

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

**SUPLEMENTAÇÃO DE BOVINOS RECRIADOS EM PASTO DE CAPIM-  
MARANDU DURANTE O PERÍODO SECO**

Lucas Gonçalves Moraes

CAMPO GRANDE, MS - 2025

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

**SUPLEMENTAÇÃO DE BOVINOS RECRIADOS EM PASTO DE CAPIM-  
MARANDU DURANTE O PERÍODO SECO**

Lucas Gonçalves Moraes

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

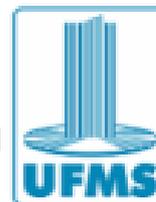
**Área de concentração:** Produção Animal.

**Orientador:** Prof. Dr. Gelson dos Santos Difante

**Coorientadores:** Prof. Dra. Denise Baptaglin Montagner, Prof. Dr. Luis Carlos Vinhas Ítavo.



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



### Certificado de aprovação

LUCAS GONÇALVES MORAES

**SUPLEMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE RECRIADOS EM CAPIM-MARANDU DURANTE O PERÍODO SECO**

**SUPPLEMENTATION OF BEEF CATTLE REARED ON MARANDU GRASS DURING THE DRY SEASON**

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

Aprovado em: 27-02-2025

BANCA EXAMINADORA:

---

Dr. Gelson dos Santos Difante  
(UFMS) – Presidente

---

Dra. Denise Baptaglin Montagner  
(EMBRAPA)

---

Dr. Luis Carlos Vinhas Itavo  
(UFMS)

---

Dra. Marislayne de Gusmão Pereira  
(UFMS)

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

UFMS  
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por DENISE BAPTAGLIN MONTAGNER, Usuário Externo, em 28/02/2025, às 15:27, 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 **Marislayne de Gusmão Pereira, Usuário Externo**, em 28/02/2025, às 18:51, 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 **Gelson dos Santos Difante, Professor do Magisterio Superior**, em 01/03/2025, às 19:07, 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 **Luis Carlos Vinhas Itavo, Professor do Magisterio Superior**, em 05/03/2025, às 07:57, 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](https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **5468434** e o código CRC **3F997C9D**.

### COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

Referência: Processo nº 23104.001236/2021-33

SEI nº 5468434

Moraes, Lucas Gonçalves

Suplementação de bovinos recriados em pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o período seco /

Lucas Gonçalves Moraes, Orientação Prof. Dr. Gelson dos Santos Difante

Coorientação Dra. Denise Baptaglin Montagner; Prof. Dr. Luís Carlos Vinhas Ítavo  
2025

51 fls

Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Campo Grande, Mestrado em Ciência Animal, 2025.

Dissertação de Mestrado

1. *Brachiaria brizantha*. 2. Recria. 3. Suplementação.

## DEDICATÓRIA

À minha família,  
Aos meus pais.  
Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela força e sabedoria ao longo desta jornada.

À minha família, pelo apoio incondicional, paciência e incentivo em cada etapa deste trabalho. Sem vocês, essa conquista não seria possível.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), pelo ensino de qualidade e pelo suporte oferecido durante minha formação acadêmica.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento e apoio à pesquisa, viabilizando a realização deste estudo.

À Embrapa Gado de Corte e seus colaboradores, pelo suporte técnico, infraestrutura e pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa em um ambiente de excelência.

Aos meus orientadores e professores, pela orientação, dedicação e pelo compartilhamento de conhecimento, fundamentais para o desenvolvimento deste estudo.

Aos colegas de pesquisa e amigos, pelo companheirismo, pelas trocas de experiências e pelo incentivo nos momentos desafiadores.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

MORAES, Lucas Gonçalves. Suplementação de bovinos recriados em pasto de capim-marandu durante o período seco. 2025. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2025. 51 fls.

## RESUMO

A pecuária brasileira enfrenta desafios significativos para manter a eficiência produtiva em sistemas de criação a pasto, especialmente durante o período seco, quando a disponibilidade e a qualidade da forragem diminuem drasticamente. A suplementação proteico-energética surge como estratégia essencial para mitigar essas limitações e garantir o desempenho adequado dos animais. Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes níveis de suplementação proteico-energética sobre o desempenho produtivo e econômico de novilhos Angus x Nelore mantidos em pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no Cerrado brasileiro durante o período seco. O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS, utilizando um delineamento em blocos ao acaso, com quatro tratamentos (suplementação com 0,2%, 0,4%, 0,6% e 0,8% do peso vivo) e três repetições. Foram utilizados 48 animais distribuídos em 12 piquetes de 1,14 ha, manejados sob lotação contínua. O suplemento foi composto por milho moído, soja moída, ureia e sal mineral. Os parâmetros avaliados incluíram ganho médio diário (GMD), ganho de peso total (GPT), taxa de lotação, composição da forragem e a viabilidade econômica. Os resultados demonstraram que a suplementação teve efeito positivo no desempenho animal, com aumento linear do GMD, variando de 0,33 kg/dia (0,2% PV) a 0,67 kg/dia (0,8% PV), e do GPT, que oscilou entre 51,87 kg e 101,25 kg ao longo do experimento. A taxa de lotação também foi influenciada, sendo maior nos níveis mais altos de suplementação, atingindo 2,73 UA/ha. Em relação à forragem, a massa de forragem disponível foi maior nos meses de junho e julho, com redução progressiva a partir de agosto devido ao efeito da sazonalidade climática sob a planta, afetando a composição do pasto e a disponibilidade de nutrientes. A análise econômica evidenciou que a suplementação foi financeiramente viável, resultando em aumento na receita por animal de R\$ 471,84 (0,2% PV) para R\$ 920,94 (0,8% PV). A margem bruta por hectare variou entre R\$ 1.435,01 e R\$ 2.271,04, indicando que a estratégia de suplementação compensa os custos adicionais e melhora a rentabilidade do sistema produtivo. Conclui-se que a suplementação proteico-energética é uma alternativa eficiente para otimizar o desempenho animal, reduzir os impactos da estacionalidade na produção forrageira e garantir maior lucratividade na recria de bovinos a pasto durante o período seco no Cerrado brasileiro.

**Palavras-chave:** *Brachiaria brizantha*; recria de bovinos; suplementação, Bioma Cerrado.

MORAES, Lucas Gonçalves. Suplementação de bovinos recriados em pasto de capim-marandu durante o período seco. 2025. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2025. 51 fls.

## ABSTRACT

*Brazilian livestock production faces significant challenges in maintaining efficiency in pasture-based systems, especially during the dry season when forage availability and quality decline sharply. Protein-energy supplementation emerges as a key strategy to mitigate these limitations and ensure adequate animal performance. This study aimed to evaluate the effects of different levels of protein-energy supplementation on the productive and economic performance of Angus × Nelore steers maintained on Brachiaria brizantha cv. Marandu pasture in the Brazilian Cerrado biome during the dry season. The experiment was conducted at Embrapa Beef Cattle, in Campo Grande, MS, using a randomized block design with four treatments (supplementation at 0.2%, 0.4%, 0.6%, and 0.8% of live weight) and three replications. A total of 48 animals were distributed across 12 paddocks of 1.14 ha, managed under continuous stocking. The supplement consisted of ground corn, ground soybean, urea, and mineral salt. The evaluated parameters included average daily gain (ADG), total weight gain (TWG), stocking rate, forage composition, and economic viability. The results showed that supplementation positively affected animal performance, with a linear increase in ADG, ranging from 0.33 kg/day (0.2% LW) to 0.67 kg/day (0.8% LW), and TWG, which varied between 51.87 kg and 101.25 kg throughout the experiment. Stocking rate was also influenced, being higher at greater supplementation levels, reaching 2.73 AU/ha. Regarding forage, mass availability was greater in June and July, with a progressive reduction from August due to seasonal climate effects and plant maturity, impacting forage composition and nutrient availability. Economic analysis indicated that supplementation was financially viable, leading to an increase in revenue per animal from R\$ 471.84 (0.2% LW) to R\$ 920.94 (0.8% LW). Gross margin per hectare ranged from R\$ 1,435.01 to R\$ 2,271.04, demonstrating that supplementation offsets additional costs and enhances the profitability of the production system. It is concluded that protein-energy supplementation is an effective alternative to optimize animal performance, reduce the impact of seasonality on forage production, and ensure greater profitability in pasture-based cattle rearing during the dry season in the Brazilian Cerrado biome.*

**Keywords:** Beef cattle; Brachiaria brizantha; Cerrado biome; economic analysis; supplementation.

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	12
2.1 Capim-marandu .....	12
2.2 Produção forrageira e animal no período seco.....	13
2.3 Suplementação de animais em fase de recria.....	13
2.4 Consumo .....	16
2.5 Comportamento ingestivo.....	18
2.6 Análise econômica.....	19
2.7 Referências Bibliográficas.....	20
ARTIGO I.....	25
Introdução .....	26
Material e Métodos.....	27
Resultados.....	34
Massa de forragem e Componentes Morfológicos .....	34
Ganho de Peso e Desempenho Animal.....	39
Comportamento ingestivo.....	42
Análise econômica.....	44
Discussão .....	46
Conclusão.....	48
Referências bibliográficas.....	49
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	51

## 1. INTRODUÇÃO

No período seco do ano, plantas forrageiras de clima tropical tendem a apresentar baixos teores de proteína bruta e alto nível de lignificação. A fibra que compõe a estrutura da planta, presente na parede celular, se torna um fator limitante para ingestão adequada. Portanto, reduz drasticamente o aproveitamento da forragem pelo animal, que não consegue suprir suas exigências nutricionais para ganho de peso, e muitas vezes de manutenção (BRANCO *et al.*, 2010).

Por influência de fatores abióticos característicos do período seco, como baixas temperaturas, menor luminosidade e redução da pluviosidade, as forrageiras não conseguem realizar a adequada reposição dos tecidos vegetais. Além disso, há acúmulo de material senescente e aumento na proporção de colmo em relação à folha, o que compromete o valor nutritivo da pastagem. O pastejo, por sua vez, representa uma condição adicional de estresse para as plantas. Assim, a qualidade e a quantidade da forragem ofertada tornam-se insuficientes para atender às exigências nutricionais dos animais, comprometendo seu desempenho produtivo (RAMOS *et al.*, 2022).

O fornecimento de suplementos com o intuito de melhorar o consumo e o aproveitamento da forragem de baixa qualidade, é uma importante estratégia para aumentar a eficiência do sistema produtivo. Tal alternativa pode também reduzir os ciclos de produção e proporcionar uma maior taxa de lotação mesmo que em condições de menor disponibilidade de forragem (EMBRAPA, 2017; PIRES *et al.*, 2021).

A suplementação proteico-energética desempenha um papel fundamental no atendimento das exigências de proteína bruta (PB) para bovinos em fase de recria, especialmente em sistemas de produção a pasto durante o período seco. Durante essa fase, os animais apresentam alta demanda nutricional para manutenção e crescimento, mas a qualidade do pasto geralmente não supre essa necessidade. Isso ocorre porque, no período seco, a forragem sofre uma queda acentuada nos teores de PB, muitas vezes ficando abaixo de 7%, valor considerado mínimo para a manutenção da fermentação ruminal eficiente e do adequado desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela digestão da fibra (VAN SOEST, 1994).

No intuito de atender as exigências nutricionais de proteína bruta via suplementação, proporcionando maior desempenho produtivo e econômico de novilhos recriados em pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de suplementação sobre o desempenho produtivo e econômico de novilhos cruzados Angus × Nelore no período seco.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Capim-marandu

A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, também conhecida como capim-marandu, destaca-se entre as forrageiras tropicais mais utilizadas no Brasil devido à sua elevada produtividade, adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas. Originária da África tropical, essa gramínea apresenta hábito de crescimento cespitoso, porte alto e elevada tolerância ao pastejo, especialmente quando cultivada em solos de média a alta fertilidade. Essas características a tornam uma excelente opção para sistemas de produção de bovinos de corte e leite em regime de pasto, especialmente no contexto do Cerrado brasileiro e em áreas de pastagens degradadas que estão em processo de recuperação (OLIVEIRA *et al.*, 2022; TEIXEIRA *et al.*, 2018).

Segundo Nunes *et al.* (1985), o capim-marandu tem origem na África Tropical, apresenta um crescimento cespitoso, pode atingir de 1,5 a 2,5 metros de altura. Seus colmos iniciais crescem de forma prostrada, porém desenvolvem perfilhos predominantemente eretos. Além disso, seus rizomas são curtos e encurvados. Os colmos floríferos possuem crescimento ereto e emitem perfilhos nos nós, resultando na proliferação de inflorescências que podem alcançar até 40 cm de comprimento (MARCELINO *et al.*, 2006).

O capim-marandu é reconhecido por sua alta tolerância a solos ácidos e de baixa fertilidade, comuns em muitas regiões do Brasil, apresenta boa resistência à seca, sendo uma opção viável para regiões com períodos prolongados de estiagem. Sua capacidade de rebrota após o corte ou pastejo é outro fator que contribui para sua popularidade entre os produtores. No entanto, é sensível ao encharcamento do solo, o que pode limitar seu uso em áreas sujeitas a alagamentos (EUCLIDES *et al.*, 2009).

O capim-marandu é amplamente utilizado na alimentação de bovinos de corte e leite, devido ao seu bom valor nutricional, apresenta teores médios de proteína bruta que variam de 7% a 12%, dependendo da idade de corte e das condições de manejo. Além disso, possui alta digestibilidade da matéria seca, o que favorece o ganho de peso e a produção de leite (PEDREIRA *et al.*, 2007).

Apesar de suas vantagens, o capim-marandu enfrenta desafios como a degradação devido ao manejo inadequado que ainda é um problema recorrente no Brasil. Pesquisas recentes têm focado no desenvolvimento de práticas de manejo sustentáveis, visando aumentar a longevidade e a produtividade das pastagens (BARBOSA *et al.*, 2007).

## 2.2 Produção forrageira e animal no período seco

A baixa produtividade dos rebanhos bovinos no Cerrado brasileiro está diretamente relacionada à menor qualidade nutricional do pasto no período seco (LOPES *et al.*, 2001). Plantas forrageiras de clima tropical apresentam uma flutuação em suas características quantitativas e qualitativas devido a sazonalidade observada em determinadas épocas do ano (BARBERO *et al.*, 2021). Esta variação faz com que a capacidade produtiva da planta se encontre prejudicada quando os fatores abióticos se alteram de maneira contrária a exigência da planta por água, luz e temperatura (GURGEL *et al.*, 2017).

Durante a seca, os dias são mais curtos, a luz incidente se apresenta de baixa qualidade para o pleno desenvolvimento da forrageira, assim como, os índices de precipitação pluviométrica são significativamente reduzidos neste período do ano (COSTA *et al.*, 2003). Devido a condições de estresse, as plantas forrageiras, demonstram mecanismos de preterimento e/ou escape, tais processos afetam suas características morfogênicas, estruturais e bromatológicas, fazendo com que seja observada a diminuição da produtividade e da qualidade da forragem (CRUZ *et al.*, 2021).

Gramíneas forrageiras de clima tropical podem expressar no período chuvoso teores de proteína bruta (PB) maiores que 10% e teores menores que 8% de PB no período seco (Reis, 2016). À medida que a planta se desenvolve, sua fração digestível tende a reduzir, e a fração fibrosa tende a aumentar, apresentando queda no consumo, no aproveitamento e, conseqüentemente, no desempenho animal (Euclides *et al.*, 1990).

De acordo com Van Soest (1994), teores de proteína bruta menores que 7% afetam o funcionamento adequado dos microrganismos ruminais, uma vez que as bactérias presentes na microbiota ruminal necessitam do nitrogênio presente em fontes de proteína verdadeira e nitrogênio não proteico para crescimento populacional e atividade microbiana.

## 2.3 Suplementação de animais em fase de recria

A recria de animais em pastagens é muito importante, pois é nesta fase que os animais se desenvolvem até atingir o peso necessário e partir para a fase de terminação (EMBRAPA, 2020). Trata-se de um processo desafiador, onde variações climáticas e no valor nutritivo da forragem podem se posicionar como limitante do desempenho animal (COELHO *et al.*, 2024).

A suplementação animal em pastagens de capim-marandu é uma prática estratégica para maximizar o desempenho produtivo dos ruminantes, especialmente em períodos de menor disponibilidade ou qualidade da forragem. A suplementação pode ser realizada com diferentes tipos de alimentos, como concentrados energéticos (milho, sorgo), proteicos (farelo de soja,

ureia) ou minerais, dependendo das necessidades nutricionais dos animais e dos objetivos de produção (EMBRAPA, 2015).

O fornecimento de suplementos minerais é essencial para corrigir deficiências nutricionais, principalmente em solos pobres em minerais como fósforo, cálcio e zinco. A suplementação mineral melhora a saúde animal, a reprodução e o desempenho produtivo, além de prevenir doenças relacionadas à carência de minerais (SOUZA *et al.*, 2010).

A utilização de ureia, por exemplo, pode suprir a deficiência de nitrogênio no rúmen, melhorando a digestibilidade da forragem e a síntese de proteína microbiana (DETMANN *et al.*, 2014). Em períodos de seca, quando o capim-marandu pode apresentar redução no teor de proteína e aumento da fibra, a suplementação com concentrados energéticos e proteicos é fundamental para manter o ganho de peso, principalmente em fases essenciais para a pecuária de corte, como a recria.

Aliadas às práticas de manejo do pasto e do pastejo, a suplementação se demonstra como uma opção para sistemas de produção em pasto, pois possibilita a melhor eficiência de utilização da planta forrageira, o que resulta em maiores desempenhos zootécnicos (BICALHO *et al.*, 2014). Na época seca, há menor quantidade de forragem disponível, o que pode reduzir o desempenho dos animais. Já na época das águas, a produção de forragem e seu valor nutritivo, não se apresentam como fatores limitantes ao bom desempenho animal. Portanto, se demonstra necessária a utilização de suplementos durante a época seca, que permitem contornar os efeitos da sazonalidade na produção de forragem. Esta prática permite reduzir o ciclo de produção até o abate ao corrigir as deficiências nutricionais encontradas nas plantas forrageiras (PRADO *et al.*, 2003; MORAES *et al.*, 2010).

A suplementação estratégica na época de seca, quando realizada de forma correta, faz com que a perda de peso seja revertida para ganhos moderados ou, pelo menos, que a manutenção do peso dos animais seja mantida (CASTRO *et al.*, 2014). Quando as condições forem favoráveis, sobretudo as econômicas, o uso de suplementações mais intensas, com o objetivo de aumentar o desempenho animal podem ser viáveis para o sistema, dependendo dos objetivos do produtor (MEDEIROS; GOMES; OLIVEIRA, 2019).

O maior consumo e aproveitamento da fibra oriunda do pasto é um dos principais objetivos da suplementação de animais em pasto, porém atender as exigências dos animais como um todo via suplemento se torna uma técnica inviável, uma vez que, o alimento de maior consumo pelo animal deve preferencialmente ser o pasto (PAULINO *et al.*, 2005).

A utilização de diferentes níveis de suplementação é necessária para avaliar possíveis respostas biológicas e econômicas. Quando a forragem possui um baixo teor de proteína, o

consumo pode aumentar com a oferta de uma pequena quantidade de suplemento proteico. Porém em níveis de suplementação acima de 0,8% do PV, o consumo de forragem tende a diminuir por substituição (DA SILVA *et al.*, 2009).

Em um compilado de estudos com suplementação de animais em pastejo no período seco, Da Silva *et al.* (2009) propuseram em revisão que o aumento linear crescente no ganho médio diário de animais suplementados ocorre com o aumento dos níveis de fornecimento de suplemento. No entanto, acima do valor de 0,8% do PV, apesar de melhorar o ganho, estes não foram significativamente diferentes. Desta forma, demonstrando um limite na resposta biológica de animais em pastejo ao fornecimento de suplementos na dieta. O fornecimento de diferentes níveis de suplementação além de otimizar o desempenho produtivo, pode aumentar a eficiência de utilização do pasto. Como evidenciado por Ítavo *et al.* (2007), que ao suplementar animais Canchim x Nelore em pastejo de capim-marandu, obtiveram ganhos de peso semelhantes nos níveis de fornecimento 0,25 e 0,5% PV, no entanto a taxa de lotação do maior nível de suplementação foi o dobro da obtida no nível de 0,25% PV. Portanto a medida em que se deseja aumentar o ganho/área ou em casos em que a disponibilidade de forragem não suporta a quantidade de animais em pastejo, o aumento no nível de suplementação pode proporcionar ganhos individuais compatíveis comparados a um cenário contrário (DA SILVA *et al.*, 2009).

Ao avaliar o desempenho de bovinos em fase de recria e identificar os componentes presentes na forragem que limitam o consumo no período seco, Roth *et al.* (2013), avaliaram o desempenho de animais submetidos a um pasto com 6,8% de proteína bruta (PB), utilizando suplementos proteicos (1g/kg de peso corporal), os autores observaram um aumento no ganho de peso dos animais, evidenciando a importância da suplementação proteica em períodos limitantes para a produtividade forragem.

Sabendo disso, além do nível de fornecimento do suplemento, conhecer a quantidade de proteína bruta (%PB) presente na composição química do suplemento se torna necessário, pois esta poderá apresentar efeitos negativos ou positivos sobre o desempenho animal. Buscando avaliar a concentração ideal de proteína na composição do suplemento, Detmann *et al.* (2004) observaram que teores de 20% PB proporcionaram maiores ganhos médios diários em animais suplementados com 0,8% PV, sendo 0,983 kg/dia, superior aos demais tratamentos onde foi fornecido suplementos com concentrações de 12, 16 e 24% de PB.

Em estudo com animais Angus x Nelore em pastejo de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, Euclides *et al.*, 2001, evidenciaram melhor desempenho de animais suplementados com uma mistura mineral completa durante o período seco, comparado com animais que não

receberam nenhum tipo de suplementação. De acordo com este estudo, não foi observada compensação econômica dos custos adicionais da suplementação (EUCLIDES *et al.*, 2001).

Estudos como o de Porto (2009), recomendam que independentemente do nível de suplementação, deve-se garantir pelo menos 300g de PB vinda do suplemento, em que de acordo com o autor, pode ser obtido em baixos níveis de suplementação (0,2% do PV). Níveis menores de suplementação (0,2% do PV), pode ser uma alternativa de custo reduzido, devido ao menor consumo do suplemento, limitado pelo baixo nível de fornecimento, capaz de minimizar perdas observadas no desempenho animal no período seco (MOREIRA *et al.*, 2003).

A suplementação alimentar deve ser realizada em conjunto com a manutenção de massa de forragem disponível, já que a intenção é que ambas sejam complementares. Para garantir uma oferta adequada de alimento aos animais, é necessário realizar um ajuste de lotação adequado (MEDEIROS; GOMES; OLIVEIRA, 2019).

A suplementação de animais em sistemas de criação em pasto, possibilita a intensificação do sistema de produção através do aumento na taxa de lotação, onde ao utilizar estratégias nutricionais como a suplementação, e a adubação do pasto, é possível trabalhar com taxas de lotação elevadas, obtendo bom desempenho animal sem causar a degradação do pasto (REIS *et al.*, 2017). O uso da suplementação somente resultará em benefícios ao sistema de produção se estiver associado ao manejo de pastagem adequado, pois desta maneira atuará como uma ferramenta que auxilia com eficiência o desempenho animal (REIS *et al.*, 2017).

## **2.4 Consumo**

O consumo voluntário de pasto por animais em pastejo é condicionado por três grupos de fatores: os que influenciam a digestão, como a digestibilidade do alimento; os que impactam a ingestão, como a qualidade e a disponibilidade da forragem; e aqueles relacionados às exigências nutricionais e à demanda por nutrientes, incluindo a genética e o nível de produtividade dos animais (BERCHIELLI *et al.*, 2011).

A perda do valor nutritivo observado nas gramíneas forrageiras tropicais no período seco, reflete em alterações no consumo e na fermentação ruminal dos animais, logo neste período é possível observar diferentes respostas em desempenho em decorrência desta mudança. Ao reduzir o consumo de forragem, os animais, entram em carência por nutrientes, e mobilizam suas reservas corporais (tecido muscular e adiposo) para fornecer energia e nutrientes para sua manutenção, o que acarreta perda de peso e baixo desempenho produtivo (EMBRAPA, 2015).

Nesta condição, a proteína assume o papel de grande importância, justificando a utilização de suplementos que irão ampliar o consumo de forragem e o fornecimento de energia dietética, de forma a aumentar a síntese de proteína microbiana e a degradação ruminal (HOFFMANN *et al.*, 2014).

Conforme HOFFMANN *et al.* (2014), quando há suprimento adequado de proteína degradável no rúmen (PDR), suplementos ricos em carboidratos não fibrosos (CNF) podem apresentar uma conversão alimentar eficiente e melhorar o desempenho de bovinos em pastejo sobre forragens de baixa qualidade.

A presença de substratos proteicos favorece o crescimento da microbiota fibrolítica, aumentando a digestibilidade da forragem, efeito que não é observado quando os CNF são fornecidos isoladamente (HOFFMANN *et al.*, 2014). Os autores destacam que a suplementação com quantidades elevadas de PDR e CNF pode otimizar a digestão tanto do suplemento quanto da forragem, pois fornece energia e proteína em níveis adequados para uma fermentação eficiente. O que resulta em maiores taxas de ganho de peso nos bovinos, quando comparado ao pastejo exclusivo em forragens de baixa qualidade ou à oferta de altos níveis de CNF sem suplementação de PDR.

Estabelecer a adoção da prática de suplementação deve levar em consideração a interação que há entre o consumo e a digestibilidade do suplemento e do pasto (REIS, 1997). A interação entre o consumo de suplemento e o consumo de pasto, são descritas como efeitos associativos, sendo eles positivos ou negativos (GOES, 2004).

O efeito associativo considerado positivo é o efeito de adição de consumo, onde o consumo de suplemento promove um aumento no consumo de forragem. Outro efeito considerado positivo, é o efeito de adição com estímulo, onde o consumo de suplemento além de fornecer maior consumo de forragem, também aumenta o nível de ingestão total de matéria seca.

A associação negativa é caracterizada pela substituição do consumo de pasto pelo consumo de suplemento, facilmente observado em animais suplementados com suplementos energéticos (SANSON *et al.*, 1990), ou seja, o consumo de suplemento tende a reduzir o consumo de pasto.

De acordo com Dixon e Stockdale (1999), efeitos de substituição são observados em altos níveis de fornecimento de suplementos ricos em carboidratos não fibrosos (CNF). Segundo Euclides (2001), o efeito de substituição pode ser observado em animais suplementados, porém dispostos em pastos compostos por gramíneas de alta qualidade, o que por consequência da suplementação se tem uma depressão no consumo de forragem.

O fornecimento de suplementos energéticos ricos em CNF, promovem a queda do pH ruminal, pois a alta concentração de amido em ambiente ruminal, favorece o crescimento de bactérias ácido-láticas, desta forma, desfavorecendo o crescimento de bactérias fibrolíticas, concomitantemente, acidificando o ambiente ruminal (HOOVER, 1986; RUSSEL e WILSON, 1996).

Animais consumindo elevados níveis de suplemento energético, tendem a consumir menos forragem, pois além de inibir o crescimento e a ação de bactérias celulolíticas, ativam seu mecanismo regulador de consumo, o qual através da saciedade alerta ao sistema nervoso central para que o consumo seja cessado (DE OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Mecanismos reguladores de consumo podem ser considerados mecânicos e metabólicos, sendo que o mecanismo mecânico ocorre por conta do enchimento ruminal, por exemplo, uma dieta exclusiva de forragem, em períodos de escassez, a quantidade de fibra de baixa qualidade ingerida pelo animal é elevada, demandando um maior tempo de mastigação, ruminação e degradação, apresentando maior tempo de permanência desta fibra no rúmen, logo a capacidade física de armazenamento do rúmen é atingida, reduzindo o apetite/consumo (DE OLIVEIRA *et al.*, 2017).

O mecanismo metabólico regulador de consumo, é facilmente observado em animais submetidos a dietas ricas em CNF, logo há um aumento na concentração de metabólitos do sangue, ativando os centros de saciedade no hipotálamo e reduzindo o desejo de ingerir mais alimento (DE MEDEIROS, 2015).

## **2.5 Comportamento ingestivo**

Compreender as interações entre planta e animal é fundamental, pois abrange a análise do impacto das condições de pastejo no comportamento alimentar e no desempenho dos animais (JOCHIMS *et al.*, 2010). Esse conhecimento contribui para a identificação de estratégias de manejo adequadas tanto para os animais quanto para o sistema de produção adotado, beneficiando o sistema de forma a aumentar a produtividade (SILVA *et al.*, 2006).

O comportamento alimentar dos animais fornece indicadores sobre a disponibilidade e a qualidade do ambiente de pastejo, tornando-se uma ferramenta essencial para o ajuste do manejo e a gestão dos rebanhos em pastagens (CARVALHO e MORAES, 2005).

O nível de fornecimento de suplemento pode alterar significativamente o comportamento ingestivo dos animais, como observado por Silva *et al.* (2010), avaliando animais sob pastejo de *Brachiaria brizantha*, submetidos a diferentes níveis de uma mistura

proteico-energética, notaram que o tempo de pastejo, ruminação e ócio apresentou um efeito quadrático ao aumento crescente do fornecimento do suplemento.

O consumo espontâneo de forragem está diretamente relacionado a fatores comportamentais, sendo influenciado principalmente pela duração do pastejo, pela frequência dos bocados e pelo volume de forragem ingerido em cada bocado. Dentre esses fatores, a massa do bocado se destaca como a principal variável determinante do consumo em pastejo, sendo também a mais afetada pela estrutura do dossel forrageiro (HODGSON, 1985).

Se o pasto for a principal fonte de alimentação dos animais, uma disponibilidade restrita de forragem pode resultar em um aumento em alguns aspectos do comportamento de ingestão, como a taxa de bocados e/ou o tempo dedicado ao pastejo (JOCHIMS *et al.*, 2010). No entanto, quando os animais recebem uma parcela de sua dieta composta por concentrado, há um aumento na oferta de nutrientes pelo suplemento, o que pode levar a alterações em seu comportamento alimentar (GOULARTE *et al.*, 2011).

Dietas com elevado teor de FDN (Fibra em Detergente Neutro) podem comprometer a eficiência da ruminação, tornando mais difícil a redução do tamanho das partículas do alimento, o que, por sua vez, reduz a digestibilidade e a ingestão alimentar (FERREIRA *et al.*, 2013). No entanto, a utilização de suplementos que promovem aporte adicional de proteína na dieta, potencializa a velocidade de degradação e digestibilidade da fibra.

## 2.6 Análise econômica

Para aumentar a rentabilidade na criação de bovinos em pasto é fundamental priorizar a utilização eficiente do pasto (DETMANN *et al.*, 2014). A suplementação com proteico-energético para bovinos em pastejo é essencial para aumentar o ganho de peso durante a seca, garantindo um retorno econômico proporcional ao investimento realizado (QUADROS *et al.*, 2016).

O aumento no ganho de peso dos animais deve, no mínimo, cobrir os custos financeiros da suplementação e demais despesas associadas, alcançando assim o ponto de equilíbrio do investimento dentro do sistema de produção adotado (BARBOSA *et al.*, 2008).

Ao adotar a prática de suplementação, é essencial manter o equilíbrio entre a resposta biológica e a econômica (DA SILVA *et al.*, 2009). A suplementação é uma técnica viável do ponto de vista biológico, proporcionando ganhos tanto no peso dos animais quanto na produtividade por área, no entanto, sua viabilidade econômica sempre dependerá das condições locais (DA SILVA *et al.*, 2009).

A rentabilidade da suplementação está diretamente ligada aos níveis aplicados, podendo apresentar uma curva de crescimento menos acentuada do que a dos custos, logo pode resultar em uma redução nos lucros, caso as despesas superem os benefícios (DA SILVA *et al.*, 2009).

Quando se toma por opção a utilização estratégica de fornecer suplementos como aporte de nutrientes para animais em sistema de produção em pasto, deve-se pensar na adoção desta estratégia como uma forma de intensificação do sistema produtivo, ou seja, abandonar pensamentos extrativistas de produção e adotar técnicas que promovam melhor eficiência e qualidade no meio de produção (EUCLIDES FILHO, 2004).

## 2.7 Referências Bibliográficas

BARBERO, R. P.; HOFFMANN, A.; REIS, R. A. Potencial de produção de bovinos de corte em pastagens tropicais: revisão de literatura. *Ciência Animal Brasileira*, v. 22, p. e69609, 2021. DOI: 10.1590/1809-6891v22e69609.

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; VILELA, H. H.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; FLORES, R. Capim-marandu submetido a intensidades e frequências de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 3, p. 329-340, 2007. DOI: 10.1590/S0100-204X2007000300007.

BARBOSA, F. A. Viabilidade econômica de sistemas de produção de bovinos de corte em propriedades nos estados de Minas Gerais e da Bahia. 2008. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 137 p., 2008.

CASTRO, W. J. R.; SILVA, F. F.; COSTA, K. A. P.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F. Suplementação de bovinos na seca. *PUBVET*, Londrina, v. 8, n. 5, Ed. 254, Art. 1685, março, 2014.

COSTA, K. A. de P.; SILVA, A. C. da; SILVA, A. C. da; COSTA, N. L.; EUCLIDES, V. P. B. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, v. 19, n. 1, p. 1-8, 2003.

COSTA, N. L. (Editor). Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 219 p.

CRUZ, N. T.; RAMOS, B. L. P.; PEDREIRA, M. S.; JARDIM, R. R.; SEIXAS, A. A.; SOUZA, A. S.; NASCIMENTO, L. M. G.; NUNES, J. J.; AMORIM, J. M. S.; EVANGELISTA, V. S. S. Fatores que afetam as características morfogênicas e estruturais de plantas forrageiras. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 7, p. e5410716180, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i7.16180.

DA SILVA, F. F.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; SAMPAIO, C. B.; Lazzarini, I.; CABRAL, C. H. A. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, p. 371-389, 2009. DOI: 10.1590/S1516-35982009000200020.

DA SILVA, T. R. G.; SILVA, R. R.; SOUZA, M. A.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; SAMPAIO, C. B. Fatores abióticos no crescimento e florescimento das plantas. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 4, p. e19710413817, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i4.13817.

DE MEDEIROS, S. R.; MARINO, C. T. Carboidratos na nutrição de gado de corte. 2015.

DE OLIVEIRA, B. C.; SILVA, F. F.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; SAMPAIO, C. B. Mecanismos reguladores de consumo em bovinos de corte. *Nutr. Rev. Electrónica*, v. 14, p. 6066-6075, 2017.

DE SÁ, M. A. C.; SILVA, F. F.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; SAMPAIO, C. B. Solos Do Bioma Cerrado E Sua Interação Com as áreas Irrigadas Sob Pivô. 2024

DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; FRANCO, M. O.; RUFINO, L. M. A.; SAMPAIO, C. B.; BATISTA, E. D. Princípios de nutrição de bovinos em pastejo nos trópicos. In: IX CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2014. Anais... CNPA Ilhéus, 2014, p. 22, 2014.

DIFANTE, G. S.; SILVA, F. F.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; SAMPAIO, C. B. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p. 955-963, 2011. DOI: 10.1590/S1516-35982011000900007.

DIXON, R. M.; STOCKDALE, C. R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 50, n. 5, p. 757-773, 1999. DOI: 10.1071/AR98163.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Recria de bovinos de corte em pastagens consorciadas. Embrapa, 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Nutrição Animal: Uma Visão sobre Alimentos, Nutrientes e Exigências dos Animais. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Suplementação energética para bovinos de corte em pastos consorciados durante a época seca no Acre. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, F. F.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; SAMPAIO, C. B. Desempenho de novilhos F1s angus-nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 2, p. 470-481, 2001. DOI: 10.1590/S1516-35982001000200020.

EUCLIDES FILHO, K. Supply chain approach to sustainable beef production from a Brazilian perspective. *Livestock Production Science*, v. 90, n. 1, p. 53-61, 2004. DOI: 10.1016/j.livprodsci.2004.03.001.

FERNANDES, T. A.; PRATES, E. R.; BARCELLOS, J. O. J.; COSTA, P. T.; FARIAS, G. D.; VAZ, R. Z.; SCHAFFHÄUSER, J. Efeitos associativos: consequências da suplementação concentrada que afetam o rúmen e o desempenho de ruminantes. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, v. 18, n. 10, p. 1-26, 2017.

FERREIRA, S. F.; SILVA, F. F.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; SAMPAIO, C. B. Fatores que afetam o consumo alimentar de bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 13, n. 2, p. 123-132, 2013.

GARCEZ NETO, A. F. Produção de forragem e qualidade de gramíneas tropicais. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 17., 2000, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 217-252.

GOULARTE, S. R.; SILVA, F. F.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; SAMPAIO, C. B. Comportamento ingestivo e digestibilidade de nutrientes em vacas submetidas a diferentes níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 4, p. 1050-1060, 2011. DOI: 10.1590/S1516-35982011000400007.

HODGSON, J. The control of herbage intake in the grazing ruminant. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 44, n. 2, p. 339-346, 1985. DOI: 10.1079/PNS19850052.

HOFFMANN, A.; SILVA, F. F.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; SAMPAIO, C. B. Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período da seca. *Nativa*, v. 2, n. 2, p. 119-130, 2014. DOI: 10.31413/nativa.v2i2.1335.

HOOVER, W. H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *Journal of Dairy Science*, v. 69, n. 10, p. 2755-2766, 1986. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(86)80704-6.

LENG, R. A. Factors affecting the utilization of poor quality forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutrition Research Reviews*, v. 3, n. 1, p. 277-303, 1990. DOI: 10.1079/NRR19900016.

LOPES, H. O. da S.; SILVA, F. F.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; SAMPAIO, C. B. Suplementação alimentar de bovinos com misturas múltiplas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu na seca. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 15 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 9).

MALAFAIA, G. C.; SILVA, M. A.; ROCHA, T. Efeitos da suplementação proteico-energética em bovinos criados em pastagens tropicais. *Livestock Research for Rural Development*, v. 32, n. 7, p. 1-10, 2020.

MAPBIOMAS. Coleção 7.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. 2023.

OLIVEIRA, M. W.; GORETTI, A. L.; LANA, R. P.; RODRIGUES, T. C. Acúmulo de matéria seca e de proteína em função da adubação nitrogenada em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (*Urochloa brizantha*). *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 12, n. 1, p. 10-18, 2022. PEDREIRA, C. G. S.; PEDREIRA, B. C.; DA SILVA, S. C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 2, p. 281-287, 2007. DOI: 10.1590/S0100-204X2007000200016.

PIRES, M. F. A.; CARVALHO, T. B.; ROCHA, G. C. Suplementação proteico-energética em bovinos de corte: estratégias para períodos de baixa disponibilidade de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 50, n. 3, p. 1-12, 2021. DOI: 10.37496/rbz5020200123.

QUADROS, D. G.; SOUZA, H. M.; ANDRADE, A. P.; BEZERRA, A. R. G.; ALMEIDA, R. G.; SÁ, A. M.; OLIVEIRA, D. N.; FRANCO, G. L. Avaliação bioeconômica de estratégias de suplementação de novilhos zebuínos mantidos em pastagens diferidas de capim-marandu no período seco. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 17, n. 3, p. 461-473, 2016. DOI: 10.1590/S1519-99402016000300011.

RAMOS, B. L. P.; PEDREIRA, M. S.; CRUZ, N. T.; JARDIM, R. R.; SEIXAS, A. A.; SOUZA, A. S.; NASCIMENTO, L. M. G.; NUNES, J. J.; AMORIM, J. M. S.; EVANGELISTA, V. S. S. Fatores de desenvolvimento para plantas forrageiras e suas respostas sob condições de estresse. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 14, p. e288111435530, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i14.35530.

REIS, D. A.; BARBERO, R. P.; HOFFMANN, A. Impactos da qualidade da forragem em sistemas de produção de bovinos de corte. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 37, n. 292, p. 36-53, 2016.

REIS, R. A.; ROMANZINI, E. P.; BARBERO, R. P. Suplementação como ferramenta no ajuste da taxa de lotação. *Encontro dos encontros da Scot Consultoria*, p. 165-175, 2017.

RUSSELL, J. B.; WILSON, D. B. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH? *Journal of Dairy Science*, v. 79, n. 8, p. 1503-1509, 1996. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(96)76508-1.

SANSON, D. W.; CLANTON, D. C.; RUSH, I. G. Drought-stressed corn as a feedstuff for beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 68, n. 9, p. 2782-2789, 1990. DOI: 10.2527/1990.6892782x.

SILVA, R. R.; SILVA, F. F.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; SAMPAIO, C. B. Comportamento ingestivo de bovinos. Aspectos metodológicos. *Archivos de Zootecnia*, v. 55, n. 211, p. 293-296, 2006.

SILVA, D. J., COSTA, F. F., LIMA, G. L., & FERNANDES, H. J. (2010). Comportamento ingestivo de novilhas sob pastejo de *Brachiaria* e suplementação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(6), 1240-1247. DOI: 10.1590/S1516-35982010000600004

SOUZA, M. A.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; SAMPAIO, C. B.; LAZZARINI, I.; CABRAL, C. H. A. Intake, digestibility and rumen dynamics of neutral detergent fibre in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogen and/or starch. *Tropical Animal Health and Production*, v. 42, n. 6, p. 1299-1310, 2010. DOI: 10.1007/s11250-010-9563-9.

SNIFFEN, C. J.; ROBINSON, P. H. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulation. *Journal of Dairy Science*, v. 70, n. 1, p. 425-441, 1987. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(87)80027-9.

STRASSBURG, B. B. N.; BROOKS, T.; FELTRAN-BARBIERI, R.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R. Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nature Ecology & Evolution*, v. 1, p. 1-3, 2017. DOI: 10.1038/s41559-017-0099.

TEIXEIRA, R. N. V.; PEREIRA, C. E.; KIKUTI, H.; DEMINICIS, B. B. *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv. Marandu sob diferentes doses de nitrogênio e fósforo em Humaitá-AM, Brasil. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, v. 11, n. 2, p. 35-41, 2018. DOI: 10.5935/PAeT.V11.N2.04.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p.

## ARTIGO I

### IMPACTO DA SUPLEMENTAÇÃO PROTEICO-ENERGÉTICA NO DESEMPENHO DE BOVINOS EM PASTAGENS DE CAPIM-MARANDU DURANTE O PERÍODO SECO

Impacto da suplementação proteico-energética na recria de bovinos de corte em pastos de capim-marandu no período seco do Cerrado brasileiro

**Resumo:** A estacionalidade da produção forrageira no Cerrado brasileiro, com a queda na qualidade e disponibilidade de pasto durante o período seco, representa um grande desafio para a pecuária de corte. Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito de diferentes níveis de suplementação proteico-energética sobre as características da forragem, o desempenho produtivo e a viabilidade econômica de bovinos em recria. O experimento foi conduzido por 180 dias na Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS, durante a estação seca. Foram utilizados 48 novilhos cruzados Angus x Nelore com peso vivo médio inicial de 250 kg, mantidos em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. O delineamento foi em blocos ao acaso, com quatro níveis de suplementação (0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do peso vivo) com um suplemento contendo 29,5% de proteína bruta e 78,5% de NDT. A taxa de acúmulo de forragem (TAF) foi negativa em todos os tratamentos, mas a suplementação demonstrou um efeito quadrático na porcentagem de folhas e na relação verde:morto ( $P < 0,05$ ). O desempenho animal foi influenciado positivamente, com o ganho médio diário (GMD) aumentando linearmente de 0,33 para 0,67 kg/dia e o ganho de peso total (GPT) de 51,87 para 101,25 kg. A análise econômica indicou que, apesar do aumento nos custos, o nível de 0,8% PV gerou a maior margem bruta por animal (R\$ 647,25) e por hectare (R\$ 2.271,04). Conclui-se que a suplementação no nível de 0,8% do peso vivo demonstrou superioridade produtiva e econômica, sendo a estratégia mais eficaz para otimizar a recria de bovinos de corte em pastagens de capim-marandu durante o período seco.

**Palavras-chaves:** análise econômica; *Brachiaria brizantha*; recria; suplementação no período seco.

### IMPACT OF PROTEIN-ENERGY SUPPLEMENTATION ON THE PERFORMANCE OF CATTLE IN *Brachiaria brizantha* CV. MARANDU PASTURES DURING THE DRY SEASON

**Abstract:** The seasonality of forage production in the Brazilian Cerrado, with reduced pasture quality and availability during the dry season, poses a significant challenge for beef cattle production. This study aimed to evaluate the effect of different levels of protein-energy supplementation on forage characteristics, productive performance, and economic viability of growing cattle. The experiment was conducted for 180 days at Embrapa Beef Cattle, in Campo Grande, MS, during the dry season. Forty-eight Angus × Nelore crossbred steers with an average initial live weight of 250 kg were kept on *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pastures. The design was a randomized block with four supplementation levels (0.2, 0.4, 0.6, and 0.8% of live weight) using a supplement with 29.5% CP and 78.5% TDN. The forage accumulation rate (FAR) was negative in all treatments, but supplementation showed a quadratic effect on leaf percentage and the green:dead ratio ( $P < 0.05$ ). Animal performance was positively influenced, with the average daily gain (ADG) linearly increasing from 0.33 to 0.67 kg/day and the total weight gain (TWG) from 51.87 to 101.25 kg. The economic analysis indicated that

*despite increased costs, the 0.8% LW level resulted in the highest gross margin per animal (R\$ 647.25) and per hectare (R\$ 2,271.04). It is concluded that supplementation at the 0.8% of live weight level showed productive and economic superiority, representing the most effective strategy to optimize the growing phase of beef cattle on Marandu grass pastures during the dry season.*

**Keywords:** *Brachiaria brizantha; economic analysis; growing phase; supplementation during the dry season.*

## **Introdução**

Atualmente na pecuária brasileira, nota-se uma grande procura por métodos ou adoção de práticas para a intensificação do sistema produtivo, busca-se maior eficiência e redução dos ciclos de produção. Em períodos do ano onde a fibra oriunda do pasto se encontra com baixa qualidade, e na maioria dos casos em baixa quantidade, o consumo de forragem e a ingestão de nutrientes é limitada, resultando em baixos índices produtivos. No entanto, existem práticas que contornam esta realidade, como por exemplo, a utilização de suplementos alimentares para animais em fase de recria e terminação (PAULINO *et al.*, 2017).

A estratégia de suplementar animais em pasto permite um aporte maior de nutrientes que se encontram limitados na composição bromatológica da planta forrageira (GURGEL *et al.*, 2017). De acordo com Van Soest (1994), os ruminantes necessitam de pelo menos 7% de proteína bruta (PB) na composição da matéria seca ingerida, pois este limiar é extremamente necessário para a atividade microbiana de bactérias fibrolíticas, que são responsáveis por se aderirem e degradarem a fibra ingerida pelos animais.

No período seco do ano, compreendido como os meses entre abril e outubro no Cerrado brasileiro, a fibra presente no pasto apresenta alto teor de lignina compondo a parede celular, demonstrando uma fração fibrosa bem maior quando comparado ao período chuvoso, logo, também apresenta menor digestibilidade, e se posiciona como um fator limitante a ingestão de matéria seca dos animais (GURGEL *et al.*, 2020).

Ao mesmo tempo que a fração fibrosa da planta forrageira aumenta neste período, o teor de PB na composição bromatológica da planta é reduzido, podendo apresentar valores menores que 6% de PB em gramíneas do gênero *Brachiaria* (RODRIGUES JÚNIOR, 2015). Portanto a estratégia de suplementar animais que utilizam o pasto como fonte de energia em sua dieta basal, tem o objetivo de suprir carências nutricionais do pasto, garantindo um equilíbrio na

alimentação dos animais e minimizando os impactos das variações na qualidade e disponibilidade de matéria seca da forragem (GURGEL *et al.*, 2017).

A viabilidade de suplementar animais em sistemas de produção em pasto, deve estar associado ao bom desempenho dos animais, sendo possível observar um estímulo ao consumo de pasto, que na criação animal em pasto, é o alimento de mais baixo custo que pode ser ofertado aos animais (SILVA *et al.*, 2009).

Sabendo disso, objetivou-se com este estudo avaliar a inclusão de níveis de fornecimento de uma mistura proteico-energética para o atendimento da exigência em proteína bruta de bovinos da raça Angus x Nelore em fase de recria submetidos ao pastejo de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu, durante o período seco do ano no Cerrado brasileiro.

## **Material e Métodos**

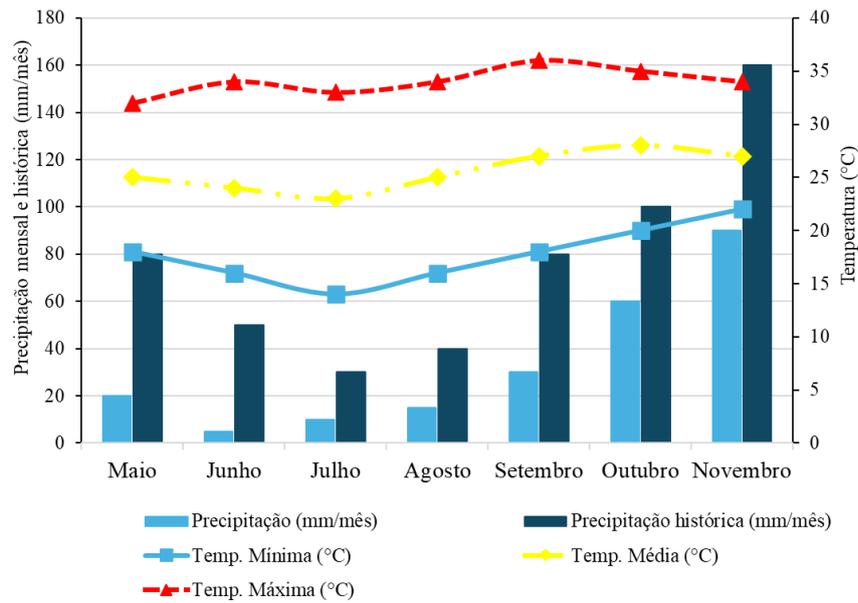
### *Declaração de ética*

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

### *Local e condições edafoclimáticas*

O experimento foi realizado na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. A área apresenta como coordenadas geográficas a latitude 20°27' sul, e a longitude 54°37' oeste, com altitude de 530 m acima do nível do mar. O período experimental foi de maio de 2024 a outubro de 2024, com duração de 180 dias.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo AW, tropical chuvoso de savana, com período seco definido de maio a setembro. A precipitação ocorrida na área foi monitorada durante o período experimental (Figura 1). Os dados climáticos foram extraídos do banco de dados da estação meteorológica da Embrapa Gado de Corte.



**Figura 1.** Precipitação pluviométrica, temperaturas máxima, mínima e média da área experimental durante o período de avaliações.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho, com teores de argila entre 30 e 35% (Embrapa, 2013). Antes do início do experimento, o solo foi amostrado nas camadas de 0-10, 0-20 e 20-40 cm para análise química (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características químicas do solo da área experimental, nas camadas de 0 - 10, 0 - 20 e 20 - 40 cm de profundidade.

Profundidade	pH CaCl <sub>2</sub>	P mg/dm <sup>-3</sup>	MO %	cmol dm <sup>-3</sup>						T	t	V %	M %
				K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB				
0-10	5,3	8,7	3,6	0,6	2,8	1,6	0,1	3,0	5,0	8,0	5,1	62,7	2,0
10-20	5,3	6,7	3,4	0,5	2,6	1,3	0,1	3,2	4,3	7,5	4,4	57,7	2,3
20-40	5,1	2,7	2,4	0,3	1,7	0,9	0,1	2,4	2,8	5,2	3,0	55,0	5,0

Matéria Orgânica (MO)-Método de Walkley e Brack, 1934 (Colorimétrico), Cálcio, Magnésio e Potássio-Método IAC do Cloreto de Amônio 1N, Alumínio-Método IAC do Cloreto de Potássio 1N, Fósforo-Mehlich I-Embrapa Solos.

#### *Área e delineamento experimental*

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro tratamentos: 0,2, 0,4, 0,6, 0,8% do PV de suplementação proteico-energética, e três repetições de área. A área experimental de 13,7 ha foi dividida em três blocos, cada bloco foi dividido em quatro módulos de 1,14 ha, e estes em seis piquetes de 0,19 ha cada, sendo cinco destes pastejados e um era fechado ao pastejo, totalizando 12 módulos. Os pastos de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu foram implantados no ano de 2023 e pastejados por bovinos de corte.

### *Animais*

Foram utilizados 48 bovinos machos inteiros cruzados da raça Angus x Nelore com peso vivo médio inicial de 250 kg, distribuídos aleatoriamente nas unidades experimentais (média do lote com mesmo peso) quatro animais por piquete.

Os animais foram manejados sob lotação contínua e taxa de lotação variável. Os animais foram tratados com ectocida pour-on, conforme a necessidade de controle de carrapatos e mosca-dos-chifres. Todos os piquetes foram providos de bebedouros de concreto com acesso livre a água potável e cochos plásticos para o fornecimento do suplemento.

### *Suplementação*

O suplemento utilizado foi uma mistura proteico-energética composta por: soja grão moído (17,6%), milho grão moído (70,6%), ureia pecuária (6,1%), sal mineral (5,7%). Os suplementos foram fornecidos diariamente às oito horas da manhã, sendo a quantidade ajustada a cada pesagem, de acordo com os tratamentos (0,2, 0,4 ,0,6, 0,8 % do PV) e a média do peso vivo do lote de cada piquete.

O suplemento analisado apresentou composição nutricional com percentuais de Matéria seca (MS), Proteína bruta (PB), Fibra em detergente neutro (FDN), Fibra em detergente ácido (FDA), Extrato etéreo (EE), Digestibilidade da matéria orgânica (DIGMO) e Nutrientes digestíveis totais (NDT), essenciais para avaliação de qualidade e formulação de dietas (Tabela 2).

**Tabela 2.** Composição química do suplemento analisado: valores percentuais de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), digestibilidade da matéria orgânica (DIGMO) e nutrientes digestíveis totais (NDT).

Variáveis	Suplemento
MS (%)	89,4
PB (%)	29,5
FDN (%)	9,9
FDA (%)	4,1
EE (%)	7,2
DIGMO (%)	88,8
NDT (%) <sup>1</sup>	78,5

<sup>1</sup>Estimado pela equação:  $NDT = DIGMO + (EE \times 2,25)$ .

### *Avaliações nos pastos*

A massa de forragem e dos componentes morfológicos foi estimada pelo corte da forragem contida no interior de 12 áreas de 1 m<sup>2</sup> por piquete a cada 28 dias com o auxílio de um aparador manual à gasolina, com altura padronizada rente ao solo.

As amostras coletadas foram divididas em duas subamostras, uma pesada e seca em estufa a 65°C até peso constante, quando foram novamente pesadas para determinação de matéria seca e a outra separada em folha (lâmina foliar), colmo (colmo+bainha) e material morto, seca em estufa a 55°C até peso constante, para avaliação dos componentes morfológicos da forragem. Cada componente foi expresso em porcentagem do peso total e foi utilizado para estimar a relação folha:colmo (RF:C), bem como as porcentagens de folha, colmo e material morto na massa de forragem. A relação verde:morto (V:M) foi determinada pela razão entre a massa seca dos componentes vivos (folhas + colmos verdes) e a massa seca do material morto, expressos em kg/ha de Matéria seca.

As amostras dos componentes morfológicos foram moídas e posteriormente analisadas para estimar os teores de PB, FDN e DIGMO, utilizando-se o sistema de Espectrofotometria de Reflectância no Infravermelho Proximal (NIRS), de acordo com os procedimentos de Marten *et al.* (1985).

Um piquete por módulo (0,19 ha) foi fechado ao pastejo a cada 28 dias, como forma de evitar o uso de gaiolas de exclusão. No primeiro dia do período, foi realizada a estimativa da massa de forragem presente no piquete, conforme metodologia previamente descrita. Após 28 dias, a massa de forragem foi novamente estimada no mesmo piquete, que então foi reaberto ao pastejo. Esse procedimento foi realizado de forma rotativa entre os piquetes ao longo do experimento. Com base na diferença entre as estimativas de massa nos dois momentos, foi possível calcular o acúmulo de forragem no período.

O acúmulo de forragem (kg/ha de MS) foi obtido pela diferença entre as massas de colmo e folha verde (partes vivas da planta) nos dias 28 e 1. Para o cálculo da taxa de acúmulo de matéria seca (kg/ha/dia de MS), dividiu-se o acúmulo de biomassa verde pelo número de dias entre as amostragens. O material morto presente na massa de forragem total não foi considerado no cálculo do acúmulo, uma vez que não representa crescimento efetivo da planta, mas sim o resíduo acumulado de ciclos anteriores.

### *Avaliações nos animais*

#### *Comportamento ingestivo*

Para avaliação do comportamento ingestivo dos animais, os animais foram identificados com o auxílio de um pincel marcador, sendo enumerados de 1 a 4 os animais de cada lote. Foi

evidenciado anteriormente a marcação. Esta caracterização possibilitou associar o animal a um determinado número de 1 a 4, facilitando a identificação dos animais dentro dos módulos de pastejo.

O período de avaliação foi de 12 horas diurnas, sendo realizado em dois dias, com o auxílio de um binóculo para cada avaliador, este equipamento permite a observação de uma distância segura, fazendo com que seja reduzido as alterações comportamentais dos animais em decorrência da presença humana. Foi avaliado o tempo de pastejo, tempo de ócio, tempo gasto para o consumo de suplemento, tempo de ruminação, tempo gasto para beber água e taxa de bocados.

#### *Desempenho animal*

Os animais foram pesados a cada ciclo de 28 dias utilizando uma balança digital. As pesagens foram realizadas sempre no período da manhã, com os animais em jejum de 16 horas.

O ganho médio diário (GMD) foi calculado pela seguinte fórmula:

$$GMD = \frac{PVF - PVI}{N(\text{dias})}$$

Onde:

GMD = ganho médio diário (Kg/dia);

PVF = Peso vivo final, obtido na pesagem seguinte;

PVI = peso vivo inicial, corresponde ao peso final do ciclo anterior;

N = número de dias entre as pesagens.

Esse cálculo foi realizado individualmente para cada animal, e os dados foram posteriormente agrupados para análise estatística.

O ganho de peso total (GPT) foi determinado pela diferença entre o peso final e o peso inicial do período experimental, utilizando a seguinte fórmula:

$$GPT = PVF - PVI$$

Onde:

GPT = Ganho de peso total (Kg);

PVF = Peso vivo final do experimento (Kg);

PVI = Peso vivo inicial do experimento (Kg).

### *Taxa de lotação*

A taxa de lotação foi calculada com base no peso médio dos animais e no número total de animais por lote, considerando que uma unidade animal (UA) equivale a 450 kg de peso vivo. O cálculo foi realizado pela seguinte fórmula:

$$TL = \frac{(PM \times N/450)}{A}$$

Onde:

TL = Taxa de lotação (UA/ha);

PM = Peso médio dos animais (Kg);

N = Número de animais no lote;

450 = Peso equivalente a uma unidade animal (UA);

A = Área disponível para pastejo (ha).

### *Cálculo do Consumo Médio de Suplemento*

O consumo médio de suplemento por animal foi determinado com base nos níveis de suplementação adotados (0,8%, 0,6%, 0,4% e 0,2% do peso vivo). Para cada nível, o consumo foi calculado considerando a média entre:

$$CM = \frac{(PVI \times \%Sup) + (PVF \times \%Sup)}{2}$$

Onde:

CM = Consumo médio de suplemento por animal (kg);

PVI = Peso vivo inicial (kg);

PVF = Peso vivo final (kg);

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

### *Análise econômica*

A análise econômica do experimento foi realizada considerando a receita, a despesa e a margem econômica associadas à suplementação.

### *Cálculo da Receita*

A receita por animal foi obtida a partir do ganho de peso total multiplicado pelo rendimento de carcaça de 50%, sendo posteriormente convertido para arrobas através da divisão por 15:

$$Arrobas\ ganhas = \frac{GPT \times 0,50}{15}$$

Onde:

Arrobas ganhas = Arrobas ganhas por animal durante o período experimental;

GPT = Ganho de peso total do animal (kg);

0,50 = Rendimento de carcaça assumido;

15 = Conversão de kg para arrobas.

A receita por animal foi calculada multiplicando-se a quantidade de arrobas ganhas pelo preço da arroba no fim do experimento (R\$ 272,87, outubro de 2024):

$$Receita/animal = Arrobas\ ganhas \times PA$$

Onde:

Receita/animal = Receita por animal (R\$);

PA = Preço da arroba no mercado (R\$/@).

A receita por hectare foi calculada multiplicando-se a receita por animal pelo número total de animais no lote e dividindo pelo tamanho da área disponível:

$$Receita/ha = \frac{Receita/animal \times N}{A}$$

Onde:

Receita/ha = Receita por hectare (R\$/ha);

N = Número total de animais no lote;

A = Área total do lote (ha).

#### *Cálculo do Custo do Suplemento*

O custo do suplemento foi calculado com base no preço dos ingredientes no mercado. O valor do kg do suplemento foi representado pela sigla PS, correspondente ao preço por kg do suplemento (R\$1,14 por kg), determinado a partir dos preços do milho e da soja no mercado em junho de 2024, considerando os valores do câmbio do dólar no período.

A despesa com suplementação foi obtida multiplicando-se o consumo médio de suplemento pelo preço por kg do suplemento:

$$Despesa/animal = CM \times PS$$

O custo total da suplementação por hectare foi calculado da seguinte forma:

$$Despesa/ha = \frac{Despesa/animal \times N}{A}$$

Onde:

Despesa/ha = Custo da suplementação por hectare (R\$/ha);

N = Número total de animais no lote;

A = Área total do lote (ha);

PS = Preço por kg do suplemento (R\$/kg).

### *Margem Econômica*

A margem econômica foi determinada pela diferença entre a receita e a despesa com a suplementação:

$$\text{Margem econômica} = \text{Receita/ha} - \text{Despesa/há}$$

### *Análise estatística*

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e regressão linear simples pelo software SISVAR. O efeito dos níveis de suplementação foi analisado em modelo de regressão linear e quadrático, ao nível de 5% de probabilidade. O efeito dos blocos foi analisado através da utilização do teste de Tukey, a 5% de significância.

## **Resultados**

### *Massa de forragem e Componentes Morfológicos*

A massa de forragem (MF) não apresentou efeito significativo ( $P = 0,2372$ ) com os diferentes níveis de suplementação. As médias observadas foram 3.174,70; 3.404,62; 3.127,68 e 3.332,68 kg/ha de MS para os níveis de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do peso vivo (PV), respectivamente. Embora não haja significância estatística, observa-se certa oscilação nos valores, com o maior valor no nível de 0,4% e o menor no nível de 0,6% (Tabela 3).

A taxa de acúmulo de forragem (TAF) também não apresentou diferença significativa entre os tratamentos ( $P = 0,6922$ ). As médias foram negativas em todos os níveis de suplementação, com valores de -17,59; -30,27; -11,85 e -28,11 kg/ha/dia de MS para os níveis de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do PV, respectivamente. Esses dados indicam que, independentemente da suplementação, houve redução na disponibilidade de forragem ao longo do tempo.

A porcentagem de folhas apresentou efeito significativo ( $P = 0,0291$ ), com comportamento quadrático. As médias foram de 7,17% (0,2% PV), 7,64% (0,4% PV), 6,44% (0,6% PV) e 9,02% (0,8% PV). O ponto mínimo da equação ajustada foi estimado em 0,59% do PV, indicando que até esse nível houve redução na proporção de folhas, com posterior incremento. O maior valor foi observado com 0,8% de suplementação.

A porcentagem de colmo não foi influenciada significativamente pelos níveis de suplementação ( $P = 0,2881$ ). As médias observadas foram 18,73%; 20,48%; 17,35% e 20,75% para os níveis de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do PV, respectivamente. Apesar da ausência de efeito estatístico, os valores sugerem um leve aumento nos extremos em relação ao nível intermediário.

**Tabela 3:** Massa de Forragem (MF), Taxa de Acúmulo de Forragem (TAF) e Composição estrutural dos pastos de capim-marandu pastejado sob lotação contínua por bovinos Angus x Nelores suplementados no período do seco no Cerrado brasileiro.

Variáveis	Níveis de suplementação (%PV)				EPM	P-Value	ER
	0,2	0,4	0,6	0,8			
MF (kg/ha de MS) <sup>1</sup>	3174,70	3404,62	3127,68	3332,68	109,54	0,2372	<sup>1</sup> Y= 3259,92
TAF (kg/ha/dia de MS) <sup>2</sup>	-17,59	-30,27	-11,85	-28,11	3,87	0,6922	<sup>2</sup> Y= -22,95
Folha (%) <sup>3</sup>	7,17	7,64	6,44	9,02	0,784	0,0291	<sup>3</sup> Y = 10,27 - 11,06x + 13,24x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,582
Colmo (%) <sup>4</sup>	18,73	20,48	17,35	20,75	0,961	0,2881	<sup>4</sup> Y= 19,33
MM (%) <sup>5</sup>	74,1	71,88	76,21	70,23	1,432	0,0713	<sup>5</sup> Y= 73,10
RF:C <sup>6</sup>	0,38	0,37	0,37	0,44	0,037	0,3219	<sup>6</sup> Y= 0,39
RV:M <sup>7</sup>	0,35	0,39	0,31	0,42	0,037	0,0161	<sup>7</sup> Y = 0,53 - 0,61x + 0,76x <sup>2</sup> . R <sup>2</sup> = 0,427

MM: material morto. RF:C: relação folha:colmo. RV:M: relação verde:morto. ER: equação de regressão com coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>). EPM: Erro Padrão da Média.

A porcentagem de material morto (MM) também não apresentou diferença significativa entre os tratamentos ( $P = 0,0713$ ). As médias foram 74,10%; 71,88%; 76,21% e 70,23% para os níveis de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do PV, respectivamente. Embora não significativa, observa-se uma tendência de redução no maior nível de suplementação (0,8%).

A relação folha:colmo (RF:C) não foi influenciada pelos níveis de suplementação ( $P = 0,3219$ ). Os valores médios foram de 0,38; 0,37; 0,37 e 0,44 para os níveis de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do PV, respectivamente. O maior valor foi observado com 0,8%, enquanto os demais níveis apresentaram valores muito próximos entre si.

A relação verde:morto (RV:M) apresentou efeito significativo ( $P = 0,0161$ ), com ajuste quadrático. As médias foram de 0,35 (0,2% PV), 0,39 (0,4% PV), 0,31 (0,6% PV) e 0,42 (0,8% PV). O ponto mínimo da equação foi estimado em 0,40% do PV, com redução da proporção de material verde até esse nível, seguida de aumento. O maior valor observado foi com suplementação de 0,8%, demonstrando recuperação da relação verde:morto em níveis mais altos de suplementação.

No mês de junho, a massa de forragem variou de 3.026,7 a 4.307,9 kg/ha de MS entre os diferentes níveis de suplementação. As médias foram 4.234,7; 4.309,3; 3.026,7 e 4.070,7 kg/ha de MS para os níveis de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do peso vivo (PV), respectivamente. Embora o valor de  $P$  tenha sido de 0,0877, sem indicar significância estatística, observa-se redução expressiva da massa de forragem no nível de 0,6%, seguida de recuperação no nível mais alto de suplementação. A equação de regressão estimada foi  $Y = 3910,34$  (Tabela 4).

**Tabela 4.** Efeito dos níveis de suplementação na massa de forragem ao longo dos meses.

	Níveis de suplementação				EPM	P-Value	ER
	0,2%PV	0,4%PV	0,6%PV	0,8%PV			
Junho	4234,7	4309,3	3026,7	4070,7	472,19	0,0877	Y= 3910,34
Julho	3708,4	4284,8	3611,4	3949,8	446,67	0,4799	Y= 3888,61
Agosto	2944,34	3260,5	3345,1	3078,8	461,68	0,0973	Y= 3157,20
Setembro	2005,3	1930,2	2308,9	2295,4	461,68	0,8622	Y= 2134,97
Outubro	1751,1	1796,6	1851,5	1916,9	461,68	0,9480	Y= 1829,03

ER: Equação de Regressão. EPM: erro padrão da média; PV: peso vivo.

Em julho, as médias observadas para a massa de forragem foram de 3.708,4; 4.284,8; 3.611,4 e 3.949,8 kg/ha de MS nos níveis de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do PV, respectivamente. Não houve diferença significativa entre os tratamentos ( $P = 0,4799$ ). Nota-se um aumento da massa de forragem até o nível de 0,4%, seguido por uma leve queda nos níveis subsequentes.

Durante o mês de agosto, os valores médios da massa de forragem foram de 2.944,3; 3.260,5; 3.345,1 e 3.078,6 kg/ha de MS para os níveis de suplementação de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do PV, respectivamente. Apesar de o valor de P (0,0973) indicar ausência de significância estatística, houve aumento da massa até o nível de 0,6%, seguido por pequena redução com 0,8%.

No mês de setembro, as médias observadas foram as mais baixas do período: 2.005,3; 1.930,2; 2.308,9 e 2.295,4 kg/ha de MS para os respectivos níveis de suplementação. Não houve efeito significativo ( $P = 0,8622$ ), e os valores indicam oscilações discretas, sem padrão claro associado à suplementação.

Por fim, em outubro, a massa de forragem apresentou médias de 1.751,1; 1.796,6; 1.851,5 e 1.916,9 kg/ha de MS para os níveis de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do PV, respectivamente (Tabela 5). O efeito dos tratamentos não foi significativo ( $P = 0,9480$ ), e os dados revelam uma leve elevação da massa de forragem conforme o nível de suplementação aumentou. Mesmo assim, os valores permaneceram baixos, refletindo o avanço da estação seca.

Para o componente folha, não foram observadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de suplementação para nenhuma das variáveis avaliadas. O teor de matéria orgânica (MO) apresentou médias de 80,950; 80,950; 80,860 e 81,320% para os níveis de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do peso vivo (PV), respectivamente ( $P = 0,2186$ ). A proteína bruta (PB) apresentou médias de 12,055; 11,471; 11,768 e 11,090%, também sem diferença significativa ( $P = 0,5362$ ). Os teores de FDN e FDA foram igualmente estáveis entre os tratamentos, com médias variando de 69,667 a 70,728% para FDN ( $P = 0,4885$ ) e de 33,727 a 34,770% para FDA ( $P = 0,5641$ ). A digestibilidade da matéria orgânica (DIGMO) das folhas variou de 53,367 a 56,133%, sem efeito dos tratamentos ( $P = 0,2604$ ).

No componente colmo, também não houve efeito significativo dos níveis de suplementação para nenhuma das variáveis. A matéria orgânica variou de 83,605 a 83,737%, com  $P = 0,8548$ . A proteína bruta apresentou médias de 1,738; 1,407; 1,580 e 1,282%, com  $P = 0,1160$ , sendo os menores valores observados nos níveis de suplementação de 0,4 e 0,8%. A FDN oscilou entre 84,357 e 85,227% ( $P = 0,2089$ ), enquanto a FDA variou de 47,944 a 48,664% ( $P = 0,3562$ ). A digestibilidade da matéria orgânica do colmo apresentou médias de 29,725 a 30,451%, também sem diferença significativa entre os tratamentos ( $P = 0,4460$ ). No componente material morto, todos os parâmetros avaliados apresentaram valores médios próximos entre si, sem diferenças significativas ( $P > 0,05$ ). A matéria orgânica variou de 81,296 a 81,482% ( $P = 0,8387$ ).

**Tabela 5.** Composição química dos componentes Folha, colmo e material morto dos pastos de capim-marandu pastejado sob lotação contínua por bovinos cruzados Angus x Nelores suplementados no período do seco no Cerrado brasileiro.

Variáveis	Níveis de suplementação				EPM	P-Value	ER
	0,2% PV	0,4% PV	0,6% PV	0,8% PV			
-----Folha-----							
MO (%)	80,950	80,950	80,860	81,320	0,167	0,2186	Y = 81,02
PB (%)	12,055	11,471	11,768	11,090	0,484	0,5362	Y = 11,60
FDN (%)	69,667	69,775	70,111	70,728	0,530	0,4885	Y = 70,07
FDA (%)	33,727	34,434	34,109	34,770	0,540	0,5641	Y = 34,24
DIGMO (%)	55,990	54,825	56,133	53,367	1,105	0,2604	Y = 55,08
-----Colmo-----							
MO (%)	83,605	83,803	83,718	83,737	0,162	0,8548	Y = 83,72
PB (%)	1,738	1,407	1,580	1,282	0,141	0,1160	Y = 1,50
FDN (%)	84,549	85,142	84,375	85,227	0,344	0,2089	Y = 84,82
FDA (%)	47,944	49,147	48,374	48,664	0,316	0,0564	Y = 48,53
DIGMO (%)	30,927	29,725	30,431	30,059	0,546	0,4460	Y = 30,29
-----Material Morto-----							
MO (%)	81,482	81,397	81,396	81,316	0,127	0,8387	Y = 81,40
PB (%)	1,055	0,798	1,063	1,066	0,109	0,2223	Y = 0,996
FDN (%)	79,131	79,795	79,457	79,286	0,415	0,7027	Y = 79,42
FDA (%)	49,297	49,703	49,568	49,565	0,232	0,6562	Y = 49,53
DIGMO (%)	33,688	33,725	32,538	32,941	0,474	0,2138	Y = 33,22

PB: proteína bruta. FDN: fibra em detergente neutro. FDA: fibra em detergente ácido. DIGMO: digestibilidade da matéria orgânica. ER: equação de regressão. EPM: erro padrão da média.

Os teores de proteína bruta foram baixos, com médias de 1,055; 0,798; 1,063 e 1,066%, respectivamente, para os níveis de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do PV ( $P = 0,2223$ ). A FDN oscilou entre 79,131 e 79,286% ( $P = 0,7027$ ), e a FDA entre 49,297 e 49,565% ( $P = 0,6562$ ). A digestibilidade da matéria orgânica variou de 32,538 a 33,688%, sem diferença estatística entre os níveis de suplementação ( $P = 0,2138$ ).

#### *Ganho de Peso e Desempenho Animal*

O peso final dos animais aumentou com o incremento nos níveis de suplementação, com médias de 301,67; 328,83; 324,50 e 350,75 kg para os níveis de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do peso vivo (PV), respectivamente. O maior valor foi observado com 0,8% do PV, indicando incremento de 49,08 kg em relação ao tratamento com menor suplementação (Tabela 6).

O ganho médio diário (GMD) também apresentou resposta crescente à suplementação, com médias de 0,330; 0,488; 0,496 e 0,673 kg/dia para os respectivos níveis. O maior valor foi obtido com 0,8% do PV, o que representa aumento de 0,343 kg/dia em comparação ao nível de 0,2%, evidenciando forte resposta à elevação da suplementação.

O ganho de peso por área (GPA) aumentou com os níveis de suplementação, passando de 1,16 kg/ha no nível de 0,2% para 2,30 kg/ha no nível de 0,8%. Este incremento de 1,14 kg/ha representa praticamente o dobro do ganho por área inicial, demonstrando maior eficiência produtiva da área com maiores níveis de suplemento.

O ganho total individual apresentou valores de 51,87; 78,80; 74,96 e 101,25 kg, aumentando de forma consistente com a elevação da suplementação. O menor valor foi registrado no nível de 0,2% e o maior no de 0,8%, com incremento total de 49,38 kg por animal. No ganho de peso por hectare, também foi observada resposta linear crescente à suplementação, com médias de 182,00; 276,50; 263,01 e 355,26 kg/ha. A diferença entre os extremos representa um acréscimo de 173,26 kg/ha, indicando maior produtividade da área à medida que se aumentou a suplementação.

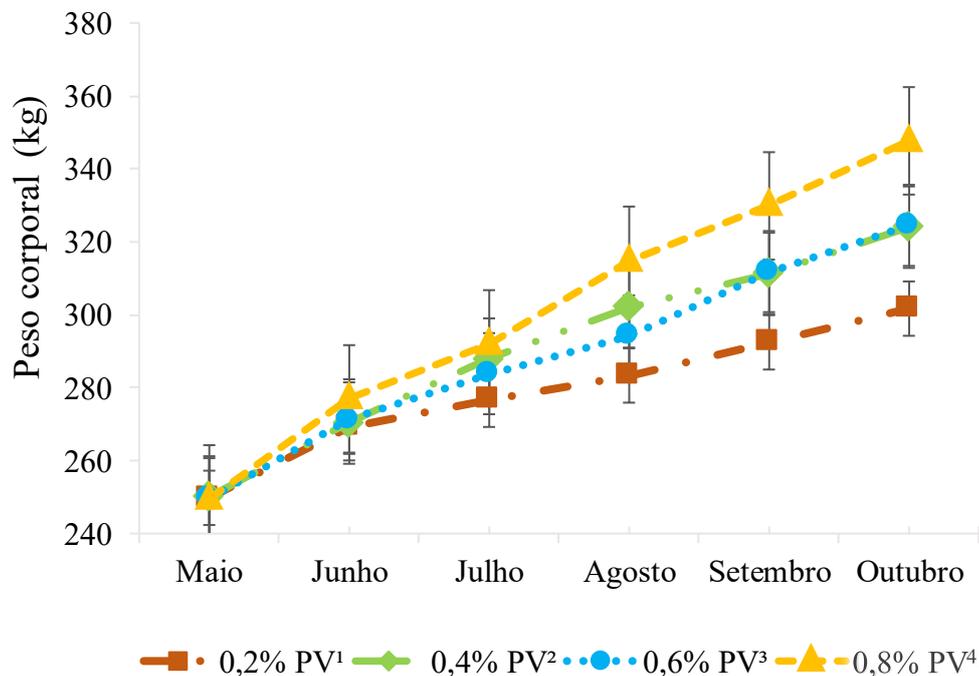
**Tabela 6.** Desempenho de bovinos Angus x Nelores submetidos a diferentes níveis de suplementação em pastos de capim-marandu durante o período seco no Cerrado brasileiro.

Variáveis	Nível de suplementação				ER
	0,2% PV	0,4% PV	0,6% PV	0,8% PV	
Peso inicial, (Kg).	250,04	249,79	249,54	249,50	Y = 249,72
Peso final, (Kg) <sup>1</sup> .	301,67	328,83	324,50	350,75	<sup>1</sup> Y = 290,7 + 171,455x R <sup>2</sup> = 0,8412
GMD, (Kg/dia) <sup>4</sup> .	0,330	0,488	0,496	0,673	<sup>4</sup> Y = 0,2382 + 0,5174x R <sup>2</sup> = 0,9113
GPA, (Kg/ha) <sup>5</sup> .	1,16	1,71	1,74	2,36	<sup>5</sup> Y = 0,8356 + 1,8154x R <sup>2</sup> = 0,9113
Ganho total, (Kg) <sup>2</sup> .	51,87	78,80	74,96	101,25	<sup>2</sup> Y = 40,645 + 72,15x R <sup>2</sup> = 0,8487
Ganho total/ha, (Kg/ha) <sup>3</sup> .	182,00	276,50	263,01	355,26	<sup>3</sup> Y = 142,61 + 253,16x R <sup>2</sup> = 0,8487
TLi (UA/ha).	1,95	1,95	1,95	1,95	y = 1,95
TLf (UA/ha) <sup>6</sup> .	2,35	2,56	2,53	2,73	<sup>6</sup> Y = 2,265 + 0,555x R <sup>2</sup> = 0,8477

PV: Peso Vivo; GMD: Ganho Médio Diário; GPA: Ganho de Peso por Área; GPT: Ganho de Peso Total; UA: Unidade Animal (450 kg de PV); TLI: Taxa de Lotação Inicial; TLF: Taxa de Lotação Final; ER: Equação de Regressão com coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>).

A taxa de lotação inicial (TLI) foi constante em todos os tratamentos, com valor de 1,95 UA/ha. Já a taxa de lotação final (TLF) apresentou incremento conforme o nível de suplementação, com valores de 2,35; 2,56; 2,53 e 2,73 UA/ha, respectivamente. O valor máximo foi registrado no nível de 0,8% do PV, representando aumento de 0,38 UA/ha em relação ao tratamento com menor suplementação.

No início do experimento, em maio, os pesos médios dos animais eram bastante próximos entre os tratamentos, variando de 249,50 kg (0,8% PV) a 250,04 kg (0,4% PV). Conforme os meses avançaram, observou-se um aumento progressivo do peso dos animais em todos os tratamentos, com diferenças que se tornaram mais evidentes a partir de julho (Figura 2).



**Figura 2.** Evolução do peso vivo (kg) ao longo do tempo para diferentes níveis de suplementação (% PV).

Em junho, os pesos médios variaram entre 269,29 kg (0,2% PV) e 276,92 kg (0,8% PV), já indicando um efeito positivo do maior nível de suplementação. Em julho, os animais do grupo com 0,8% PV atingiram 292,00 kg, enquanto os demais tratamentos apresentaram pesos menores (276,67 kg para 0,2% PV, 287,83 kg para 0,4% PV e 283,83 kg para 0,6% PV).

No mês de agosto, o grupo suplementado com 0,8% PV continuou a se destacar, alcançando 314,92 kg, seguido pelos tratamentos com 0,6% PV (294,17 kg), 0,4% PV (302,16 kg) e 0,2% PV (283,33 kg). Em setembro, as diferenças ficaram ainda mais marcantes, com o maior peso sendo registrado no grupo com 0,8% PV (329,83 kg), enquanto os outros

tratamentos apresentaram pesos médios de 311,83 kg (0,6% PV), 311,30 kg (0,4% PV) e 292,42 kg (0,2% PV).

Ao final do período experimental, em outubro, os animais suplementados com 0,8% PV atingiram o maior peso vivo médio (347,67 kg), seguidos pelos grupos com 0,6% PV (324,50 kg) e 0,4% PV (324,00 kg). O menor ganho foi registrado no grupo suplementado com 0,2% PV, que atingiu 301,67 kg.

Observa-se um efeito positivo da suplementação sobre o GMD, com valores mais elevados para os maiores níveis de suplementação. Em todos os níveis testados, houve variação mensal no desempenho dos animais, sendo os maiores valores registrados nos meses de agosto e outubro.

No nível de 0,2% PV, o GMD manteve-se em valores mais baixos, enquanto no nível de 0,8% PV, o desempenho foi superior, atingindo aproximadamente 0,80 kg/dia em outubro. Essa variação pode estar relacionada à sazonalidade da forrageira, disponibilidade de forragem e adaptação dos animais ao suplemento.

#### *Comportamento ingestivo*

O tempo de pastejo foi influenciado de forma significativa ( $P < 0,0001$ ), com comportamento quadrático (Tabela 7). As médias foram de 8,76; 7,00; 7,35 e 7,91 horas para os níveis de suplementação de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do peso vivo (PV), respectivamente. O ponto mínimo estimado foi de 0,56% do PV, indicando que até esse nível houve redução no tempo de pastejo, com posterior aumento. A menor média foi registrada no nível de 0,4%, enquanto a maior ocorreu com 0,2%.

O tempo de ócio também apresentou efeito significativo ( $P < 0,0001$ ) e comportamento quadrático. As médias observadas foram de 1,97; 3,23; 2,74 e 2,20 horas para os respectivos níveis de suplementação. O ponto máximo estimado foi de 0,50% do PV, sendo a maior média registrada no nível de 0,4%. A partir desse ponto, observou-se uma redução no tempo de ócio conforme aumentou-se a suplementação.

O tempo de permanência no cocho de água apresentou efeito significativo ( $P = 0,0002$ ), com resposta quadrática. As médias foram de 0,22; 0,10; 0,13 e 0,14 horas para os níveis de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do PV. O ponto mínimo estimado foi próximo a 0,44% do PV, sugerindo que a frequência ou duração de visitas ao bebedouro foi menor nesse intervalo de suplementação, com incremento leve nos níveis seguintes.

**Tabela 7:** Comportamento ingestivo diurno, em horas, de bovinos Angus x Nelores suplementados em pastos de capim-marandu no período do seco no Cerrado brasileiro.

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

ER: equação de regressão com coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>). EPM: Erro Padrão da Média. P = valor de significância estatística.

O tempo destinado à suplementação também foi influenciado de forma significativa ( $P = 0,0006$ ), com comportamento quadrático. As médias foram 0,42; 0,61; 0,85 e 0,79 horas para os respectivos níveis de suplementação. O valor máximo estimado foi de 0,71% do PV, com a maior média observada no nível de 0,6%. A partir desse ponto, houve leve redução.

A taxa de bocados (bocados/minuto) apresentou efeito significativo ( $P = 0,0001$ ) e comportamento quadrático. As médias foram de 27,98; 28,51; 33,68 e 26,67 para os níveis de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do PV, respectivamente. O ponto máximo estimado foi de 0,47% do PV, com a maior taxa observada no nível de 0,6%, representando um aumento de aproximadamente 6 bocados/min em relação ao nível mais baixo. No entanto, houve queda acentuada no nível mais alto de suplementação. A única variável sem efeito significativo foi o tempo de ruminação ( $P = 0,0631$ ), cujas médias foram de 0,78; 1,17; 0,91 e 0,96 horas, sem diferença estatística entre os tratamentos.

#### *Análise econômica*

A receita por animal aumentou significativamente com a elevação da suplementação, com valores médios de R\$ 471,84; R\$ 716,66; R\$ 681,80 e R\$ 920,94 para os níveis de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do peso vivo (PV), respectivamente. O maior valor foi registrado no nível de 0,8%, representando um incremento de R\$ 449,10 por animal em comparação ao menor nível de suplementação.

De maneira semelhante, a receita por hectare também apresentou acréscimos expressivos, com médias de R\$ 1.655,57; R\$ 2.514,61; R\$ 2.392,27 e R\$ 3.231,36, respectivamente. O valor mais alto foi observado no nível de 0,8% do PV, com aumento de R\$ 1.575,79 por hectare em relação à suplementação de 0,2%.

As despesas com suplementação acompanharam o aumento dos níveis de fornecimento, apresentando crescimento significativo tanto por animal quanto por hectare. Os custos por animal foram de R\$ 62,86; R\$ 131,86; R\$ 196,30 e R\$ 273,69 para os respectivos níveis de suplementação, com acréscimo de R\$ 210,83 do menor para o maior nível. Considerando os custos por hectare, os valores foram de R\$ 220,56; R\$ 463,06; R\$ 688,79 e R\$ 960,35, evidenciando um aumento total de R\$ 739,79 entre os extremos.

**Tabela 8.** Receita, despesa com suplementação e margem bruta por animal e por hectare em função dos níveis de suplementação (% do peso vivo).

	Nível de suplementação (%PV)				EPM	P-Value	ER
	0,2	0,4	0,6	0,8			
Receita (R\$)							
R\$/animal <sup>1</sup>	471,84	716,66	681,80	920,94	155,872	0,0001	<sup>1</sup> Y = 369,70 + 656,2x R <sup>2</sup> = 0,8489
R\$/hectare <sup>2</sup>	1.655,57	2.514,61	2.392,27	3.231,36	546,921	0,0001	<sup>2</sup> Y = 1297,20 + 2302,51x R <sup>2</sup> = 0,8489
Despesa com suplementação (R\$)							
R\$/animal <sup>3</sup>	62,86	131,86	196,30	273,69	7,485	0,0001	<sup>3</sup> Y = -8,055 + 348,41x R <sup>2</sup> = 0,9986
R\$/hectare <sup>4</sup>	220,56	463,06	688,79	960,32	26,264	0,0001	<sup>4</sup> Y = -28,064 + 1222,49x R <sup>2</sup> = 0,9986
Margem bruta (R\$)							
R\$/animal <sup>5</sup>	408,98	584,69	485,49	647,25	151,275	0,0019	<sup>5</sup> Y = 377,70 + 307,805x R <sup>2</sup> = 0,5681
R\$/hectare <sup>6</sup>	1.435,01	2.051,55	1.703,48	2.271,04	530,790	0,0019	<sup>6</sup> Y = 1325,26 + 1080,016x R <sup>2</sup> = 0,5681

Médias dos valores de receita, despesa com suplementação e margem bruta (R\$) por animal e por hectare para diferentes níveis de suplementação (%PV). EPM = erro padrão da média; P = valor de significância estatística. ER: equação de regressão com coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>).

A margem bruta por animal também foi positivamente influenciada pela suplementação. As médias observadas foram de R\$ 408,98; R\$ 584,69; R\$ 485,49 e R\$ 647,25, com o maior valor sendo obtido no nível de 0,8% do PV. Em comparação ao menor nível de suplementação, o incremento na margem bruta por animal foi de R\$ 238,27. A margem bruta por hectare seguiu o mesmo padrão, com médias de R\$ 1.435,01; R\$ 2.051,55; R\$ 1.703,48 e R\$ 2.271,01. O maior valor foi novamente registrado com 0,8% do PV, representando um acréscimo de R\$ 836,00 por hectare em relação ao menor nível.

### **Discussão**

A condição da pastagem ao longo do experimento foi o ponto de partida para a resposta animal, caracterizada por um cenário de degradação progressiva devido ao avanço do período seco, um processo alinhado ao comportamento fisiológico de gramíneas tropicais (Minson, 1990). A constatação de uma taxa de acúmulo de forragem (TAF) consistentemente negativa e a estabilidade da massa de forragem (MF) entre os níveis de suplementação são as evidências centrais de que o pasto estava sendo consumido em uma velocidade maior do que sua capacidade de reposição. Este é um fenômeno esperado para pastagens tropicais sob estresse hídrico, como discutido por Barbero *et al.* (2021) em seu trabalho com novilhos Nelore em pastagens de capim-marandu durante a estação seca. Diferentemente de uma simples degradação linear, a estrutura do pasto revelou uma interação mais complexa.

Não houve efeito significativo da suplementação sobre as porcentagens de colmo e material morto, mas sim um efeito quadrático sobre a porcentagem de folhas e a relação verde:morto (RV:M). Este resultado sugere que animais com maior saciedade exerceram menor pressão de pastejo seletivo, um comportamento adaptativo descrito na obra fundamental de Hodgson (1990) sobre manejo de pastejo. Estudos recentes, como o de Rocha *et al.* (2023), que avaliaram novilhas de corte em pastagens tropicais, também discutem como a suplementação pode alterar a interação do animal com o pasto, influenciando a estrutura da forragem.

A suplementação não alterou a composição química da forragem, que se manteve com baixa qualidade nutricional, um reflexo da sua maturidade avançada, como preconiza Van Soest (1994) em seu tratado sobre ecologia nutricional de ruminantes. Os teores de proteína bruta (PB) nos colmos e no material morto foram extremamente baixos, ficando abaixo do limiar crítico de 7% para o bom funcionamento ruminal, conforme alertado por Detmann *et al.* (2014) em sua avaliação sobre as exigências de proteína para bovinos de corte em pastejo. A elevada concentração de fibra impõe uma severa limitação física e digestiva. Nesse contexto, o suplemento atuou como uma ferramenta de precisão, corrigindo as deficiências da dieta basal. Esta estratégia é fundamental para mitigar as perdas de peso típicas do período seco, o que é

corroborado pela meta-análise de Gionbelli *et al.* (2016), que compilou dados de bovinos de corte em crescimento sob pastejo em forragens tropicais.

O impacto desta correção nutricional no desempenho animal foi notável e inequívoco. Observou-se uma resposta linear e robusta, na qual o ganho de peso diário (GMD) mais que dobrou do menor para o maior nível de suplementação. Consequentemente, a produtividade da área também praticamente dobrou. Estes ganhos são consistentes com estudos recentes como o de Costa *et al.* (2022), que registraram melhorias lineares no desempenho de novilhos Nelore com o aumento da suplementação na seca em pastos diferidos. Da mesma forma, Difante *et al.* (2011) observaram melhorias no desempenho de novilhos de corte em capim-marandu sob diferentes estratégias de suplementação no período seco, e Sales *et al.* (2008) documentaram o mesmo efeito aditivo em novilhos Nelore em terminação em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, também na seca. Adicionalmente, o incremento no acabamento de carcaça, como o observado por Montagner *et al.* (2013) ao avaliar a terminação de novilhos Nelore em pastagens de capim-marandu, é um benefício esperado que agrega ainda mais valor a esta estratégia.

O comportamento ingestivo dos animais foi claramente modulado. O efeito quadrático no tempo de pastejo é particularmente elucidativo. Nos níveis intermediários de suplementação, observou-se o clássico "efeito substitutivo", fenômeno documentado por Ferreira *et al.* (2009) em novilhos Nelore em pastagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk durante a estação seca. Contudo, no maior nível de suplemento, os animais retomaram o tempo de pastejo, sugerindo que a melhoria no ambiente ruminal estimulou um maior consumo de forragem, uma hipótese apoiada por Bremm *et al.* (2008) em seu estudo com novilhas de corte em um sistema de pastagem de clima temperado (aveia e azevém). Este comportamento foi acompanhado por uma acentuada queda na taxa de bocados no mesmo nível, indicando que os animais mais satisfeitos adotaram uma estratégia de pastejo mais seletiva e menos apressada.

Do ponto de vista econômico, a intensificação via suplementação se provou a decisão mais acertada. Apesar do custo crescente, o investimento foi amplamente compensado pelo aumento na produtividade, resultando na maior margem bruta por animal e por hectare no nível mais elevado. Este resultado está em linha com análises bioeconômicas recentes, como a de Goes *et al.* (2021), que, ao avaliarem diferentes estratégias de suplementação para terminação de bovinos Nelore a pasto, também encontraram maior retorno econômico nos sistemas mais intensivos. A análise reforça, contudo, a importância de monitorar a relação de custo dos insumos e o preço da arroba, um ponto crítico para a rentabilidade, como bem demonstrado por Barros *et al.* (2007) em sua análise de sistemas pasto-suplemento para bovinos em recria e

engorda e por Figueiredo *et al.* (2007) em seu trabalho com novilhos mestiços em pastejo na época seca.

Em suma, a suplementação estratégica não apenas aumenta o ganho de peso, mas redefine a eficiência do sistema, permitindo encurtar o ciclo produtivo e mitigar os riscos associados à estacionalidade forrageira, o que gera benefícios financeiros e ambientais ao reduzir a idade de abate e otimizar o uso da terra.

### **Conclusão**

A suplementação proteico-energética no nível de 0,8% do peso vivo é a mais eficaz, proporcionando os melhores resultados de desempenho produtivo e econômico para bovinos em pastagens de capim-marandu durante o período seco no Cerrado brasileiro. Recomenda-se a suplementação com 0,8% do peso vivo como a alternativa mais eficiente para otimizar o desempenho animal e a lucratividade da produção durante o período seco.

### Referências bibliográficas

- BARBERO, R. P.; ZANETTI, D.; NASCIMENTO, C. F. do; CORRÊA, L. B.; REIS, R. A. Finishing strategies for beef cattle on pasture: Supplementation levels and nitrogen balance. *Animal Feed Science and Technology*, v. 277, 114963, 2021.
- BARROS, L. V.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; *et al.* Análise econômica de quatro estratégias de suplementação para recria e engorda de bovinos em sistema pasto-suplemento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 5, p. 1443-1453, 2007.
- BREMM, C.; ROCHA, M. G. da; RESTLE, J.; *et al.* Comportamento ingestivo de novilhas de corte em pastagem de aveia preta e azevém com distintos níveis de suplementação energética. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 6, p. 1040-1046, 2008.
- COSTA, T. G.; CUNHA, C. S.; ALMEIDA, R. G.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Performance and economic analysis of supplemented Nellore cattle on deferred pastures during the dry season. *Tropical Animal Health and Production*, v. 54, n. 4, 235, 2022.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S.; *et al.* An evaluation of the performance and efficiency of the National Research Council (2000) and Brazilian (2006) recommendations for crude protein requirements of grazing beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 43, n. 8, p. 434-445, 2014.
- DIFANTE, G. dos S.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; *et al.* Características da pastagem e desempenho de novilhos de corte em capim-marandu submetidos a estratégias de suplementação no período seco. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 12, p. 2649-2657, 2011.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.
- FERREIRA, D. J.; SILVA, F. F. da; SÁ, J. F. de; *et al.* Comportamento ingestivo de novilhos Nelore recebendo suplementos com diferentes fontes de proteína em pastagem de *Brachiaria decumbens* durante a estação seca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 10, p. 2049-2058, 2009.
- FIGUEIREDO, D. M.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; *et al.* Fontes de Proteína em Suplementos para Terminação de Novilhos Mestiços em Pastejo Durante a Época Seca: Desempenho Produtivo e Características de Carcaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 4, p. 915-924, 2007.
- GIONBELLI, M. P.; PAULINO, P. V. R.; SERÃO, N. V. L.; *et al.* Meta-analysis of the effects of protein supplementation on the performance of growing beef cattle grazing tropical forages. *Livestock Science*, v. 189, p. 69-76, 2016.
- GOES, R. H. de T. B.; BRAGA, A. P.; SOUZA, C. J. S. de; MANCIO, A. B.; LIMA, L. F. P. Bioeconomic efficiency of supplementation strategies for finishing Nellore cattle on pasture. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 42, n. 3, p. 1279-1296, 2021.

- GURGEL, A. L. C.; DIFANTE, G. dos S.; ROBERTO, F. F. S.; *et al.* Estratégias de suplementação para bovinos de corte em pastejo no período seco. *Pubvet*, v. 11, n. 1, p. 77-87, 2017.
- GURGEL, A. L. C.; EMERENCIANO NETO, J. V.; OLIVEIRA, R. L.; *et al.* Nutritive value of tropical forages during the dry season for grazing cattle. *Animals*, v. 10, n. 8, 1332, 2020.
- HODGSON, J. *Grazing management: science into practice*. Longman Scientific & Technical, Harlow, 1990. 203 p.
- MARTEN, G. C.; SHENK, J. S.; BARTON II, F. E. Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS): analysis of forage quality. Washington: USDA, Agriculture Handbook, n. 643, 1985. 96 p.
- MINSON, D. J. *Forage in ruminant nutrition*. Academic Press, San Diego, 1990. 483 p.
- MONTAGNER, D. B.; TATE, K. W.; BRANCO, R. H.; LA SCALA JR, N.; LAZZARINI, I. Carcass characteristics of Nelore steers finished on Marandu pasture with different supplementation strategies. *Journal of Animal Science*, v. 91, n. 9, p. 4418-4426, 2013.
- PAULINO, P. V. R.; GIONBELLI, M. P.; MARCONDES, M. I.; *et al.* A suplementação como ferramenta para o aumento da produção de bovinos de corte a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 3., 2017, Lavras. Anais... Lavras: UFLA, 2017. p. 1-32.
- ROCHA, G. C.; GOMES, V. M.; EUCLIDES, V. P. B.; MISTURA, C.; BARBOSA, R. A. Sward structure and ingestive behavior of beef heifers on signalgrass pastures under supplementation strategies. *Grass and Forage Science*, v. 78, n. 1, p. 94-106, 2023.
- RODRIGUES JÚNIOR, G. D. Valor nutritivo e características fermentativas da silagem de capim-marandu submetido a diferentes estratégias de pré-emurchecimento. 2015. 78 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, 2015.
- SALES, F. L.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; *et al.* Níveis de suplementação para novilhos Nelore em fase de terminação em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante a estação seca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 2, p. 358-366, 2008.
- SILVA, F. F. da; SÁ, J. F. de; SCHIO, A. R.; *et al.* Suplementação para bovinos em pastejo: associação do consumo de suplemento e da forragem. *Archivos de Zootecnia*, v. 58, n. 222, p. 15-28, 2009.
- VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Cornell University Press, Ithaca, 1994. 476 p.
- WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, v. 37, n. 1, p. 29-38, 1934.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A suplementação proteico-energética em bovinos recriados em pastos de capim-marandu durante o período seco no Cerrado brasileiro demonstrou impacto significativo no desempenho produtivo dos animais. Observou-se um efeito positivo do aumento nos níveis de suplementação sobre o ganho médio diário (GMD), o peso final dos animais e a taxa de lotação. O fornecimento de 0,8% do peso vivo em suplemento resultou nos maiores ganhos produtivos, confirmando a importância da suplementação na mitigação dos efeitos da sazonalidade sobre a disponibilidade e a qualidade da forragem.

A análise econômica mostrou que, apesar do aumento nos custos com suplementação, a margem bruta por hectare foi superior nos maiores níveis de suplementação, indicando que essa estratégia pode ser economicamente viável, desde que bem planejada e associada a um manejo eficiente das pastagens.

Portanto, a suplementação proteico-energética se apresenta como uma alternativa eficaz para melhorar o desempenho animal e a produtividade de sistemas de recria em pasto no Cerrado brasileiro. No entanto, recomenda-se que novos estudos sejam realizados para avaliar a viabilidade econômica a longo prazo e a sustentabilidade desse modelo de intensificação.