tiveram acesso contínuo à água e foram tratados profilaticamente contra parasitas externos conforme necessidade.

A suplementação foi fornecida diariamente às 8h, com os níveis ajustados a cada pesagem, de acordo com a média do peso vivo por lote. O suplemento era composto por milho grão moído (70,6%), soja grão moído (17,6%), ureia pecuária (6,1%) e sal mineral (5,7%).

Consumo de suplemento

O consumo médio de suplemento foi estimado com base nos níveis de suplementação adotados (0,2 a 0,8% do peso vivo), calculado pela média ponderada dos pesos vivo inicial (PVI) e final (PVF), conforme a equação:

$$CM = [(PVI \times \%Sup) + (PVF \times \%Sup)] \div 2$$

Onde:

CM = consumo médio de suplemento (kg/animal),

PVI = peso vivo inicial,

PVF = peso vivo final,

%Sup = percentual de suplementação em relação ao peso vivo.

Avaliação do comportamento ingestivo

Para a avaliação do comportamento ingestivo, os animais foram identificados individualmente por meio da marcação com pincel atóxico, numerando-se de 1 a 4 os indivíduos de cada piquete. A marcação foi precedida pela caracterização visual dos animais, levando em consideração diferenças naturais, como padrão de pelagem e ausência de chifres, o que permitiu a correta associação de cada número a um animal específico.

As observações foram realizadas ao longo de dois dias consecutivos, durante um período de 12 horas diurnas por dia. As avaliações foram conduzidas com o auxílio de binóculos, permitindo o monitoramento à distância, de forma a minimizar interferências no comportamento natural dos animais causadas pela presença humana.

Foram registradas as seguintes variáveis comportamentais: tempo de pastejo, tempo de ruminação, tempo de ócio, tempo de consumo de suplemento, tempo destinado à ingestão de água e taxa de bocados por minuto. O uso de observadores previamente treinados e a aplicação de protocolos padronizados garantiram a consistência e a confiabilidade dos dados coletados.

Análise estatística

Os dados de consumo e comportamento ingestivo foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e regressão linear, utilizando o software SAS®. O efeito dos níveis de suplementação foi considerado significativo quando $p < 0,05$.

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comportamento Ingestivo

Os diferentes níveis de suplementação proteico-energética influenciaram significativamente o comportamento ingestivo dos bovinos, com predominância de respostas quadráticas (Tabela 3). O tempo de pastejo apresentou efeito quadrático altamente significativo ($p < 0,0001$), com redução até o ponto mínimo estimado de 0,54% do peso vivo, seguido de aumento no nível de 0,8%. Isso indica que a

suplementação em níveis intermediários reduziu a necessidade de colheita de forragem, possivelmente por suprir mais eficientemente as exigências nutricionais dos animais. Contudo, em níveis mais altos, a maior oferta de suplemento pode ter ocasionado maior tempo em pastejo como comportamento compensatório. Esses achados corroboram os resultados de Silva et al. (2020), que observaram que animais suplementados com 1,2% do PV apresentaram menor tempo de pastejo em relação àqueles com 0,8%, sugerindo que a maior ingestão de concentrado pode reduzir o tempo dedicado à procura por alimento no pasto.

O tempo de ócio também foi influenciado de forma quadrática ($p < 0,0001$), com pico estimado em 0,50% do PV, refletindo maior saciedade em níveis intermediários de suplementação. Essa elevação do ócio pode ser explicada pela menor exigência de atividades ingestivas em função da melhor oferta nutricional, como também discutido por Silva et al. (2020), que relataram aumento no tempo de ócio quando o tempo de pastejo e ruminação era reduzido. Esse tipo de redistribuição das atividades é comum e sugere adaptação comportamental frente ao maior conforto metabólico dos animais.

Em relação ao tempo de ruminação, não se observaram efeitos significativos ($p > 0,05$), embora houvesse uma tendência de aumento com os níveis de suplementação. Esse comportamento está de acordo com Pires et al. (2022), que destacaram que animais com maior eficiência alimentar (menor RFI) mantêm padrões de ruminação mais constantes, mesmo quando submetidos a dietas diferenciadas, devido a sua maior estabilidade comportamental.

A taxa de bocados por minuto apresentou efeito quadrático significativo ($p < 0,0001$), com ponto máximo em torno de 0,46% do PV. Esse padrão indica maior eficiência na colheita da forragem em níveis intermediários de suplementação, o que pode refletir melhor sincronia entre motivação alimentar e disponibilidade nutricional. Resultados semelhantes foram descritos por Silva et al. (2020), que observaram aumento na taxa de bocados entre os períodos experimentais com fornecimento de suplemento, variando de 25,4 a 31,4 bocados/minuto, associado à estrutura do dossel e ao nível de suplemento oferecido.

Tabela 3. Médias ajustadas, erro padrão da média (EPM), significância estatística dos efeitos linear e quadrático, coeficiente de determinação (R^2) e equações de regressão para variáveis de comportamento ingestivo de bovinos suplementados em pastejo durante a estação seca.

Variável	Nível de suplementação (%PV)				EPM	p (Linear)	p (Quadrático)	ER
	0,2%	0,4%	0,6%	0,8%				
Tempo de pastejo ¹ (horas)	8,76	7,00	7,35	7,91	0,20	<0,0001	<0,0001	¹ Y = 11,13 – 15,33·SUP + 14,29·SUP ² R ² = 0,41
Tempo de Ruminação (horas)	0,78	1,17	0,91	0,96	0,12	0,0595	0,0631	Y = 0,955
Tempo de ócio ² (horas)	1,97	3,23	2,74	2,2	0,20	<0,0001	<0,0001	² Y = 0,32 + 11,06·SUP – 11,00·SUP ² R ² =0,53
Tempo de Água ³ (horas)	0,22	0,1	0,13	0,14	0,03	<0,0001	0,0002	³ Y = 0,36 – 0,90·SUP + 0,80·SUP ² R ² = 0,38
Tempo de Suplementação ⁴ (horas)	0,42	0,61	0,85	0,79	0,03	<0,0001	0,0006	⁴ Y = 0,00 + 2,29·SUP – 1,62·SUP ² R ² = 0,47
Taxa de bocados (bocados/min) ⁵	27,98	28,51	33,68	22,67	0,875	<0,0001	0,0001	⁵ Y= 16,47 + 66,75·X - 72,12·X ² R ² =0,64

ER: equação de regressão quadrática com coeficiente de determinação (R^2); EPM: erro padrão da média; p: valor de significância estatística dos efeitos linear e quadrático do nível de suplementação sobre as variáveis avaliadas; SUP: nível de suplementação (%PV).

O tempo de permanência no bebedouro também apresentou resposta quadrática ($p = 0,0002$), com ponto mínimo estimado em 0,56% do PV. Essa redução pode estar associada à menor ingestão de fibra dos animais suplementados, o que diminui a necessidade de água para digestão e ruminação. Esse padrão foi descrito por Pires et al. (2022), que demonstraram que animais com maior eficiência hídrica (menor RWI) visitam menos bebedouros e permanecem menos tempo consumindo água.

Quanto ao tempo de permanência no cocho com suplemento, observou-se um aumento até o ponto máximo de 0,71% do PV ($p = 0,0006$), seguido por leve redução no nível de 0,8%. Esse comportamento pode estar relacionado à maior atratividade e tempo necessário para ingestão do suplemento nos níveis intermediários, além de possível saciedade nos níveis mais altos. Garcia et al. (2020) também relataram esse tipo de resposta, indicando que o tempo no cocho pode ser influenciado tanto pela quantidade ofertada quanto pela adaptação dos animais à rotina alimentar.

De forma geral, os resultados demonstram que o comportamento ingestivo dos bovinos se ajustou de forma não linear aos níveis crescentes de suplementação, com respostas otimizadas em níveis intermediários (0,4 a 0,6% do PV). Tais ajustes refletem estratégias fisiológicas e comportamentais de eficiência alimentar, e reforçam a importância do monitoramento do comportamento ingestivo como ferramenta prática na formulação de manejos nutricionais mais eficientes em sistemas de produção a pasto, especialmente durante a estação seca, quando a disponibilidade e qualidade da forragem são limitadas.

Consumo de Suplemento

Embora os dados do presente estudo, conduzido em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob lotação contínua, tenham revelado apenas uma tendência de melhora no desempenho com o avanço da suplementação, sem significância estatística (Tabela 4), é importante destacar que outros autores observaram efeitos contrastantes conforme o tipo de suplemento utilizado. Martins et al. (2019), ao avaliarem novilhas Nelore em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante a transição águas-seca (março a junho), verificaram maior ganho de peso nas fêmeas suplementadas com mistura mineral proteica (0,02% do PV) em comparação àquelas que receberam suplemento proteico-energético (0,08% do PV).

A diferença nos resultados evidencia que a composição do suplemento influencia diretamente o desempenho animal, sendo fundamental o adequado balanceamento entre proteína e energia, especialmente em sistemas com forragem de valor nutritivo limitado. No entanto, o teste de comparação de médias indicou diferença significativa entre tratamentos, sugerindo que a resposta à suplementação não seguiu um padrão contínuo previsível, mas sim um comportamento pontual ou irregular, em que determinados níveis promoveram maior ganho em relação a outros, sem configuração de uma curva estatisticamente ajustável. Este resultado destaca a complexidade das interações entre oferta nutricional e resposta animal exige cautela na interpretação isolada de modelos de regressão.

A ausência de ajuste estatístico por regressão linear ou quadrática entre os níveis de suplementação e o peso final, observada no presente estudo, contrasta com os resultados relatados por Mateus et al. (2011), os quais verificaram efeito quadrático significativo da suplementação sobre o peso final de novilhos da raça Nelore mantidos em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu diferida durante a estação seca. Nesse estudo, o ponto de máximo desempenho foi estimado em 0,60% do peso corporal.

Tabela 4. Médias ajustadas, erro padrão da média (EPM), significância estatística dos efeitos linear e quadrático, coeficiente de determinação (R^2) e equação de regressão para variáveis de desempenho produtivo e consumo de suplemento de bovinos cruzados Angus × Nelore em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante a estação seca.

Variáveis	Nível de suplementação (%PV)				EPM	p (Linear)	p (Quadrático)	ER
	0,2%	0,4%	0,6%	0,8%				
Peso inicial, (Kg).	250,04	249,79	249,54	249,50	2,642	0,9729	0,9557	Y = 249,72
Peso final, (Kg) ¹ .	301,67	328,83	324,50	350,75	7,731	0,2554	0,9311	Y= 326,44
Consumo médio de suplemento (Kg/dia/animal)	0,55	1,16	1,72	2,40	0,022	<0,0001	0,0742	Y=0,01646 + 2,6240*Sup R ² =0,98

ER: equação de regressão linear ou quadrática com coeficiente de determinação (R^2); EPM: erro padrão da média; Sup.: nível de suplementação (% do peso vivo).

A ausência de padrão ajustável neste experimento, mesmo sob condições semelhantes quanto à época do ano e tipo de forragem, pode estar relacionada a fatores como o grupo genético dos animais (cruzados Angus × Nelore), a variabilidade individual na eficiência de utilização do suplemento ou diferenças na composição nutricional da dieta, evidenciando que a resposta produtiva à suplementação é multifatorial e dependente do contexto zootécnico.

Do mesmo modo, a ausência de efeito estatístico da suplementação sobre o peso final observada neste experimento encontra respaldo nos resultados de Silva et al. (2019), os quais avaliaram novilhas Nelore mantidas em pastagem de *Brachiaria decumbens* diferida entre os meses de junho e novembro, também submetidas à suplementação proteico-energética. Nesse estudo, não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos, indicando que, em determinadas condições, a suplementação pode atuar mais na manutenção do desempenho do que na promoção de ganhos adicionais expressivos.

Apesar da diferença no tipo de pastagem utilizada, os resultados corroboram a hipótese de que a resposta ao suplemento está condicionada não apenas à quantidade fornecida, mas também à qualidade da forragem disponível e ao nível nutricional basal da dieta. No presente estudo, os níveis crescentes de suplementação proteico-energética não promoveram diferenças significativas no peso final dos bovinos cruzados Angus × Nelore, conforme identificado pela análise de regressão, que não detectou efeitos lineares ou quadráticos ($p > 0,05$).

Com relação ao consumo médio de suplemento, foi observada resposta linear altamente significativa ($p < 0,0001$), com elevação proporcional à oferta, conforme preconizado pelo fornecimento com base percentual sobre o peso vivo. O coeficiente de determinação elevado ($R^2 = 0,98$) indica que a maior parte da variação no consumo foi explicada pelo nível de suplementação. Resultados semelhantes foram reportados por Mateus et al. (2011) e Martins et al. (2019), que também observaram incremento no consumo proporcional ao aumento da oferta em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. No estudo de Mateus et al. (2011), o fornecimento de até 0,75% do peso corporal resultou em maior ingestão de nutrientes e digestibilidade, sugerindo que animais bem adaptados aproveitam eficientemente o suplemento quando este é adequadamente fornecido.

Embora os resultados do presente estudo não tenham revelado diferenças estatísticas no peso final entre os tratamentos, a elevação consistente no consumo de

suplemento, associada à tendência de aumento do desempenho, reforça a relevância da suplementação como ferramenta estratégica em sistemas de recria a pasto durante a estação seca. Os dados obtidos indicam que níveis entre 0,4% e 0,6% do peso vivo podem representar uma faixa eficiente de suplementação em pastagens de *Brachiaria*, especialmente quando se busca equilíbrio entre desempenho produtivo e viabilidade econômica.

5.0 CONCLUSÃO

A suplementação proteico-energética durante a estação seca influenciou o comportamento ingestivo de bovinos cruzados Angus × Nelore em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Níveis intermediários de suplementação (0,4 a 0,6% do peso vivo) promoveram ajustes positivos no tempo de pastejo, ócio e taxa de bocados, indicando melhor eficiência alimentar. Desta forma, conclui-se que a suplementação entre 0,4 e 0,6% do peso vivo é suficiente para ajustar o comportamento ingestivo e manter o desempenho de bovinos em recria em pasto durante o período seco.

6.0 REFERÊNCIAS

- BEZERRA, F. L. et al. Manejo de pastagens e suplementação de bovinos no período seco. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 47, n. 2, p. 1–10, 2018.
- BITTENCOURT, T. C. et al. Short-term protein-energy supplementation improves intake, digestibility, and performance of beef cattle in tropical pasture during the dry season. *Livestock Science*, v. 270, p. 105235, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2023.105235>.
- CARAMALAC, L. S. et al. Caulim como marcador externo de excreção fecal de bovinos em pastejo. *Archivos de Zootecnia, Córdoba*, v. 73, n. 284, p. 1–10, 2024.
- CODOGNATO, R. et al. Estrutura do dossel forrageiro e comportamento ingestivo de bovinos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 24, n. 1, p. 112–122, 2023.
- COSTA, D. A. da et al. Marcadores externos para estimativa de consumo por vacas leiteiras em confinamento. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 25, e77289, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v25e-77289>.
- COSTA, L. R. A. et al. Estrutura e qualidade da forragem em pastagens tropicais no período seco. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 50, e20210012, 2021.
- COSTA, L. R. A. et al. Uso de indicadores externos para estimativa de consumo de bovinos a pasto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 54, p. e73191, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632024v5473191>.
- DE PAULA, N. F. et al. Effects of supplementation plan on intake, digestibility, eating behavior, growth performance, and carcass characteristics of grazing beef cattle. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 40, n. 6 Suppl. 2, p. 3233–3248, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl2p3233>.
- FIGUEIREDO, M. P. et al. Protein and energy supplementation in tropical grasslands during the dry season: impacts on beef cattle performance. *Tropical Animal Health and Production*, v. 53, p. 1–9, 2021.
- GARCIA, J. A. S. et al. Suplementação proteico-energética de bovinos de corte durante a seca: efeitos sobre o comportamento ingestivo e desempenho. *Boletim de Indústria Animal*, Nova Odessa, v. 77, p. 1–11, 2020. Disponível em: <https://www.bia.sp.gov.br>.
- GOMES, M. L. R. et al. Estratégia de suplementação à pasto mediante utilização de alimentos volumosos e concentrados na nutrição de ruminantes: uma revisão. *Natural Resources*, v. 13, n. 2, p. 16–27, 2023. DOI: 10.6008/CBPC2237-9290.2023.002.0003.

GURGEL, A. L. C. et al. Suplementação estratégica para bovinos de corte em pastagens tropicais durante a seca: revisão de literatura. PUBVET, v. 12, n. 6, p. 1–10, 2018. DOI: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n6.1-10>.

HODGSON, J. *Grazing Management: Science into Practice*. Essex: Longman Scientific & Technical, 1990.

LAMPERUCH, C. H. et al. Comportamento ingestivo e desempenho de bovinos cruzados suplementados em pastagens de Brachiaria. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 50, e20200112, 2021.

LIMA, G. F. C. et al. Grazing behavior and forage intake of beef cattle on deferred pastures supplemented at different levels. Animal Feed Science and Technology, v. 264, 114495, 2020.

LIMA, L. D. et al. Consumo e digestibilidade em bovinos Nelore suplementados em pastejo durante a seca. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 64, n. 3, p. 685–694, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000300026>.

MARCONDES, M. I. Desempenho de bovinos Nelore alimentados individualmente ou em grupo, exigências nutricionais e avaliação protéica de alimentos para ruminantes. 2007. 145 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

MARTINS, P. G. M. A. et al. Estratégias de suplementação proteica para novilhas Nelore em recria a pasto na transição águas-seca. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador, v. 20, n. 2, p. 297–308, 2019. Disponível em: <https://www.rbspa.ufba.br>.

MATEUS, R. G. et al. Suplementação de bovinos de corte em pastagem de Brachiaria brizantha diferida durante a seca. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v. 63, n. 3, p. 648–655, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000300030>.

MONTEIRO, S. N. et al. Metodologia de estimativa do consumo e digestibilidade em ruminantes usando marcadores n-alcano e dióxido de titânio. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2015.

NEVES, R. M. M. et al. Suplementação estratégica em bovinos de corte durante o período seco. Revista Ciência Animal Brasileira, v. 19, n. 4, p. 1–10, 2018.

PEREIRA, D. H.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; GARCIA, R.; OLIVEIRA, A. P.; MARTINS, F. H.; VIANA, V. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e diferentes proporções de concentrado. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35, n. 1, p. 282–291, fev. 2006.

PICANÇO, A. P. et al. Dried distillers grains supplementation improves nutrient digestibility and reduces enteric methane production in cattle grazing tropical grass.

Journal of Cleaner Production, v. 429, 139714, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139714>.

PIRES, A. V. et al. Feed and water intake, and ingestive behavior of Nellore cattle divergently ranked for residual water intake. *Animals*, Basel, v. 12, n. 2396, p. 1–11, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12182396>.

PIRES, B. V. et al. Effects of feeding and drinking behavior on performance and carcass traits in beef cattle. *Animals*, v. 12, 3196, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12223196>.

SANTOS, J. D. et al. Strategic supplementation for beef cattle in tropical pastures during the dry season. *Livestock Science*, v. 220, p. 128–135, 2019.

SANTOS, T. P. et al. Different levels of energy in the supplementation of heifers grazing tropical grasses during the dry season: Performance and ingestive behavior. *Animal Feed Science and Technology*, v. 285, 115216, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2022.115216>.

SILVA, A. L. et al. Suplementação de bovinos de corte durante a seca: desempenho, consumo, digestibilidade e comportamento ingestivo. *Boletim de Indústria Animal*, Nova Odessa, v. 76, n. 2, p. 1–9, 2019. Disponível em: <https://www.bia.sp.gov.br>.

SILVA, F. F. et al. Consumo de suplemento e de forragem por novilhos em pastejo recebendo diferentes níveis de suplementação concentrada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 10, p. 1952–1960, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001000026>.

SANTOS, G. T.; COSTA, E. R.; SOUZA, D. J.; PEREIRA, L. G.; ALMEIDA, F. R.; LIMA, K. T. Suplementação de ureia em pastagens de *Brachiaria decumbens* no período seco: efeitos sobre consumo, comportamento ingestivo e desempenho de novilhas Nellore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 44, n. 7, p. 250–258, 2015.

SILVA, V. S. et al. Comportamento ingestivo e padrões de deslocamento de novilhos suplementados em pastagem de sorgo forrageiro. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 41, n. 6 Suppl. 2, p. 3365–3376, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n6Supl2p3365>.

VALENTINI, P. V. et al. Utilização do dióxido de titânio (TiO₂) como indicador de excreção fecal em estudos de nutrição de ruminantes. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2012.

ZANINE, A. M. et al. Comportamento ingestivo de bovinos de diferentes categorias em pastagem de capim Coast-cross. *Bioscience Journal*, v. 23, n. 3, p. 111–119, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277170616>.