



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ANDERSON LOPES PEREIRA

ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO PARA NOVILHAS EM PASTO DE CAPIM
MOMBAÇA

AREIA

2024

ANDERSON LOPES PEREIRA

**ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO PARA NOVILHAS EM PASTO DE CAPIM
MOMBAÇA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ) da Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção de Ruminantes, Forragicultura e Pastagens

Orientador: Edson Mauro Santos

Coorientador: José Neuman Miranda Neiva

AREIA

2024

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

P436e Pereira, Anderson Lopes.

Estratégias de suplementação para novilhas em pasto
de capim Mombaça / Anderson Lopes Pereira. -
Areia:UFPB/CCA, 2024.
83 f.

Orientação: Edson Mauro Santos.

Coorientação: José Neuman Miranda Neiva.

Tese (Doutorado) - UFPB/PPGZ.

1. Bos indicus. 2. Estratégias alimentares. 3.
Desempenho animal. 4. Forragem tropical. 5. Megathyrsus
maximum. I. Santos, Edson Mauro. II. Neiva, José Neuman
Miranda. III. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 636 (043.2)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

PARECER DE DEFESA DE TRABALHO DE TESE

TÍTULO: “ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO PARA NOVILHAS EM PASTO DE
CAPIM MOMBAÇA”

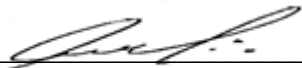
AUTOR: ANDERSON LOPES PEREIRA

ORIENTADOR: PROF. DR. EDSON MAURO SANTOS

JULGAMENTO

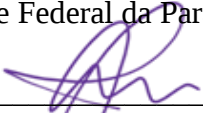
CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES



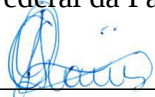
Prof. Dr. Edson Mauro Santos
Presidente

Universidade Federal da Paraíba - UFPB

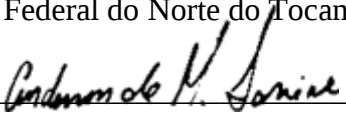


Prof.ª Dra. Juliana Silva de Oliveira
Examinadora

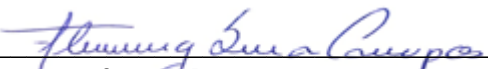
Universidade Federal da Paraíba - UFPB



Prof.ª Dra. Fabrícia Rocha Chaves Miotto
Examinadora
Universidade Federal do Norte do Tocantins - UFNT



Prof. Dr. Anderson de Moura Zanine
Examinador
Universidade Federal do Maranhão - UFMA



Prof. Dr. Fleming Sena Campos
Examinador
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Areia, 27 de fevereiro de 2024

Dedico este momento especial a Deus, pelo dom da vida e por estar presente em minha vida diariamente, sendo meu guia em cada desafio enfrentado.

Aos meus amados pais, Damaso Galvão Pereira Neto e Maria Luiza Lopes, cujo apoio incondicional e sacrifícios sem medida tornaram possível cada passo do meu caminho. Seus incansáveis esforços para me educar e demonstrar o real valor da vida. A vocês, meu eterno e infinito amor e gratidão.

Aos meus queridos irmãos, Laryssa Lopes Ramos e Guilherme Torres Pereira, pelo companheirismo, incentivo e carinho tem sido pilares fundamentais ao longo de toda a minha jornada.

Aos meus amados familiares, e especialmente à saudosa avó Cecília Farias Pereira (*in memoriam*), minhas tias e tios, Ana Lourdes, Raimunda (Calu), Fernanda, Conceição, Fernando e Raimundo, que sempre me envolveram com carinho, atenção e incentivo, encorajando-me a perseguir meus sonhos e objetivos.

A minha companheira, Josilene Serra, por todo apoio e amor, que tem sido uma fonte de força e inspiração em minha jornada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por se estar presente em minha vida, me guiando nos seus caminhos, dando-me tranquilidade e forças para seguir em frente com meus objetivos e não desanimar com as dificuldades.

Agradeço aos meus familiares, principalmente aos meus pais Maria Luiza Lopes e Damaso Galvão Pereira Neto, que nunca mediram esforços para me ajudar, por todo amor, dedicação e confiança depositada em mim, por entenderem as minhas faltas nas reuniões de família e por entenderem que esse afastamento seria importante para meu crescimento pessoal e profissional.

Às tias e tios, Ana Lourdes, Raimunda (Calu), Fernanda, Conceição, Fernando, Raimundo, Walber, Dorian, Cleudes, que sempre me deram forças para continuar e nunca desistir dos meus sonhos.

Agradecer a minha companheira Josilene Serra, por todo o seu companheirismo, confiança, e por me dá forças para continuar e nunca desistir da pós-graduação.

À Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia (PPGIZ) e aos docentes, por terem contribuído significativamente para a minha vida acadêmica, mesmo que por meio do ensino remoto, me proporcionando aprendizado constante, para desenvolvimento pessoal e profissional com excelência.

À Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), ao Programa de Pós-Graduação Integrado em Ciência Animal Tropical, aos docentes por terem contribuído no desenvolvimento da pesquisa experimental, e a todo o seu suporte laboratorial.

Aos técnicos de laboratório, Josimar e Adriano responsáveis pelo Laboratório de Nutrição Animal da UFNT, por todo suporte, apoio e paciência no momento das análises laboratoriais. Aos funcionários terceirizados da UFNT, Seu Elimar, Seu Raimundo, Oziel, Pop, Josafan, Neguinha, e a todos que estiveram presentes ao longo de toda a pesquisa experimental.

Aos amigos e colaboradores do Grupo de Pesquisa Do Campus para o Campo, por todo suporte, ajuda e acolhimento.

Agradecer aos funcionários da Chácara Santa Luzia, Chico e Raimundo, que foram peças chaves no desenvolvimento da pesquisa no suporte mais árduo da experimentação, meus sinceros muito obrigado.

Agradecer aos amigos (as) de pós-graduação e residência: Daniel Tavares, Bernardo, Vitor Maués, Arnon Conrado, Wenner Vinicius, Milena Alves, Roberta Freitas, Francilda Mercês, Deucélia, Kamilla, Neuza Vitória, Paolla, Silvestre e Júnior. Obrigado pela valiosa amizade, companheirismo e ensinamentos, levo todos em meu coração.

Agradeço a todos os bolsistas, estagiários e colaboradores do “Campus para o Campo” e do setor de Bovinocultura de Leite, Josué Alencar, Jossiel Santos, Yanara Oliveira, Vinicius Borges, Rute Dedicio, Daniela Nunes, Luís Gustavo, Yago Patrocinio, Janaína, Marina, João Cabral, Hugo Miranda, Tays Feitosa, Mirelle Souza, Luiza Silva, Thays Matias pela dedicação na exaustiva rotina durante o período experimental, pois não mediram esforços para me ajudar neste período. E assim, acabaram-se firmando grandes amizades durante o curso de Doutorado.

Agradeço ao Grupo de Forragicultura (GEF) pelo apoio inestimável durante a conclusão do meu doutorado. Em particular, quero estender meus agradecimentos aos meus primos Alberto Macedo e Paulo Junior, pela convivência e por inúmeras ajudas essenciais durante a fase de escrita da tese. Além disso, gostaria de agradecer a todos os colaboradores do GEF, pela presença e apoio, seja através de um sorriso, uma palavra positiva ou contribuições científicas.

Aos meu orientador Prof. Dr. Edson Mauro Santos, gostaria de estender minha profunda gratidão. Sua orientação serena e comprometida foi fundamental para o desenvolvimento das minhas atividades acadêmicas. Agradeço imensamente pelos conselhos, orientações e, sobretudo, pela confiança depositada em mim ao longo do doutorado. Seu apoio foi essencial e jamais será esquecido.

Ao Prof. Dr. José Miranda Neiva, que foi uma peça-chave ao longo do doutorado, principalmente cedendo a Chácara Santa Luzia para o desenvolvimento das atividades experimentais, além de conseguir captar recursos com empresas parceiras para desenvolver todos os experimentos da tese.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo, que é um meio de sobrevivência e de desenvolvimento da pesquisa acadêmica.

Agradeço a todos que me ajudaram de forma direta e indiretamente para a construção e execução deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos!

Dificuldades preparam pessoas comuns para destinos extraordinários
(Clive Staples Lewis)

ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO PARA NOVILHAS EM PASTO DE CAPIM MOMBAÇA

RESUMO GERAL

A suplementação de novilhas em pastos tropicais requer estratégias nutricionais maximizem o desempenho produtivo e a eficiência reprodutiva, mesmo em condições climáticas desfavoráveis para a produção de forragem. Diante disso, dois estudos foram realizados para avaliar diferentes estratégias de suplementação para novilhas primíparas em pasto de capim Mombaça em diferentes estações do ano. No primeiro capítulo, objetivou-se avaliar o efeito da suplementação durante três períodos (outono, inverno e primavera) sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de novilhas Nelore em pasto de capim Mombaça. A hipótese desse estudo era que níveis superiores a 14% de proteína bruta (PB) pudessem acelerar a precocidade produtiva e reprodutiva de novilhas primíparas Nelore. A estratégia de suplementação que continha 15% de PB proporcionou melhor desempenho das novilhas, com aumento do peso corporal final, ganho de peso total, taxa de lotação e taxa de prenhez e destacando-se na primavera pela melhoria na quantidade e qualidade da forragem disponível associados a suplementação. No segundo capítulo, objetivou-se avaliar três estratégias de suplementação proteico energética sobre o desempenho e parâmetros bioquímicos de novilhas mantidas em pasto de capim Mombaça durante o período chuvoso. A hipótese desse estudo era o maior nível de oferta do suplemento proteico-energético maximizaria o desempenho produtivo sem causar danos metabólicos as novilhas. Os resultados indicaram que a estratégia que tinha a oferta de 0,6% do peso corporal favoreceu o desempenho produtivo, com maior ganho de peso total e ganho médio diário, sem causar danos metabólicos, sem a necessidade de maiores níveis de oferta para este período.

Palavras-Chave: *Bos indicus*; estratégias alimentares; desempenho animal; forragem tropical; *Megathyrsus maximum*.

SUPPLEMENTATION STRATEGIES FOR HEIFERS IN MOMBAÇA GRASS PASTURE

GENERAL ABSTRACT

Supplementing heifers on tropical pastures requires nutritional strategies that maximize productive performance and reproductive efficiency, even in unfavorable climatic conditions for forage production. Therefore, two studies were carried out to evaluate different supplementation strategies for primiparous heifers on Mombaça grass pasture in different seasons. In the first chapter, the objective was to evaluate the effect of supplementation during three periods (autumn, winter, and spring) on the productive and reproductive performance of Nelore heifers on the Mombaça grass pasture. This study hypothesized that levels above 14% of crude protein (CP) could accelerate the productive and reproductive precocity of primiparous Nelore heifers. The supplementation strategy that contained 15% CP provided better performance of the heifers, with an increase in final body weight, total weight gain, stocking rate, and pregnancy rate, and stood out in the spring due to the improvement in the quantity and quality of available forage associated with supplementation. In the second chapter, the objective was to evaluate three protein-energy supplementation strategies on the performance and biochemical parameters of heifers kept on Mombaça grass pasture during the rainy season. This study hypothesized that the highest level of protein-energy supplement supply would maximize productive performance without causing metabolic damage to the heifers. The results indicated that the strategy that offered 0.6% of body weight favored productive performance, with greater total weight gain and average daily gain, without causing metabolic damage, and without the need for higher levels of supply for this period.

Keywords: Animal performance; *Bos indicus*; feeding strategies; *Megathyrsus maximum*; tropical forage.

LISTA DE FIGURAS

3 CAPÍTULO I – EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO NO DESEMPENHO PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE NOVILHAS NELORE EM PASTO DE CAPIM MOMBAÇA

Figura 1. Índices climáticos (A) e balanço hídrico (B) ao longo de todo o período experimental..... 48

4 CAPÍTULO II – ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO NA RECRIA DE NOVILHAS DE CORTE EM PASTO DE CAPIM MOMBAÇA NO PERÍODO DAS ÁGUAS

Figura 1. Índices climáticos ao longo de todo o período experimental..... 68

LISTA DE TABELAS

3 CAPÍTULO I – EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO NO DESEMPENHO PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE NOVILHAS NELORE EM PASTO DE CAPIM MOMBAÇA

Tabela 1. Composição química dos suplementos concentrados utilizados (g.kg.MS ⁻¹).....	50
Tabela 2. Fornecimento de suplemento ao longo do período experimental.....	51
Tabela 3. Descrição dos escores do trato reprodutivo (ETR) com base nas características uterinas e ovarianas.....	53
Tabela 4. Componentes produtivos e morfológicos do pasto de capim <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaça ao longo dos períodos de pastejo.....	54
Tabela 5. Desdobramento da interação da altura do pasto de capim <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaça ao longo dos períodos de pastejo.....	55
Tabela 6. Composição química de pastagem <i>Megathyrsus Maximum</i> cv. Mombaça ao longo dos períodos de pastejo.	56
Tabela 7. Desempenho produtivo de novilhas Nelore submetidas a estratégias de suplementação para precocidade na parição.....	56
Tabela 8. Desdobramento da interação do desempenho produtivo de novilhas Nelore submetidas a estratégias de suplementação para precocidade na parição.....	57

4 CAPÍTULO II – ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO NA RECRIA DE NOVILHAS DE CORTE EM PASTO DE CAPIM MOMBAÇA NO PERÍODO DAS ÁGUAS

Tabela 1. Composição química dos suplementos concentrados utilizados (g.kg.MS ⁻¹)...	69
Tabela 2. Componentes produtivos e morfológicos do pasto de capim <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaça ao longo dos ciclos de pastejo.....	74
Tabela 3. Composição química de pasto de capim <i>Megathyrsus Maximum</i> cv. Mombaça ao longo dos ciclos de pastejo.....	74
Tabela 4. Desdobramento da interação da composição química do pasto de capim <i>Megathyrsus maximum</i> cv. Mombaça ao longo dos ciclos de pastejo.....	75
Tabela 5. Desempenho produtivo de novilhas submetidas a diferentes estratégias de suplementação em pasto de capim <i>Megathyrsus maximum</i> cv. Mombaça.....	76
Tabela 6. Desdobramento da interação do desempenho produtivo de novilhas submetidas a diferentes estratégias de suplementação em pasto de capim <i>Megathyrsus maximum</i> cv. Mombaça.....	76
Tabela 7. Perfil sérico de novilhas submetidas a diferentes estratégias de suplementação em pasto de capim <i>Megathyrsus maximum</i> cv. Mombaça.....	77

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	13
REFERÊNCIAS	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Suplementação de bovinos à pasto	17
2.2 Suplementação no desenvolvimento precoce de novilhas	19
2.3 Fatores que influenciam o aparecimento da puberdade precoce.....	22
2.3.1 Idade, peso e condição corporal	23
2.3.2 Raça	26
2.3.3 Nutrição	27
2.4 Cultivar <i>Megathyrsus maximum</i> cv Mombaça.....	30
REFERÊNCIAS	33
3 CAPÍTULO I – EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO NO DESEMPENHO PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE NOVILHAS NELORE EM PASTO DE CAPIM MOMBAÇA	45
RESUMO.....	45
ABSTRACT	45
3.1 INTRODUÇÃO	46
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	47
3.2.1 Localização, tratamento e animais.....	47
3.2.2 Avaliação do desempenho animal	51
3.2.3 Avaliação dos componentes morfológicos da forragem.....	51
3.2.4 Análises químicas	52
3.2.5 Avaliação do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo	52
3.2.6 Análise estatística	53
3.3 RESULTADOS	54
3.4 DISCUSSÃO	57
3.5 CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS	61
4 CAPÍTULO II – ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO NA RECRIA DE NOVILHAS DE CORTE EM PASTO DE CAPIM MOMBAÇA NO PERÍODO DAS ÁGUAS	65
RESUMO.....	65
ABSTRACT	65
4.1 INTRODUÇÃO	66

4.2 MATERIAL E MÉTODOS	67
4.2.1 Localização, tratamento e animais.....	67
4.2.2 Avaliação de desempenho animal	69
4.2.3 Avaliação dos componentes morfológicos da forragem.....	70
4.2.4 Análises químicas	70
4.2.5 Avaliação dos metabólitos sanguíneos	71
4.2.6 Análise estatística	71
4.3 RESULTADOS	72
4.4 DISCUSSÃO	77
4.5 CONCLUSÃO.....	80
REFERÊNCIAS	81

1 INTRODUÇÃO GERAL

A pecuária de corte brasileira é destaque mundial, possuindo um rebanho de aproximadamente 224 milhões de animais, conforme a Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) (IBGE, 2021). Aproximadamente 90% desse rebanho é criado a pasto (SILVA et al. 2017), uma vez que, esta é a forma bioeconômica para alimentar o rebanho (FERRAZ; FELÍCIO, 2010).

O pasto é a principal fonte alimentar para os ruminantes, entretanto, pode ocorrer variações sazonais na produção de forragem devido a fenômenos climáticos ao longo do ano, apresentando menor valor nutritivo (PAULINO et al. 2008) com menor teor proteico e digestibilidade (DETMANN et al. 2014). Por tanto, a compreensão dos elementos relacionados a estrutura do pasto, dinâmica entre crescimento e senescência, bem como à composição nutritiva em períodos sazonais de escassez de água e nutrientes, é de suma importância para o estabelecimento de estratégias eficazes de manejo do pastejo (SILVA et al. 2009, 2019). Uma vez que, a qualidade nutritiva do pasto está intrinsecamente ligada à proporção entre tecidos estruturais e metabólicos, sendo influenciada pelas características morfológica do pasto (DURU et al. 2008), e tal podem retardar o crescimento animal, resultando em aumento na idade de abate e atrasos na maturidade reprodutiva (ROTH et al. 2019).

Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas avaliando estratégias nutricionais para otimizar os ganhos produtivos e reprodutivo de novilhas, visando a máxima produtividade ao longo do seu ciclo produtivo (MORAES et al., 2017; ORTEGA et al., 2020; ROTH et al., 2019). A nutrição é fator primordial para a produção de novilhas de reposição, em que a idade precoce à puberdade e a idade ao primeiro parto são eventos cruciais na produção de novilhas de corte (MORAES et al., 2017). Essa categoria animal tem alta exigência nutricional e, quando alimentadas apenas com pasto, tendem a sofrer déficit nutricional ao longo do ciclo produtivo, principalmente durante a estação seca. Esse déficit pode resultar em crescimento lento, com baixos ganhos e/ou perdas de peso corporal, consequentemente atrasando a puberdade, impossibilitando a primeira monta precocemente.

Os sistemas de pecuários intensivos demandam de um aporte de nutrientes elevados, fazendo-se necessário a adoção de suplementação, principalmente na fase de recria, haja visto que é um período de máximo desenvolvimento corporal. Segundo Moraes et al. (2017) o efeito positivo da suplementação de animais em pastejo deve ser associado ao fornecimento de compostos nitrogenados aos microrganismos ruminais e adequação dos nutrientes disponíveis absorvidos (DETMANN et al., 2014; LENG, 1990).

A redução na idade ao primeiro parto favorece a maximização da vida reprodutiva da fêmea e o número de bezerros, permitindo o descarte de animais improdutivos e/ou tardios e, assim, liberando áreas para outra categoria animal, além de reduzir os custos com animais improdutivos (ALMEIDA et al., 2019). Para alcançar um desenvolvimento otimizado e promover a precocidade nos índices produtivos e reprodutivos é necessário combinar o uso do pasto e estratégias de suplementação, visando sincronizar o fornecimento de energia e proteína (DELEVATTI et al., 2019). Isso é essencial porque cada um desses nutrientes desempenha funções correlatas no organismo do animal.

Ortega et al. (2020) ao fornecer suplemento proteico energético durante a recria de novilhas obteve melhora no desempenho produtivo e reprodutivo, com maior atividade ovariana. O fornecimento de suplementos energéticos a novilhas impacta a precocidade da puberdade, o ganho de peso corporal e a modulação de hormônios reprodutivos, enquanto suplementos proteicos favorecem a digestibilidade (CAPPELLOZZA et al. 2014) e o consumo de matéria seca (CMS) (ALMEIDA et al. 2019). Dentro desse contexto, é essencial buscar estratégias de suplementação eficazes para a otimização do desempenho das novilhas, objetivando o aumento dos ganhos produtivos, reprodutivos e econômicos do sistema pecuário.

Este estudo foi conduzido com novilhas de corte em pastejo, avaliando estratégias de suplementação. O primeiro estudo teve como objetivo avaliar duas estratégias de suplementação durante o período seco, de transição chuva/seca e de transição seca/chuva, e seu impacto no desempenho produtivo e reprodutivo de novilhas. O segundo estudo teve como objetivo avaliar os efeitos diferentes ofertas de suplementação proteico energética sobre o desempenho produtivo e parâmetros bioquímicos de novilhas em pastejo durante o período chuvoso.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. M. DE et al. Nutritional planning for Nellore heifers post-weaning to conception at 15 months of age: performance and nutritional, metabolic, and reproductive responses. **Tropical Animal Health and Production**, v. 51, n. 1, p. 79–87, 2019.
- CAPPELLOZZA, B. I. et al. Supplementation based on protein or energy ingredients to beef cattle consuming low-quality cool-season forages: II. Performance, reproductive, and metabolic responses of replacement heifers. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 6, p. 2725–2734, 2014.
- DELEVATTI, L. M. et al. Forage management intensification and supplementation strategy: Intake and metabolic parameters on beef cattle production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 247, p. 74–82, 2019.
- DETMANN, E. et al. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v. 162, p. 141–153, 2014.
- DURU, M. et al. Relevance of plant functional types based on leaf dry matter content for assessing digestibility of native grass species and species-rich grassland communities in spring. **Agronomy Journal**, v. 100, n. 6, p. 1622–1630, 2008.
- FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. DE. Production systems – An example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238–243, 2010.
- IBGE, I. B. DE G. E. E. **Pesquisa Pecuária Municipal (PPM)**. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=784>>. Acesso em: 3 abr. 2021.
- 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.
- MORAES, E. H. B. K. DE et al. Supplementation strategies for grazing beef cattle during the rainy-dry transition period. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 2, p. 895, 2017.
- ORTEGA, R. M. et al. Nutritional strategies for heifers under grazing system: productive and nutritional performance, metabolic profile and ovarian activity. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, n. 3, p. 1013–1022, 2020.
- PAULINO, M. F. et al. **Nutrição de bovinos em pastejo**. Proceedings of the 4th Symposium on Strategic Management of Pasture. Anais...Viçosa, MG: 2008.
- ROTH, M. T. P. et al. Effect of supplementation level on performance of growing Nellore and its influence on pasture characteristics in different seasons. **Italian Journal of Animal Science**, v. 18, n. 1, p. 215–225, 2019.

SILVA, S. C. DA et al. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 1, p. 8–19, 2009.

SILVA, R. DE O. et al. Sustainable intensification of Brazilian livestock production through optimized pasture restoration. **Agricultural Systems**, v. 153, p. 201–211, 2017.

SILVA, S. C. et al. Nutritive value and morphological characteristics of Mombaça grass managed with different rotational grazing strategies. **The Journal of Agricultural Science**, v. 157, n. 7–8, p. 592–598, 2019.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SUPLEMENTAÇÃO DE BOVINOS À PASTO

A atividade pecuária em pastejo é um sistema complexo e interativo, em que a forragem é o recurso nutricional básico e heterogêneo, isto porque se tem uma variação em qualidade e quantidade dos substratos fornecidos para a maximização da produção animal por meio deste alimento (DETMANN et al. 2014). Estas variações ocorrem ao longo do ano, independente da estação do ano e das diferentes regiões que estão estabelecidas (FERREIRA et al. 2012). Portanto, ocorre um desbalanço nutricional, se fazendo necessário a utilização de recursos que otimizem a produção de ruminantes.

O comportamento alimentar dos ruminantes sob pastejo sofre influência pela quantidade e qualidade da forragem, logo, a baixa ingestão da forragem tende a reduzir as taxas de degradação e passagem pelo trato gastrointestinal, resultando em menor desenvolvimento dos microrganismos ruminais e síntese de proteína microbiana (BERGEN, 1979; MALAFAIA et al. 2003), levando a perdas de energia por causa de fermentações secundárias de ácidos graxos voláteis (AGV) para dióxido de carbono e metano (ROWE et al., 1979), reduzindo o desempenho animal pelo baixo consumo de forragem e reduzida eficiência alimentar (VAN SOEST, 1994).

A suplementação de ruminantes a pasto é uma estratégia que visa suprir as deficiências nutricionais do pasto, sendo considerada uma estratégia prática para reduzir a sazonalidade da forragem, possibilitando o estímulo do consumo e digestão da forragem, favorecendo um melhor desempenho animal (BOVAL et al. 2015). Além disso, a suplementação pode ser utilizada como uma ferramenta de manejo das pastagens, visando um ajuste e/ou aumento na taxa de lotação ao longo de todo o ano. Por isso, se faz necessário compreender os fatores que influenciam o uso eficiente dos suplementos de animais sob pastejo, visando uma melhor formulação dos suplementos, otimizando a utilização da pastagem, com isso, redução dos impactos ambientais negativos, e de custos produção, tornando o sistema mais eficiente e viável (ALMEIDA et al. 2022).

Andrade e Alcade (1995) afirmam que para o uso eficiente do suplemento, é necessário haver uma disponibilidade variando de 2.500 a 3.000 kg.MS.ha⁻¹, caso haja menor disponibilidade de forragem a suplementação pode ser ineficiente. Por isso, quando finda o período de chuvas, faz-se necessário a adoção de técnicas de manejo de pastagem, como o diferimento e/ou vedação da pastagem, as quais são de suma importância para uma maximização das estratégias de suplementação.

A utilização de suplementação vem sendo uma estratégia nutricional para regular o desbalanço de nutrientes da forragem (REIS et al. 2015), estimulando de forma eficiente a utilização pelos bovinos (DETMANN et al. 2014), com incrementos de aproximadamente 200 g.animal.dia-1 (CAMARGO et al. 2022; PAULINO et al. 2008; POPPI; MCLENNAN, 1995).

Almeida et al. (2022) observaram que a ingestão de suplemento maximiza o desempenho de bovinos independente da estação do ano, porém, é mais perceptível quando a qualidade da forragem é baixa (DETMANN et al. 2014a), devido a alterações metabólicas causadas pela inserção de doses elevadas de nitrogênio na dieta, visto que melhora a secreção e eficiência de utilização desse nutriente (RUFINO et al. 2020) pelos microrganismos ruminais (KENNY et al. 2018; WU et al. 2012).

Existe uma alta correlação do valor nutricional da pastagem com a digestibilidade do capim, isto porque determina a concentração de energia líquida e indigestibilidade do material (PEYRAUD; DELAGARDE, 2013), além de afetar a quantidade de carboidratos fermentáveis no rúmen, dificultando a síntese proteica microbiana, logo, redução no fornecimento de aminoácidos metabolizáveis (O'MARA et al. 1997). Com isso, a oferta de forragem (GARRY et al., 2021; MAMBRINI; PEYRAUD, 1994), aplicação de nitrogênio nas pastagens (DELAGARDE; PEYRAUD; DELABY, 1997; PEYRAUD et al. 1997), proporções morfológicas (BEECHER et al., 2015; STAKELUM; DILLON, 2007) e as condições ambientais (VAN SOEST, 1994) são fatores que interferem diretamente na digestibilidade das pastagens (PATTON et al. 2022), por isso, deve-se adotar um manejo nutricional eficiente afim de atender as demandas dos animais para que não haja prejuízos físicos e biológicos aos animais de produção.

As estratégias de suplementação tendem a modular o consumo de matéria seca (CMS) por meio dos seus efeitos associativos, como: aditivo, substitutivo, e a combinação destes (SIMIONI et al. 2022). Estudos apontam que estratégias de oferta até o nível de 0,6% do peso vivo (PV) favorece o animal maior desempenho, com degradação eficiente da fibra (PAULA et al. 2019) tendo efeito aditivo no consumo de forragem, sem necessidade de maiores níveis de suplementação (BARBERO et al. 2015; KOSCHECK et al. 2020; SIMIONI et al. 2022). Por outro lado, estes estudos foram desenvolvidos no período das águas, ou seja, maior oferta de forragem em quantidade e qualidade.

A suplementação durante o período das águas, tem características nutricionais específicas, para atendimento de energia e proteína (REIS et al. 2005). De maneira geral, as gramíneas tropicais, apresentam baixos teores de proteína bruta, limitando a ingestão de energia digestível, e consequentemente, alteram a síntese proteica microbiana no rúmen.

Segundo Poppi e McLennan (1995), Paulino et al. (2008) e Detmann et al. (2014a), o uso da suplementação neste período, os animais podem ter ganhos adicionais de aproximadamente 200 g.animal.dia⁻¹, resultando em redução no tempo de permanência do animal no sistema produtivo.

Estudos apontam que durante o período das chuvas, se faz necessário a suplementação proteica energética, mesmo quando a quantidade de proteína presente na forrageira atenderia as demandas nutricionais do animal (COSTA et al. 2013; DELEVATTI et al. 2019; VENTURINI et al. 2017).

No momento de escassez de chuva, estes níveis de oferta supracitados são extrapolados, por causa da menor oferta de forragem em quantidade e qualidade, sendo necessário maiores níveis de suplementação para promoção no aumento e/ou mantimento dos ganhos durante o período da seca (REIS et al. 2015), tornando a suplementação uma ferramenta para equilíbrio e utilização dos nutrientes (CAMARGO et al. 2022).

Sales et al. (2011) avaliaram o efeito dos níveis de energia (0,3; 0,5 e 0,6% do PC) em suplementos múltiplos na terminação de bovinos a pasto durante a transição água-seca e verificou efeito substitutivo no consumo de forragem, com redução linear negativa quando se aumentava os níveis de suplementação. Silva et al. (2010) avaliando o comportamento de bovinos em pastejo com níveis crescentes de suplementação (0,3; 0,6; e 0,9% do PC), também verificou efeito substitutivo, em que houve diminuição no tempo de pastejo e no consumo de forragem ao passo que aumentou o nível de suplementação, principalmente nos níveis de 0,6 e 0,9% do PC.

A interação entre ingestão de suplemento e consumo de pasto, sofre influência principalmente da estrutura da planta forrageira, do animal e do nível e oferta do suplemento, uma vez que a suplementação visa atender possíveis carências nutricionais e melhorar a digestibilidade da forragem consumida, otimizando a utilização para aumento dos ganhos produtivos. Por isso, é de suma importância um controle refinado, evitando prejuízos econômicos, tornando inviável esta prática de manejo nutricional.

2.2 SUPLEMENTAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO PRECOCE DE NOVILHAS

Com o desenvolvimento da humanidade, têm-se buscado atender as demandas comerciais por alimentos, onde a procura por proteína de origem animal tem aumentado constantemente, por isso, os estudos buscam melhorar de forma eficaz e sustentável a produção animal afim de atender demandas crescente por alimentos.

A produção de novilhas de corte de reposição é de suma importância nos sistemas pecuários intensivos a pasto, principalmente em regiões tropicais, entretanto, a nutrição é fator limitante para a intensificação, haja vista, que há intervalos ao longo do ano com menor produção de forragem em quantidade e qualidade (OLIVEIRA et al. 2009), o reflexo desta limitação, se dá no retardo da idade a puberdade e taxa de prenhez abaixo do ideal para novilhas (OLSON, 2000).

A redução da idade ao primeiro parto, principalmente em bovinos vem sendo uma estratégia de manejo visando aumentar a eficiência biológica e econômica dos sistemas pecuários (BURNS et al. 2010). Alguns parâmetros devem ser avaliados a fim de determinar características reprodutivas para as futuras gerações (BOLIGON et al. 2008), como menor duração da gestação e intervalos entre partos, (SCHMIDT et al. 2019), que resulta em bezerros mais leves e sem complicações durante o parto (JAMROZIK; MILLER, 2014), fator relevante para fêmeas primíparas. Com isso, haveria uma recuperação mais rápida, e em seguida estariam prontas para uma nova concepção (CHUD et al. 2014). A idade assertiva das novilhas serem cobertas é dependente do peso vivo no momento da cobertura, estado nutricional do animal e a genética do rebanho (D'OCCHIO et al. 2019).

O estado fisiológico da fêmea no momento da concepção será determinante para o sucesso e/ou insucesso do manejo reprodutivo, uma vez que a nutrição ruim e a baixa ingestão de alimentos influenciam diretamente os processos reprodutivos, prejudicando a fertilidade (BOLAND et al. 2001), potencializando o prolongamento no tempo de anestro dos bovinos (RHODES et al. 1995).

Várias pesquisas vêm sendo realizadas desde a década de 1950, buscando compreender melhor a relação nutrição vs reprodução em animais ruminantes, e verificaram que a subalimentação leva a um retardo no aparecimento da puberdade, e aumento no período de anestro desde animais (ALLDEN, 1970; ASDELL, 1949; BUTLER; SMITH, 1989; CHESWORTH; EASDON, 1983; DUNN; KALTENBACH, 1980; EGAN, 1984; FERGUSON; CHALUPA, 1989; FOSTER et al. 1988; GUILBERT, 1942; LAMOND, 1970; RANDEL, 1990; REID, 1949; ROBINSON, 1990; SWANSON, 1989; TOPPS, 1977; WILTBANK et al., 1985).

Estudos apontam que novilhas *Bos Indicus* precisam atingir aproximadamente 70% do seu peso vivo (PV) para uma taxa de prenhez acima dos 65% (MORIEL et al. 2014; SMITH; FORDYCE, 2017) enquanto novilhas *Bos Taurus* devem apresentar aproximadamente de 60 a 65% do PV (GASSER, 2013; PATTERSON et al., 1992). Estes índices supracitados só serão atendidos por meio de uma boa genética e nutrição, logo, se faz necessário atender as

demandas nutricionais por meio da suplementação, visto que, as pastagens tropicais não conseguem atender todas as exigências dos animais.

Estudos relatam (BOLIGON et al. 2010; ELER et al. 2004; MELIS et al., 2010) que muito pecuaristas viabilizam a antecipação da estação reprodutiva de novilhas, para identificação de fêmeas sexualmente precoce, entretanto, ainda não é um parâmetro de rotina na seleção genética. Hall et al. (1995) observaram que novilhas que tinham o seu desenvolvimento corporal acelerado, atingiam mais rápido a puberdade, e consequentemente maior escore de condição corporal (ECC). Portanto, a composição corporal e taxa de crescimento acelerado, possibilitam aumento da atividade reprodutiva da fêmea (MARTIN et al. 1992).

Roche (2006) afirma que a baixa fertilidade em novilhas é multifatorial, que não apenas a genética e nutrição serão gargalos para a maximização dos índices reprodutivos, mas também, o manejo reprodutivo ruim, incidências de doenças, em especial, as reprodutivas e bem-estar animal ruim (LUCY, 2001). Entretanto, para melhorar o manejo reprodutivo nas propriedades, o fator que ganha destaque é a nutrição, uma vez que as demandas nutricionais variam de acordo com o estado fisiológico, logo se tem demandas específicas de determinados nutrientes para prevenção de distúrbios ao longo do periparto (BOLAND et al. 2001; OVERTON; WALDRON, 2004; ROCHE, 2006).

Estudos revelam que a nutrição tem impacto direto nos processos reprodutivos (ROBERTS et al. 1997), onde o aumento na ingestão de carboidratos não fibrosos pode diminuir o tempo de anestro pós-parto, elevando as taxas reprodutivas. Segundo Almeida et al. (2020) aproximadamente 50% das fêmeas bovinas criadas a pasto no Brasil não recebem nutrição adequada, perfazendo a necessidade da suplementação proteica e energética para o melhorar o desempenho reprodutivo de novilhas primíparas em pastejo.

Os nutrientes bases para maximizar a reprodução são a energia e proteína, e a deficiência destes afeta diretamente a fase reprodutiva dos animais, isto porque haverá menor ganho de peso, taxa de concepção de primeiro serviço e maior tempo de anestro após o parto, devido a um balanço energético negativo motivado pelo maior gasto energético para funções fisiológicas (DUNN; MOSS, 1992).

O desempenho reprodutivo de vacas de corte está diretamente associado a parâmetros produtivos, incluindo escore de condição corporal (ECC) e peso corporal (PC) (FERNANDES et al. 2015), sendo ferramentas de manejo úteis e usuais para avaliação do estado nutricional dos animais (HADY et al. (1994), e os ganhos em PC e ECC são geralmente necessários para a retomada do ciclo estral após anestro, sendo induzido

nutricionalmente (DISKIN; KENNY, 2014), uma vez que a nutrição fornecerá nutrientes necessários para a ovulação, fertilização, a sobrevivência e desenvolvimento embrionário, aumentando o níveis de fertilidade do ovário (ROBINSON et al. 2006).

Gatius et al. (2003) relatam alta correlação entre o ECC baixo e a taxa de prenhez na primeira Inseminação Artificial (IA), acarretando queda acima de 10% na taxa de prenhez. A fertilidade reduzida é consequência de intervalos de anestros prolongados, frequentemente observado em novilhas abaixo do peso, acarretando impacto desastroso nas taxas de concepção a primeira IA (BEAM; BUTLER, 1999).

Com as limitações sazonais nas pastagens, o desmame precoce de bezerros no final do período das chuvas é uma ferramenta adotada para reduzir as exigências nutricionais, principalmente em pastagens de baixa qualidade nutricional, e preservar o ECC das vacas para elevar as possibilidades de reconcepção (ARTHINGTON; KALMBACHER, 2003; LASTER et al. 1973; TYLER et al., 2012). As novilhas desmamadas precocemente quando suplementadas, aceleram as taxas de crescimento e elevam a possibilidade de prenhez precoce (MORIEL et al., 2014; SILVA et al., 2022).

2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM O APARECIMENTO DA PUBERDADE PRECOCE

A puberdade representa o ponto culminantes de uma sequência de eventos que afetam o desenvolvimento do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal, levando à capacidade reprodutiva, ou seja, o marco do início da maturidade sexual. Na fêmea, a puberdade é caracterizada pelo desenvolvimento dos órgãos reprodutivos e a capacidade de suportar a gestação até o final. Isso implica a maturação do sistema reprodutivo, incluindo o amadurecimento dos ovários, útero e outras estruturas associadas. Na prática, a puberdade nas fêmeas é frequentemente marcado pela ocorrência do primeiro ciclo estral, durante o qual a fêmea exibe comportamento sexual receptivo e é fértil (VALASI et al., 2012).

Na bovinocultura de corte, os lucros são dependentes da produção de bezerros para abate e das novilhas para reprodução, com isso a maior eficiência produtiva e reprodutivas de fêmeas é necessário haver um equilíbrio entre os fatores nutricionais, genéticos e sanitários, o que possibilitará reduzir a idade a puberdade e ao primeiro parto.

A puberdade é um processo fisiológico desafiador para novilhas, que envolve uma série de interações entre genética, nutrição, sanidade e fatores ambientais que irão encaminhar para eventos endócrinos, e consequentemente na possibilidade de reprodução (ESTILL, 2021).

A puberdade precoce em novilhas é definida como sendo a ocorrência antes dos 300 dias de idade, podendo ser induzida através de estratégias da desmama precoce e inserção contínua de dieta concentrada. Essa indução da puberdade precoce está associada ao aumento da frequência de pulsos de hormônio luteinizante (GASSER et al., 2006). Com isso, altas taxas de crescimento pré-desmame e maior peso corporal no momento do desmame estão associados à ocorrência da puberdade precoce e ao maior peso corporal no momento da puberdade (ARIJE; WILTBANK, 1971).

A puberdade em bovinos é amplamente aceita como ocorrendo em torno dos 9 a 10 meses de idade. No entanto, há relatos na literatura de variações de faixa, com período de transição para a maturidade sexual ocorrendo entre 6 e 24 meses (ROBINSON; SHELTON, 1997). Anedoticamente, há relatos de novilhas parindo aos 13 meses, indicando a possibilidade de o início da puberdade ocorrer por volta dos 4 meses de idade. A idade da puberdade é influenciada por fatores como peso e composição corporal, raça, nutrição, genética e estação do ano. Condições adversas que sobreviveram ao crescimento pré-puberal, como desnutrição energética-proteica, doenças como diarreia, pneumonia, parasitismo ou condições climáticas desfavoráveis, podem resultar em atrasos no início da puberdade (ESTILL, 2021).

2.3.1 Idade, peso e condição corporal

A eficiência reprodutiva é um fator determinante para o desempenho produtivo e econômico dos sistemas de produção de bovinos de corte (DISKIN; KENNY, 2014). Nesse contexto, a idade e o momento da puberdade desempenham um papel central, uma vez que novilhas que atingem a puberdade de forma precoce tendem a apresentar maior longevidade do rebanho e maior lucratividade em comparação aquelas que atingem a puberdade mais tardiamente (DAY; NOGUEIRA, 2013).

Para maximizar o número de novilhas púberes no início da estação reprodutiva, é comum adotar a prática de desenvolver as novilhas para atingir um peso corporal alvo em torno de 65% do peso corporal adulto estimado (HESLIN et al. 2020). No entanto, é importante salientar que esse peso corporal alvo pode variar de acordo com a dieta e genótipo dos animais (PERRY, 2016).

Um estudo pioneiro realizado por Sorensen et al. (1959) revelou que o alcance da puberdade em novilhas é mais influenciado pelo peso do que pela idade. Verificou-se que as novilhas mantinha um regime nutricional adequado alcançaram a puberdade mais precocemente quando obtiveram maior ganho médio diário (GMD) quando comparadas

àquelas com menor GMD, consumindo a mesma dieta (SORENSEN et al. 1959). No entanto, novilhas com pesos corporais semelhantes podem apresentar variações na estrutura corporal, indicando diferentes composições corporais. Independente da estrutura corporal, as novilhas mais pesadas alcançam a puberdade mais precocemente.

Perry (2016) destaca que o aparecimento não depende apenas da idade, peso e condição corporal, mas também varia entre as raças. Diversas pesquisas têm se concentrado nas mudanças nutricionais após o desmame e o seu impacto na idade da puberdade. Estudos tem demonstrado que novilhas desenvolvidas para alcançar pesos mais leves apresentam uma idade mais avançada quando atingem a puberdade (PERRY et al. 2022; WILTBANK et al. 1985). Essas descobertas ressaltam a relevância da nutrição adequada no desenvolvimento sexual dos animais, uma vez que a alimentação pós-desmame desempenha um papel fundamental no fornecimento de nutrientes essenciais para o amadurecimento dos órgãos reprodutivos e o início dos ciclos reprodutivos.

Estudos realizados em novilhas Nelore (*Bos indicus*) demonstraram que a alimentação em pastagens melhoradas associadas a suplementação no pós-desmame resultou em uma idade mais precoce para a puberdade em comparação com a média da raça (NEPOMUCENO et al. 2017). A nutrição e o ganho de peso corporal em novilhas primíparas estão associados à deposição de tecido adiposo e ao escore de condição corporal (BARUSELLI et al., 2017). Novilhas com maior eficiência de conversão alimentar tendem a ser relativamente magras e alcançam a puberdade em mais tardiamente em relação à média da raça (RANDEL; WELSH, 2013). Essa dinâmica representa um desafio na seleção genética e na criação de bovinos, pois é desejável obter alta eficiência de conversão alimentar, sem comprometer a fertilidade (D'OCCHIO et al. 2019).

Diversos estudos investigaram a relação entre nutrição e escore de condição corporal (ECC) com a reprodução em vacas de corte, reconhecendo a importância desses fatores (DUNN; KALTENBACH, 1980) (DUNN; KALTENBACH, 1980), onde a partir desses estudos foi verificado que o ECC no momento do parto é o fator mais significativo para determinar a retomada oportuna de ovulações férteis após o parto (CROWE et al. 2014; HESS et al. 2005). Vacas com um ECC de moderado a bom no parto têm uma taxa de reconcepção mais alta, mesmo que possam sofrer uma diminuição do ECC durante a fase de aleitamento pós-parto (AYRES et al. 2014).

Bitencourt et al. (2020) ao avaliar a idade e tempo de parto sobre a eficiência produtiva de vacas de corte, concluíram que novilhas primíparas precoce tem menor peso no parto, desmame e final da estação reprodutiva, além de menor ECC e desmamam bezerros

mais leves. No entanto, estes mesmo animais tem maior eficiência produtiva, com maior índice de produção de bezerros, quando comparadas a vacas adultas.

Nos sistemas modernos de produção de carne bovina, espera-se que as novilhas alcancem seu primeiro parto por volta dos 23 – 24 meses de idade. É observado que novilhas que tem um parto precoce em sua primeira estação de monta tendem a apresentar um início reprodutivo relativamente precoce e a desmamar bezerros com maior peso ao longo da vida reprodutiva (SCHILLO et al. 1992). Com o intuito de atender a essa expectativa, é necessário que as novilhas atinjam a puberdade por volta dos 12 – 13 meses de idade, possibilitando assim um ou dois ciclos estrais completos antes de serem reproduzidas aos 14 meses de idade (OLSON et al. 2021).

A idade na qual as novilhas atingem a puberdade é influenciada por vários fatores, incluindo raça, estação do ano e dieta (MARTIN et al. 1992; OLSON et al. 2021; SCHILLO et al. 1992). Dessa forma, a otimização do planejamento nutricional é fundamental para garantir que as novilhas alcancem a puberdade em idade precoce e peso adequado, possibilitando assim uma reprodução eficiente e um melhor desempenho reprodutivo ao longo dos ciclos de produção (OLSON et al. 2021).

A seleção de fêmeas bovinas para alcançar a precocidade a puberdade tem como objetivo principal reduzir a idade em que ocorre o primeiro parto, sendo crucial adotar como critério de seleção tanto fêmeas precoce, como os machos originados dessas fêmeas (SILVA et al. 2019a). Essa característica é de grande importância na reprodução, mas é geralmente de baixa herdabilidade, o que significa que sua transmissão genética é limitada. Apesar disso, é uma característica de fácil e precoce mensuração, o que permite a seleção de fêmeas que atingem a maturidade sexual mais cedo (BOLIGON et al. 2010).

A hereditariedade do peso corporal na puberdade é estimada em 0,40 (LASTER et al. 1979), e para a idade ao primeiro parto variando de 0,17 a 0,47 para fêmeas Nelore (BOLIGON et al. 2010; MERCADANTE et al. 2000; SILVA et al. 2019). Em geral, novilhas criadas em condições nutricionais mais tolerantes demonstraram maior peso corporal e atingiram a puberdade mais jovens em comparação com animais submetidos a restrições nutricionais (SHORT; BELLOWS, 1971).

As interações genéticas entre idade ao primeiro parto e ganho de peso em fêmeas Neloeres foram identificadas com negativas (BOLIGON et al. 2010). Isso indica que fêmeas com maior potencial pós desmame apresentam maior precocidade a puberdade (BOLIGON et al. 2008). No entanto, é importante ressaltar que a seleção para um maior ganho de peso pode resultar em maior precocidade reprodutiva, mas também levar ao aumento das fêmeas adultas.

Em estudos realizados por Funston e Deutscher (2004) com novilhas de corte submetidas a diferentes estratégias de alimentação visando atingir 55% ou 60% do peso adulto na reprodução, foi observado que as novilhas submetidas ao tratamento para atingir 60% do peso adulto apresentaram maior peso e condição corporal, e maior percentual de ciclicidade antes do início da estação reprodutiva. Essas observações demonstram uma janela de oportunidade para o desenvolvimento de novilhas de peso variável ao desmame para atingir peso corporal adulto superior a 50%, o que possibilitará maior desempenho reprodutivo (DICKINSON et al. 2019).

2.3.2 Raça

Como um dos fatores supracitados, a puberdade é influenciada pela raça, em que raças de maior porte atingem a maturidade em idade mais avançada e com peso mais elevado em comparação com raças menores quando atingem a puberdade (FERRELL, 1982). Em geral, raças europeias tendem a alcançar a puberdade em idades mais precoce, porém com pesos superiores às novilhas de raças britânicas, como Hereford e Angus (LASTER et al. 1972).

A maturação sexual em novilhas *Bos indicus*, especialmente da raça Nelore é caracterizada pelo aumento da circunferência ovariana, que ocorre em torno dos 13 meses de idade. Em estudos realizados utilizando ultrassonografia em novilhas Nelore dos 8 aos 16 meses de idade, foi verificado que o diâmetro do folículo dominante aumenta à medida que as novilhas envelhecem, enquanto a taxa de crescimento folicular permaneceu constante ao longo da faixa etária estudada (NOGUEIRA, 2004). Neste mesmo estudo foi verificado que aproximadamente 32% das novilhas emprenharam aos 15 meses de idade, indicando puberdade precoce.

Em ambientes tropicais, novilhas zebuínas quando atendidas as exigências de proteína do NRC pode alcançar a puberdade por volta de 12,3 meses segundo Fajersson et al. (1991). Além disso, novilhas Nelore selecionadas para precocidade e submetidas a suplementação proteico-energética no pós-desmame apresentam ovulação aos 14 – 15 meses de idade (NOGUEIRA, 2004). Com isso, a seleção genética na determinação da idade em que as novilhas atingem a puberdade, tem implicações significativas para o manejo reprodutivo e a eficiência da produção de fêmeas zebuínas.

O momento do primeiro parto e a eficiência reprodutiva das novilhas bovinas tem um impacto significativo no desempenho produtivo e econômico da produção pecuária. A composição genética das novilhas também desempenha um papel crucial, com raças mestiças de *Bos indicus* e *Bos taurus* apresentando diferenças em suas idades a puberdade. No Brasil, a

pecuária da bovinocultura de corte é dominada por animais *Bos indicus*, em particular da raça Nelore, são amplamente adotados devido a elevada adaptabilidade as condições tropicais (DAY; NOGUEIRA, 2013). No entanto, embora essas raças apresentem vantagens em ambientes desafiadores, a eficiência reprodutiva das fêmeas Nelore é geralmente retardada, em que varia entre 22 e 36 meses (CRACCO et al. 2021) levando à necessidade de um aprimoramento nesse aspecto para otimizar a produção e reduzir os custos associados à indústria.

Apesar de que a fêmea é peça chave na puberdade precoce, mas tal característica é bastante influenciada pela genética do touro, pois eles transmitem a característica de precocidade para descendência, perfazendo a importância da seleção criteriosa de touros com alto potencial para transmitir a características de precocidade reprodutiva para suas progênes, visando melhorar a eficiência reprodutiva do rebanho de novilhas (NEPOMUCENO et al. 2017).

A viabilidade econômica da bovinocultura de corte brasileira, é afetada principalmente pelo atraso na idade reprodutiva de um a dois anos, onde diversos fatores contribuem para essa ineficiência, incluindo a seleção genética, manejo nutricional e as condições ambientais. A questão da eficiência reprodutiva torna-se, portanto, um desafio crítico a ser abordado pela indústria bovina brasileira para melhorar a sustentabilidade e competitividade do setor (DAY; NOGUEIRA, 2013).

2.3.3 Nutrição

A nutrição exerce um papel essencial para a precocidade a puberdade, pois afeta o desenvolvimento do folículo ovariano por meio da influência sobre hormônios metabólicos e reprodutivos, além de fornecer diretamente nutrientes ao ovário e ao útero, impactando sua função e capacidade de suportar o crescimento e a implantação do embrião (BACH, 2019).

Além disso, é fundamental na regulação da liberação de hormônios reprodutivos, como o hormônio liberados da gonadotropina (GnRH) e o hormônio luteinizante (LH), que influenciam a ovulação e a puberdade. Diversos fatores estão envolvidos nesse processo, incluindo a leptina, o fator de crescimento semelhante à insulina (IGF1), o glutamato, o neuropeptídeo Y, a ativina e a inibina (CARDOSO; NOGUEIRA, 2007).

A leptina, desempenha um papel crucial na regulação do consumo e do balanço energético, transmitindo sinais ao sistema nervoso central sobre o estado nutricional do organismo (FRIEDMAN, 2019; HALAAS et al. 1995). Em situações de subnutrição, ocorre uma redução acentuada nos níveis de leptina, o que estimula a busca por alimentos, a secreção

de hormônios do estresse, a diminuição do gasto energético, sensibilidade a insulina e a síntese de proteínas, além de bloquear a função reprodutiva (SILVA et al., 2019). Esses mecanismos demonstram a estreita relação entre nutrição e reprodução, evidenciando a importância da adequada oferta de nutrientes para a regulação adequada dos processos reprodutivos em fêmeas.

As reservas energéticas corporais e o estado metabólico são fatores relevantes que interferem no início da puberdade e na fertilidade de novilhas. Torna-se possível induzir a ovulação de novilhas em estágio peripuberal por meio de um aumento abrupto no plano nutricional dessas fêmeas (IMAKAWA et al. 1987; PADILLA et al. 1975).

Estudo realizados por Chelikani et al. (2003) envolvendo novilhas da raça holandesa submetidas a dietas para obtenção de diferentes ganhos diários, sendo 1,1 kg, 0,800 kg e 0,500 kg a partir de um peso vivo de 100 kg, foi verificado que a idade atingida a puberdade foi de 9, 11 e 16 meses, respectivamente. Além disso, a puberdade precoce (com menos de 300 dias de idade) pode ser induzida em novilhas de corte por meio do desmame e alimentação precoce, com uma dieta rica em concentrado (GASSER et al. 2006).

A ingestão de energia é essencial para o desenvolvimento reprodutivo de novilhas, com isso, a suplementação energética, torna-se fundamental durante o período de sazonalidade na produção de forragem (MORIEL et al. 2014). A restrição energética durante o período fetal pode afetar negativamente o crescimento e o desempenho pós-natal, incluindo a composição corporal. No entanto, existem poucos estudos sobre os efeitos desse fenômeno em novilhas *Bos indicus*, uma importante linhagem genética na indústria bovina brasileira (CRACCO et al. 2021).

A nutrição adequada desempenha papel fundamental no desempenho reprodutivo de vacas. Especificamente, a relação entre o estado nutricional e metabólico e a duração do período de anestro é crucial (AYRES et al. 2008, 2014; FLORES et al. 2007; RANDERL, 1990). Isso é especialmente relevante para vacas Nelore criadas extensivamente, que dependem principalmente de forragens naturais. Estudos mostraram que vacas alimentadas com pastagem melhorada antes e após o parto apresentaram melhores ECC e retomada mais precoce de ovulação (SAMADI et al. 2013). Esses achados ressaltam a importância da nutrição adequada no manejo do gado para alcançar um desempenho reprodutivo otimizado (AYRES et al. 2014).

Estudos anteriores relatam que fêmeas bovinas com baixo ECC apresentam uma taxa reduzida de concepção (AYRES et al. 2008; BARUSELLI et al. 2017). No entanto, Ayres et al. (2014) observou efeito negativo pelo baixo ECC e baixa reserva de corporal na taxa de

prenhez em novilhas primíparas, onde os autores explicam que a incorporação de 400 UI de eCG (gonadotrofina coriônica equina) no protocolo de sincronização, pode ter melhorado os resultados ovários e à prenhez (AYRES et al. 2014; SÁ FILHO et al. 2010).

Freneau et al. (2006) revelaram que animais da raça Nelore mantidos em pastagens e suplementados com minerais apresentaram uma média de 14,8 meses para atingir a puberdade. A suplementação ao longo da gestação tem sido reconhecido como uma estratégia compensatório e eficaz durante períodos de estiagem, minimizando a desnutrição materna durante a gravidez e demonstrando a ocorrência de programação fetal (POLIZEL et al. 2021).

O conhecimento da programação fetal, tem fornecido ampla evidência de que eventos adversos transitórios durante o período pré-natal e nos estágios iniciais da vida pós-natal podem ter efeitos duradouros e significativos na fisiologia, mesmo que tais efeitos possam permanecer latentes até que o animal atinja a maturidade. Atualmente, está bem estabelecido que os nutrientes fornecidos pela mãe podem induzir alterações epigenéticas no genoma do feto em desenvolvimento, o que pode ter impactos em gerações futuras (ESTILL, 2021).

A deficiência nutricional pode comprometer a formação embrionário e o desenvolvimento fetal, resultando em efeitos significativos no desempenho animal, aumento da taxa de mortalidade neonatal e alterações na composição corporal e hormonal, bem como modificações no desenvolvimento e funções dos órgãos. De acordo com Funston et al. (2010), Du et al. (2013) e Cushman e Perry (2019) tais efeitos podem ter consequências a longo prazo para a prole, especialmente em relação a fatores nutricionais durante a gestação. Portanto, é fundamental adotar estratégias de manejo adequadas, como a suplementação concentrada, a fim de mitigar os efeitos negativos das condições ambientais adversas no desempenho reprodutivo de novilhas (VONNAHME et al. 2018).

As pesquisas sobre programação fetal têm demonstrado os efeitos da suplementação durante a gestação na puberdade de novilhas, sendo alguns deles relatando resultados positivos (FUNSTON et al. 2010; GUZMÁN et al. 2006; HARVEY et al. 2021). No entanto, outros estudos não identificaram efeitos significativos (CRACCO et al. 2021; CUSHMAN et al. 2014; GUNN et al. 2015; NEPOMUCENO et al. 2017), evidenciando a falta de diferença entre os tratamentos. A interação entre a nutrição materna durante a gestação e a nutrição na fase inicial da vida pós-natal tem sido apontada como um fator relevante na determinação da idade a puberdade em novilhas (CARDOSO et al. 2020).

2.4 CULTIVAR *MEGATHYRSUS MAXIMUM* CV MOMBAÇA

O Brasil tem destaque mundial na produção pecuária devido a diversos fatores, principalmente pela maximização da produção de forrageiras tropicais, uma vez que, estas têm elevado acúmulo de biomassa durante o período das águas, podendo apresentar características estruturais e nutricionais para um máximo desempenho animal (GOMIDE et al. 2007).

As gramíneas forrageiras *Megathyrsus maximum* são conhecidas por suas características morfofisiológicas que garantem elevada produtividade, devido a sua fácil adaptabilidade a condições edafoclimáticas locais (JANK et al. 2010). Esta gramínea originária da África tropical até a África do Sul, em margens florestais (EUCLIDES et al., 2008), tendo os primeiros relatos da introdução desta forrageira na América por volta do século XVI, e no Brasil não há registros definitivos (JANK et al. 2010), entretanto, Chase (1944) relata que esta foi trazida nas embarcações que transportavam escravos, e esta servia como cama para as pessoas, com isso, as sementes foram disseminadas nas cidades onde os navios descarregavam (JANK, 1995; SAVIDAN et al. 1989).

A cultivar Mombaça foi introduzida no Brasil no ano de 1984, sendo realizados vários estudos sobre esta nova cultivar, a fim de garantir as características favoráveis (alta resistência a pragas e doenças, boa qualidade nutricional, alta produção de folhas) que possa ser competitiva no mercado consumidor, estas avaliações demoram em torno de 10 a 12 anos no mínimo, e no ano de 1993 foi lançada comercialmente pela Embrapa Gado de Corte, Instituto Agrônômico do Paraná e parceiros (JANK et al. 2017).

Esta forrageira tem o hábito de crescimento cespitoso de porte alto, formam touceiras, folhas largas, eretas e quebradiças nas pontas, apresentando pouca pilosidade, tendo o colmo glabros e sem cerosidade, e possuem inflorescência do tipo panícula (JANK et al. 2010).

Apesar de sua fácil adaptabilidade as condições edafoclimáticas, esta gramínea é altamente exigente em fertilidade do solo (EUCLIDES, 2014; FOYER et al. 2007), sendo necessário ter um investimento elevado com fertilizantes para uma maximização na produtividade e intensificação de utilização desta forrageira.

O fósforo é o nutriente mais limitantes nos solos brasileiros, entretanto, apenas este nutriente não irá alavancar a produção de biomassa forrageira, sendo necessário fazer a correção dos demais nutrientes faltantes, como enxofre (S), nitrogênio (N), potássio (K) e os micronutrientes (EUCLIDES, 2014).

A partir do manejo adotado, a altura de manejo desta gramínea irá variar, onde diversos trabalhos na literatura, adotam a altura variando de 0,80 a 1,20 m para início do

pastejo animal (ALEXANDRINO et al. 2005; SIMONETTI et al. 2016) e altura pós pastejo variando de 0,30 a 0,50 m (EUCLIDES et al., 2018, 2022).

Durante o período da seca, ocorre uma redução de aproximadamente 90% no acúmulo de forragem (AF), principalmente pelo menor crescimento foliar, por causa da menor quantidade de água presente na folha, o que favorece a não abertura dos estômatos, limitando a absorção de CO₂, dessa forma, uma menor taxa fotossintética (OSAKABE et al. 2014). Entretanto, as forrageiras possuem uma quantidade mínima necessária para a sua sobrevivência, e esta é variável em função da interação entre o sistema solo-planta-atmosfera (MOMBACH et al. 2019), onde Melo et al. (2009) observou maior AF em pastagem de capim Mombaça e Marandu em solos argilosos e arenosos quando havia maior disponibilidade hídrica, corroborando com Beloni et al. (2018) ao avaliar a eficiência do uso da água em espécies do tipo C3 e C4, observou que as espécies de clima tropical (C4), como o capim Mombaça, são mais eficientes na utilização da água.

Euclides et al. (2008) relatam que gramíneas do gênero *Panicum maximum* tem 80% do acúmulo anual de forragem no período chuvoso e 20% no período de transição chuva-seca, devido a sazonalidade hídrica é verificado perdas na qualidade nutricional da forragem, e consequentemente, diminuição no desempenho animal.

Mombach et al. (2019) afirma que quanto mais longo o período de estiagem, maiores serão os prejuízos para o sistema de produção animal sob pastejo, principalmente pela redução dos processos fotossintéticos. Este mesmo autor ainda relata que o capim Mombaça apresenta de média a alta sensibilidade ao déficit hídrico, tal fato implica na menor resistência desta forrageira em regiões com baixos índices pluviométricos.

O destaque desta espécie forrageira advém da sua resistência a cigarrinha, alta digestibilidade e aceitabilidade pelo animal, tem elevada exigência com relação à acidez e fertilidade do solo, quanto as demais cultivares *Panicum Maximum*, entretanto, ganha destaque na utilização eficiente do fósforo no solo frente as demais cultivares (VILELA, 2019).

Em estudos realizados por Araújo et al. (2017) avaliando o desempenho animal em pastagens de capim Mombaça com ou sem suplementação, observou que com esta pastagem com até 0,45 m de altura no final do período das águas será possível manter massa de forragem suficiente para o momento de sazonalidade hídrica, mantendo aproximadamente 1,4 UA/ha, e com valor nutritivo moderados (média de 8,0% PB e 55% de digestibilidade da matéria orgânica *in vitro*) promovendo pequenos ganhos. Diante destas respostas de adaptabilidade quantitativa e qualitativa em período de sazonalidade na produção de

forragem, o capim Mombaça destaque-se pela sua aptidão nos sistemas pecuários tropicais intensivos (BEZERRA et al., 2018).

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J. A.; GOMIDE, C. A. DE M. Crescimento e desenvolvimento do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6 suppl, p. 2164–2173, 2005.
- ALLDEN, W. G. The effects of nutritional deprivation on the subsequent productivity of sheep and cattle. **Nutrition Abstracts and Reviews**, v. 40, p. 1167–1184, 1970.
- ALMEIDA, D. M. DE et al. Effects of pre- and postpartum supplementation on lactational and reproductive performance of grazing Nellore beef cows. **Animal Production Science**, v. 61, n. 2, p. 101–107, 2020.
- ALMEIDA, D. M. DE et al. Performance of *Bos indicus* beef cattle supplemented with mineral or with concentrates in tropical *Urochloa decumbens* pastures: A meta-regression approach. **Animal Feed Science and Technology**, v. 283, p. 115178, 2022.
- ANDRADE, P.; ALCADE, C. R. **Nutrição e alimentação do novilho precoce**. Anais do Encontro Nacional sobre Novilho Precoce. Anais...Campinas, SP: 1995.
- ARAÚJO, I. M. M. DE et al. Animal performance with and without supplements in Mombaça guinea grass pastures during dry season. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 7, p. 145, 2017.
- ARIJE, G. F.; WILTBANK, J. N. Age and weight at puberty in hereford heifers. **Journal of Animal Science**, v. 33, n. 2, p. 401–406, 1971.
- ARTHINGTON, J. D.; KALMBACHER, R. S. Effect of early weaning on the performance of three-year-old, first-calf beef heifers and calves reared in the subtropics. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 5, p. 1136–1141, 2003.
- ASDELL, S. A. Nutrition and the treatment of sterility in dairy cattle: A review. **Journal of Dairy Science**, v. 32, n. 1, p. 60–70, 1949.
- AYRES, H. et al. Effect of timing of estradiol benzoate administration upon synchronization of ovulation in suckling Nelore cows (*Bos indicus*) treated with a progesterone-releasing intravaginal device. **Animal Reproduction Science**, v. 109, n. 1–4, p. 77–87, 2008.
- AYRES, H. et al. Inferences of body energy reserves on conception rate of suckled Zebu beef cows subjected to timed artificial insemination followed by natural mating. **Theriogenology**, v. 82, n. 4, p. 529–536, 2014.
- BACH, À. Effects of nutrition and genetics on fertility in dairy cows. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 31, n. 1, p. 40, 2019.
- BARBERO, R. P. et al. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 209, p. 110–118, 2015.

- BARUSELLI, P. S. et al. Timed artificial insemination: current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. **Animal Reproduction**, v. 14, n. 3, p. 558–571, 2017.
- BEAM, S. W.; BUTLER, W. R. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum. **Journal of Reproduction and Fertility Supplement**, v. 54, p. 411–424, 1999.
- BEECHER, M. et al. The variation in morphology of perennial ryegrass cultivars throughout the grazing season and effects on organic matter digestibility. **Grass and Forage Science**, v. 70, n. 1, p. 19–29, 2015.
- BELONI, T. et al. Large variability in drought survival among *Urochloa* spp. cultivars. **Grass and Forage Science**, v. 73, n. 4, p. 947–957, 2018.
- BERGEN, W. G. Factors affecting growth yields of microorganisms in the rumen. **Tropical Animal Production**, v. 43, n. 13, 1979.
- BEZERRA, L. R. et al. Proteins supplementation is vital for beef cattle fed with tropical pasture. Em: **Grasses as Food and Feed**. [s.l.] IntechOpen, 2018.
- BITENCOURT, M. F. et al. Age and calving time affects production efficiency of beef cows and their calves. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 92, n. suppl 1, p. e20181058, 2020.
- BOLAND, M. P.; LONERGAN, P.; O'CALLAGHAN, D. Effect of nutrition on endocrine parameters, ovarian physiology, and oocyte and embryo development. **Theriogenology**, v. 55, n. 6, p. 1323–1340, 2001.
- BOLIGON, A. A. et al. Study of relations among age at first calving, average weight gains and weights from weaning to maturity in Nelore cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 4, p. 746–751, 2010.
- BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G. DE; RORATO, P. R. N. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 596–601, 2008.
- BOVAL, M.; EDOUARD, N.; SAUVANT, D. A meta-analysis of nutrient intake, feed efficiency and performance in cattle grazing on tropical grasslands. **Animal**, v. 9, n. 6, p. 973–982, 2015.
- BURNS, B. M.; FORDYCE, G.; HOLROYD, R. G. A review of factors that impact on the capacity of beef cattle females to conceive, maintain a pregnancy and wean a calf—Implications for reproductive efficiency in northern Australia. **Animal Reproduction Science**, v. 122, n. 1–2, p. 1–22, 2010.
- BUTLER, W. R.; SMITH, R. D. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 3, p. 767–783, 1989.

CAMARGO, K. D. V. et al. Intake, metabolism parameters, and performance of growing beef cattle on pasture supplemented with different rumen undegradable protein with different amino acid profile. **Animal Feed Science and Technology**, v. 286, p. 115258, 2022.

CARDOSO, D.; NOGUEIRA, G. P. Mecanismos neuroendócrinos envolvidos na puberdade de novilhas. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**, v. 10, n. 1, 2007.

CARDOSO, R. C. et al. Nutritional control of puberty in the bovine female: prenatal and early postnatal regulation of the neuroendocrine system. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 73, p. 106434, 2020.

CHASE, A. Grasses of Brazil and Venezuela. **Agriculture in the American**, v. 4, p. 123–126, 1944.

CHELIKANI, P. K.; AMBROSE, J. D.; KENNELLY, J. J. Effect of dietary energy and protein density on body composition, attainment of puberty, and ovarian follicular dynamics in dairy heifers. **Theriogenology**, v. 60, n. 4, p. 707–725, 2003.

CHESWORTH, J. M.; EASDON, M. P. Effect of diet and season on steroid hormones in the ruminant. **Journal of Steroid Biochemistry**, v. 19, n. 1, p. 715–723, 1983.

CHUD, T. C. S. et al. Genetic analysis for gestation length, birth weight, weaning weight, and accumulated productivity in Nellore beef cattle. **Livestock Science**, v. 170, p. 16–21, 2014.

COSTA, K. A. P. et al. Doses e fontes de nitrogênio na produção e composição bromatológica do capim-xaraés. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 3, 2013.

CRACCO, R. C. et al. Effects of Maternal Nutrition on Female Offspring Weight Gain and Sexual Development. **Frontiers in Genetics**, v. 12, 2021.

CROWE, M. A.; DISKIN, M. G.; WILLIAMS, E. J. Parturition to resumption of ovarian cyclicity: comparative aspects of beef and dairy cows. **Animal**, v. 8, p. 40–53, 2014.

CUSHMAN, R. A.; MCNEEL, A. K.; FREETLY, H. C. The impact of cow nutrient status during the second and third trimesters on age at puberty, antral follicle count, and fertility of daughters. **Livestock Science**, v. 162, p. 252–258, 2014.

CUSHMAN, R. A.; PERRY, G. A. Developmental programming of fertility in livestock. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 35, n. 2, p. 321–330, 2019.

DAY, M. L.; NOGUEIRA, G. P. Management of age at puberty in beef heifers to optimize efficiency of beef production. **Animal Frontiers**, v. 3, n. 4, p. 6–11, 2013.

DELAGARDE, R.; PEYRAUD, J. L.; DELABY, L. The effect of nitrogen fertilization level and protein supplementation on herbage intake, feeding behaviour and digestion in grazing dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 66, n. 1–4, p. 165–180, 1997.

- DELEVATTI, L. M. et al. Forage management intensification and supplementation strategy: Intake and metabolic parameters on beef cattle production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 247, p. 74–82, 2019.
- DETMANN, E. et al. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v. 162, p. 141–153, 2014.
- DICKINSON, S. E. et al. Evaluation of age, weaning weight, body condition score, and reproductive tract score in pre-selected beef heifers relative to reproductive potential. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 10, n. 1, p. 18, 2019.
- DISKIN, M. G.; KENNY, D. A. Optimising reproductive performance of beef cows and replacement heifers. **Animal**, v. 8, p. 27–39, 2014.
- D'OCCHIO, M. J.; BARUSELLI, P. S.; CAMPANILE, G. Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: A review. **Theriogenology**, v. 125, p. 277–284, 2019.
- DU, M. et al. Meat science and muscle biology symposium: Manipulating mesenchymal progenitor cell differentiation to optimize performance and carcass value of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 3, p. 1419–1427, 2013.
- DUNN, T. G.; KALTENBACH, C. C. Nutrition and the postpartum interval of the ewe, sow and cow. **Journal of Animal Science**, v. 51, n. s2, p. 29–39, 1980.
- DUNN, T. G.; MOSS, G. E. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 5, p. 1580–1593, 1992.
- EGAN, A. R. Nutrition for reproduction. Em: **Reproduction in Sheep**. [s.l.: s.n.]. p. 262–268.
- ELER, J. P. et al. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 9, p. 2519–2527, 2004.
- ESTILL, C. T. Initiation of puberty in heifers. Em: **Bovine Reproduction**. [s.l.] Wiley, 2021. p. 258–268.
- EUCLIDES, V. P. B. et al. Avaliação dos capins Mombaça e Massai sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 18–26, 2008.
- EUCLIDES, V. P. B. **Manejo do capim-mombaça para períodos de águas e seca**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/gado-de-corte/busca-de-noticias/-/noticia/2118000/artigo-manejo-do-capim-mombaca-para-periodos-de-aguas-e-seca>>. Acesso em: 2 fev. 2022.
- EUCLIDES, V. P. B. et al. Maintaining post-grazing sward height of *Panicum maximum* (cv. Mombaça) at 50 cm led to higher animal performance compared with post-grazing height of 30 cm. **Grass and Forage Science**, v. 73, n. 1, p. 174–182, 2018.

- EUCLIDES, V. P. B. et al. Biological and economic responses to increasing nitrogen rates in Mombaça guinea grass pastures. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 1937, 2022.
- FAJERSSON, P. et al. The effects of dietary protein on age and weight at the onset of puberty in Brown Swiss and Zebu heifers in the tropics. **Theriogenology**, v. 35, n. 4, p. 845–855, 1991.
- FERGUSON, J. D.; CHALUPA, W. Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 3, p. 746–766, 1989.
- FERNANDES, A. F. A. et al. Body condition score of Nellore beef cows: a heritable measure to improve the selection of reproductive and maternal traits. **Animal**, v. 9, n. 8, p. 1278–1284, 2015.
- FERREIRA, S. F. et al. Suplementação de novilhos Red Angus x Nelore criados em pastagem tropical durante a época chuvosa. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, n. 1, 2012.
- FERRELL, C. L. Effects of postweaning rate of gain on onset of puberty and productive performance of heifers of different breeds. **Journal of Animal Science**, v. 55, n. 6, p. 1272–1283, 1982.
- FLORES, R. et al. Influence of body condition and bovine somatotropin on estrous behavior, reproductive performance, and concentrations of serum somatotropin and plasma fatty acids in postpartum Brahman-influenced cows. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 5, p. 1318–1329, 2007.
- FOSTER, D. L. et al. **Modulation of gonadotropin secretion during development by nutrition and growth**. 11th International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination, University College. Anais...Dublin, Ireland: 1988.
- FOYER, C. H. et al. Avaliação da composição químico-bromatológica do capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, p. 1–10, 2007.
- FRENEAU, G. E. et al. Puberdade em touros Nelore criados em pasto no Brasil: características corporais, testiculares e seminais e de índice de capacidade andrológica por pontos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 6, p. 1107–1115, 2006.
- FRIEDMAN, J. M. Leptin and the endocrine control of energy balance. **Nature Metabolism**, v. 1, n. 8, p. 754–764, 2019.
- FUNSTON, R. N. et al. Winter grazing system and supplementation of beef cows during late gestation influence heifer progeny. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 12, p. 4094–4101, 2010.
- FUNSTON, R. N.; DEUTSCHER, G. H. Comparison of target breeding weight and breeding date for replacement beef heifers and effects on subsequent reproduction and calf performance. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 10, p. 3094–3099, 2004.

GARRY, B. et al. How does herbage mass effect voluntary dry matter intake and in vivo organic matter digestibility in sheep and the in vitro gas production of perennial ryegrass? **Livestock Science**, v. 244, p. 104345, 2021.

GASSER, C. L. et al. Induction of precocious puberty in heifers III: Hastened reduction of estradiol negative feedback on secretion of luteinizing hormone. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 8, p. 2050–2056, 2006.

GASSER, C. L. Joint alpharma-beef species symposium: Considerations on puberty in replacement beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 3, p. 1336–1340, 2013.

GATIUS, F. L.; YÁÑIZ, J.; HELM, D. M. Effects of body condition score and score change on the reproductive performance of dairy cows: A meta-analysis. **Theriogenology**, v. 59, n. 3–4, p. 801–812, 2003.

GOMIDE, C. A. DE M.; GOMIDE, J. A.; ALEXANDRINO, E. Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a períodos de descanso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 10, p. 1487–1494, 2007.

GUILBERT, H. R. Some endocrine relationships in nutritional reproductive failure (A review). **Journal of Animal Science**, v. 1, n. 1, p. 3–13, 1942.

GUNN, P. J. et al. Feeding distiller's grains as an energy source to gestating and lactating beef heifers: Impact on female progeny growth, puberty attainment, and reproductive processes. **Journal of Animal Science**, v. 93, n. 2, p. 746–757, 2015.

GUZMÁN, C. et al. Protein restriction during fetal and neonatal development in the rat alters reproductive function and accelerates reproductive ageing in female progeny. **The Journal of Physiology**, v. 572, n. 1, p. 97–108, 2006.

HADY, P. J.; DOMEQ, J. J.; KANEENE, J. B. Frequency and precision of body condition scoring in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 6, p. 1543–1547, 1994.

HALAAS, J. L. et al. Weight-reducing effects of the plasma protein encoded by the obese gene. **Science**, v. 269, n. 5223, p. 543–546, 1995.

HALL, J. B. et al. Body composition and metabolic profiles associated with puberty in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 11, p. 3409–3420, 1995.

HARVEY, K. M. et al. Supplementing organic-complexed or inorganic Co, Cu, Mn, and Zn to beef cows during gestation: postweaning responses of offspring reared as replacement heifers or feeder cattle. **Journal of Animal Science**, v. 99, n. 6, p. skab082, 2021.

HESLIN, J. et al. Age at puberty and pregnancy rate in beef heifer genotypes with contrasting nutritional intake from 8 to 13 months of age. **Animal Reproduction Science**, v. 212, p. 106221, 2020.

HESS, B. W. et al. Nutritional controls of beef cow reproduction. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. suppl_13, p. E90–E106, 2005.

IMAKAWA, K. et al. Effects of 17 β -estradiol and diets varying in energy on secretion of luteinizing hormone in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 64, n. 3, p. 805–815, 1987.

JAMROZIK, J.; MILLER, S. P. Genetic evaluation of calving ease in Canadian Simmentals using birth weight and gestation length as correlated traits. **Livestock Science**, v. 162, p. 42–49, 2014.

JANK, L. **Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum***. Anais do Simpósio sobre Manejo da Pastagem. Anais...Piracicaba, SP: 1995.

JANK, L. et al. ***Panicum maximum* Jacq.** Em: Plantas forrageiras. Viçosa, MG: [s.n.]. p. 254–263.

JANK, L. et al. **Novas alternativas de cultivares de forrageiras e melhoramento para a sustentabilidade da pecuária**. Anais do IV Simpósio de Adubação e Manejo de Pastagens (SAMPA) e IV Simpósio de Produção Animal a Pasto (SIMPAPASTO). Anais...Dracena, SP: 2017.

KENNY, D. A. et al. Invited review: Improving feed efficiency of beef cattle – the current state of the art and future challenges. **Animal**, v. 12, n. 9, p. 1815–1826, 2018.

KOSCHECK, J. F. W. et al. How do animal performance and methane emissions vary with forage management intensification and supplementation? **Animal Production Science**, v. 60, n. 9, p. 1201, 2020.

LAMOND, D. R. The influence of undernutrition on reproduction in the cow. **Animal Breeding Abstracts**, v. 38, p. 359–372, 1970.

LASTER, D. B. et al. Characterization of biological types of cattle (Cycle II) II. Postweaning growth and puberty of heifers. **Journal of Animal Science**, v. 48, n. 3, p. 500–508, 1979.

LASTER, D. B.; GLIMP, H. A.; GREGORY, K. E. Age and weight at puberty and conception in different breeds and breed-crosses of beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 34, n. 6, p. 1031–1036, 1972.

LASTER, D. B.; GLIMP, H. A.; GREGORY, K. E. Effects of early weaning on postpartum reproduction of cows. **Journal of Animal Science**, v. 36, n. 4, p. 734–740, 1973.

LUCY, M. C. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 6, p. 1277–1293, 2001.

MALAFIA, P. et al. Suplementação protéico-energética para bovinos criados em pastagens: Aspectos teóricos e principais resultados publicados no Brasil. **Livestock Research for Rural Development**, v. 15, n. 2, p. 1–32, 2003.

MAMBRINI, M.; PEYRAUD, J. L. Mean retention time in digestive tract and digestion of fresh perennial ryegrass by lactating dairy cows: influence of grass maturity and comparison with a maize silage diet. **Reproduction Nutrition Development**, v. 34, n. 1, p. 9–23, 1994.

MARTIN, L. C. et al. Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 4006–4017, 1992.

MELIS, M. H. V. et al. Additive genetic relationships between scrotal circumference, heifer pregnancy, and stayability in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 12, p. 3809–3813, 2010.

MELO, J. C. et al. Desenvolvimento e produtividade dos capins Mombaça e Marandu cultivadas em dois solos típicos do Tocantins com diferentes regimes hídricos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 4, p. 786–800, 2009.

MERCADANTE, M. E. Z.; LÔBO, R. B.; OLIVEIRA, H. N. DE. Estimativas de (Co)variâncias entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 997–1004, 2000.

MOMBACH, M. A. et al. Fator de resposta produtiva de Mombaça e Marandu ao déficit hídrico. **Nativa**, v. 7, n. 6, p. 807, 2019.

MORIEL, P. et al. Effects of calf weaning age and subsequent management system on growth and reproductive performance of beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 7, p. 3096–3107, 2014.

NEPOMUCENO, D. D. et al. Effect of pre-partum dam supplementation, creep-feeding and post-weaning feedlot on age at puberty in Nelore heifers. **Livestock Science**, v. 195, p. 58–62, 2017.

NOGUEIRA, G. P. Puberty in South American *Bos indicus* (Zebu) cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 82–83, p. 361–372, 2004.

OLIVEIRA, C. M. G. et al. Effects of biostimulation and nutritional supplementation on pubertal age and pregnancy rates of Nelore heifers (*Bos indicus*) in a tropical environment. **Animal Reproduction Science**, v. 113, n. 1–4, p. 38–43, 2009.

OLSON, A. T. **Seleção para características de fertilidade em fêmeas jovens cruza zebu**. Congresso Mundial Braford. Anais...Porto Alegre: 2000.

OLSON, K. et al. **Nutrition and reproduction in the beef cow**. Em: Bovine Reproduction. [s.l.] Wiley, 2021. p. 372–388.

O'MARA, F. P. et al. Rumen fermentation and nutrient flows for cows fed grass and grass supplemented with molassed beet pulp pellets. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 10, p. 2466–2474, 1997.

OSAKABE, Y. et al. Response of plants to water stress. **Frontiers in Plant Science**, v. 5, n. 86, p. 1–8, 2014.

OVERTON, T. R.; WALDRON, M. R. Nutritional management of transition dairy cows: Strategies to optimize metabolic health. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. E105–E119, 2004.

PADILLA, E. G.; NISWENDER, G. D.; WILTBANK, J. N. Puberty in beef heifers. II. Effect of injections of progesterone and estradiol-17 β on serum LH, FSH and ovarian activity. **Journal of Animal Science**, v. 40, n. 6, p. 1105–1109, 1975.

PATTERSON, D. J. et al. Management considerations in heifer development and puberty. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 4018–4035, 1992.

PATTON, J. et al. Developments in nutrition for pasture-based cattle and sheep systems in Ireland. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, p. 1–26, 2022.

PAULA, N. F. DE et al. Effects of supplementation plan on intake, digestibility, eating behavior, growth performance, and carcass characteristics of grazing beef cattle. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 6Supl2, p. 3233–3248, 2019.

PAULINO, M. F. et al. **Nutrição de bovinos em pastejo**. Proceedings of the 4th Symposium on Strategic Management of Pasture. Anais...Viçosa, MG: 2008.

PERRY, G. et al. Improving reproductive management in cow herds. **Clinical Theriogenology**, v. 14, n. 3, p. 174–192, 2022.

PERRY, G. A. Factors affecting puberty in replacement beef heifers. **Theriogenology**, v. 86, n. 1, p. 373–378, 2016.

PEYRAUD, J. L.; ASTIGARRAGA, L.; FAVERDIN, P. Digestion of fresh perennial ryegrass fertilized at two levels of nitrogen by lactating dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 64, n. 2–4, p. 155–171, 1997.

PEYRAUD, J. L.; DELAGARDE, R. Managing variations in dairy cow nutrient supply under grazing. **Animal**, v. 7, n. s1, p. 57–67, 2013.

POLIZEL, G. H. G. et al. Evaluation of reproductive traits and the effect of nutrigenetics on bulls submitted to fetal programming. **Livestock Science**, v. 247, p. 104487, 2021.

POPPI, D. P.; MCLENNAN, S. R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 1, p. 278–290, 1995.

RANDEL, R. D. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 3, p. 853–862, 1990.

RANDEL, R. D.; WELSH, T. H. Joint alpharma-beef species symposium: Interactions of feed efficiency with beef heifer reproductive development. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 3, p. 1323–1328, 2013.

REID, J. T. Relationship of nutrition to fertility in animals. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 114, p. 158–164, 1949.

REIS, R. A. et al. **Otimização da utilização da forragem disponível através da suplementação estratégica**. Em: Volumosos na produção de ruminantes. [s.l.: s.n.]. p. 187–238.

- REIS, R. A. et al. **Semiconfinamento para produção intensiva de bovinos de corte**. Anais do Simpósio Mato-grossense de Bovino de Corte. Anais...Cuiabá, MT: 2015.
- RHODES, F. M. et al. Sequential changes in ovarian follicular dynamics in *Bos indicus* heifers before and after nutritional anoestrus. **Reproduction**, v. 104, n. 1, p. 41–49, 1995.
- ROBERTS, A. J. et al. Circulating insulin-like growth factor I, insulin-like growth factor binding proteins, growth hormone, and resumption of estrus in postpartum cows subjected to dietary energy restriction. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 7, p. 1909–1917, 1997.
- ROBINSON, J. J. Nutrition in the reproduction of farm animals. **Nutrition Research Reviews**, v. 3, n. 1, p. 253–276, 1990.
- ROBINSON, J. J. et al. Nutrition and fertility in ruminant livestock. **Animal Feed Science and Technology**, v. 126, n. 3–4, p. 259–276, 2006.
- ROBINSON, T.; SHELTON, J. **Reproduction in cattle**. Em: PRESS, A. (Ed.). Reproduction in Domestic Animals. 3. ed. New York: [s.n.]. p. 433–454.
- ROCHE, J. F. The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. **Animal Reproduction Science**, v. 96, n. 3–4, p. 282–296, 2006.
- ROWE, J. B. et al. Secondary fermentation in the rumen of a sheep given a diet based on molasses. **British Journal of Nutrition**, v. 41, n. 2, p. 393–397, 1979.
- RUFINO, L. M. A. et al. Effects of the amount and frequency of nitrogen supplementation on intake, digestion, and metabolism in cattle fed low-quality tropical grass. **Animal Feed Science and Technology**, v. 260, p. 114367, 2020.
- SÁ FILHO, M. F. et al. Equine chorionic gonadotropin and gonadotropin-releasing hormone enhance fertility in a norgestomet-based, timed artificial insemination protocol in suckled Nelore (*Bos indicus*) cows. **Theriogenology**, v. 73, n. 5, p. 651–658, 2010.
- SALES, M. F. L. et al. Supplementation levels for growing beef cattle grazing in the dry-rainy transition season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 4, p. 904–911, 2011.
- SAMADI, F. et al. Interrelationships of nutrition, metabolic hormones and resumption of ovulation in multiparous suckled beef cows on subtropical pastures. **Animal Reproduction Science**, v. 137, n. 3–4, p. 137–144, 2013.
- SAVIDAN, Y. H. et al. Breeding *Panicum maximum* in Brazil. 1. Genetic resources, modes of reproduction and breeding procedures. **Euphytica**, v. 41, n. 1–2, p. 107–112, 1989.
- SCHILLO, K. K.; HALL, J. B.; HILEMAN, S. M. Effects of nutrition and season on the onset of puberty in the beef heifer. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 3994–4005, 1992.
- SCHMIDT, P. I. et al. Genetic analysis of female reproductive efficiency, scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle. **Theriogenology**, v. 128, p. 47–53, 2019.

SHORT, R. E.; BELLOW, R. A. Relationships among weight gains, age at puberty and reproductive performance in heifers. **Journal of Animal Science**, v. 32, n. 1, p. 127–131, 1971.

SILVA, F. M. B. et al. Estratégias para antecipação da puberdade em novilhas *Bos taurus indicus* pré-púberes. **Pubvet**, v. 12, n. 12, 2019.

SILVA, R. R. et al. Níveis de suplementação na terminação de novilhos Nelore em pastagens: aspectos econômicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 2091–2097, 2010.

SILVA, T. A. C. C. et al. Growth and reproductive performance responses to post-weaning supplementation of early and normally-weaned Brahman crossbred heifers raised in tropical rangelands. **PLOS ONE**, v. 17, n. 2, p. e0263786, 2022.

SIMIONI, T. A. et al. Effects of mineral or protein-energy supplementation and genetic group on metabolism parameters of young beef bulls grazing tropical grass during the rainy season. **Livestock Science**, v. 255, p. 104805, 2022.

SIMONETTI, A.; MARQUES, W. M.; COSTA, L. V. C. Produtividade de capim-Mombaça (*Panicum maximum*), com diferentes doses de biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, n. 1, p. 107–115, 2016.

SMITH, D.; FORDYCE, G. Demonstrating the effect of live weight on heifer pregnancy rates in northern Queensland. **Meat and Livestock Australia Limited**, p. 1–45, 2017.

SORENSEN, A. M. et al. **A causes and prevention of reproductive failures in dairy cattle. The influence of underfeeding and overfeeding on growth and development of Holstein heifers**. Ithaca, New York State: Cornell University, Agricultural Experiment Station, 1959.

STAKELUM, G.; DILLON, P. The effect of grazing pressure on rotationally grazed pastures in spring/early summer on subsequent sward characteristics. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v. 46, n. 1, p. 15–28, 2007.

SWANSON, L. V. Discussion – Interactions of nutrition and reproduction. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 3, p. 805–814, 1989.

TOPPS, J. H. The relationship between reproduction and undernutrition in beef cattle. **World Review of Animal Production**, v. 13, n. 2, p. 43–49, 1977.

TYLER, R. et al. **Weaner management in northern beef herds**. Meat & Liv ed. North Sydney, Australia: [s.n.].

VALASI, I. et al. Management of pre-pubertal small ruminants: Physiological basis and clinical approach. **Animal Reproduction Science**, v. 130, n. 3–4, p. 126–134, 2012.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. [s.l: s.n.].

VENTURINI, T. et al. Influences of nitrogen fertilization and energy supplementation for growth performance of beef cattle on Alexander grass. **Tropical Animal Health and Production**, v. 49, n. 8, p. 1757–1762, 2017.

VILELA, H. **Série gramíneas tropicais - Gênero *Panicum* (*Panicum maximum*–*Mombaça*- *Capim*)**. Disponível em:

<http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_gramineas_tropicais_panicum_mombaça>.

VONNAHME, K. A.; TANNER, A. R.; HILDAGO, M. A. V. Effect of maternal diet on placental development, uteroplacental blood flow, and offspring development in beef cattle. **Animal Reproduction**, v. 15, n. Suppl. 1, p. 912–922, 2018.

WILTBank, J. N. et al. Reproductive performance and profitability of heifers fed to weigh 272 or 318 kg at the start of the first breeding season. **Journal of Animal Science**, v. 60, n. 1, p. 25–34, 1 jan. 1985.

WU, S. et al. The bacterial community composition of the bovine rumen detected using pyrosequencing of 16S rRNA genes. **Metagenomics**, v. 1, p. 1–11, 2012.

3 CAPÍTULO I – EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO NO DESEMPENHO PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE NOVILHAS NELORE EM PASTO DE CAPIM MOMBAÇA

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação durante três períodos (outono, inverno e primavera) sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de novilhas Nelore em pasto de capim Mombaça. Foram utilizadas 28 novilhas da raça Nelore, com peso corporal médio de $205,80 \text{ kg} \pm 16,50 \text{ kg}$, submetidas a duas estratégias de suplementação: estratégia 15 PB (suplemento com 15% de proteína bruta (PB)) e 18 PB (suplemento com 18% de PB). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial, sendo duas estratégias de suplementação e três períodos, com 14 repetições. Foi verificado efeito de interação estratégia x período para altura ($P=0,008$), onde a estratégia de 15 PB na primavera obtendo maior média (56 cm) comparado a 18 PB (26 cm). Na composição química do capim, o período influenciou significativamente ($P<0,001$), destacando o período de inverno com maior média para fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (766,40 e 447,30 g.kg^{-1} , respectivamente) e menor média para proteína bruta (52,80 g.kg^{-1}). Foi verificado efeito da interação entre estratégia x período para peso corporal final (PCF) ($P=0,032$), ganho de peso total (GPT) ($P=0,039$), taxa de lotação ($P=0,020$) e ganho de peso por área ($P=0,033$). As menores médias foram observadas durante no inverno para estratégia de 18 PB (271,74 kg; 31,48 kg; 3,99 UA.ha^{-1} e 7,35 @.ha^{-1} , respectivamente). Em relação a eficiência reprodutiva, a estratégia 15 PB obteve maior taxa de prenhez, superando 80%. A estratégia de 15 PB proporcionou melhor desempenho das novilhas, com aumento do PCF, GPT, taxa de lotação e taxa de prenhez e destacando-se na primavera pela melhoria na quantidade e qualidade da forragem disponível associados a suplementação.

Palavras-chaves: *Bos taurus indicus*, estação do ano, *Megathyrus maximus*, precocidade, puberdade, suplemento proteico.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of supplementation during three periods (autumn, winter and spring) on the productive and reproductive performance of Nelore heifers on Mombaça grass pasture. 28 Nelore heifers were used, with an average body weight of $205.80 \text{ kg} \pm 16.50 \text{ kg}$, submitted to two supplementation strategies: 15 CP strategy (supplement with 15% crude protein (CP)) and 18 CP (supplement with 18% CP). The experimental design was completely randomized in a factorial arrangement, with two supplementation strategies and three periods, with 14 replications. A strategy x period interaction effect was verified for height ($P=0.008$), with the strategy of 15 CP in spring obtaining a higher average (56 cm) compared to 18 CP (26 cm). In the chemical composition of the grass, the period had a significant influence ($P<0.001$), highlighting the winter period with the highest average for neutral detergent fiber and acid detergent fiber (766.40 and 447.30 g.kg^{-1} , respectively) and lowest average for crude protein (52.80 g.kg^{-1}). An effect of the interaction between strategy x period was verified for final body weight (FBW) ($P=0.032$), total weight gain (TWG) ($P=0.039$), stocking rate ($P=0.020$) and weight gain per area ($P=0.033$). The lowest averages were observed during winter for the 18 CP strategy (271.74 kg; 31.48 kg; 3.99 AU.ha^{-1} and 7.35 @.ha^{-1} , respectively). In relation to reproductive efficiency, the 15 CP strategy achieved

a higher pregnancy rate, exceeding 80%. The 15 CP strategy provided better heifer performance, with an increase in FBW, TWG, stocking rate and pregnancy rate and stood out in the spring for the improvement in the quantity and quality of available forage associated with supplementation.

Keywords: *Bos taurus indicus*, *Megathyrus maximus*, precocity, protein supplement, puberty, season.

3.1 INTRODUÇÃO

As novilhas de reposição desempenham papel crucial como potenciais futuras matrizes em rebanhos de bovinos de corte. Contudo, esta fase de criação é considerada prolongada e onerosa, exigindo elevados investimentos. Portanto, é essencial promover a precocidade na idade ao primeiro parto, para potencializar o máximo retorno econômico do sistema pecuário, onde o sistema de pastejo possibilita mitigar os custos das novilhas de reposição (MACHADO et al., 2019).

Para atingir a precocidade na prenhez, bem como o desenvolvimento corporal e reprodutivo de fêmeas primíparas, a nutrição é essencial (CAPPELLOZZA et al., 2014), especialmente durante os meses que antecedem a estação reprodutiva (HALL, 2013). Estudos indicam que novilhas primíparas quando submetidas a suplementação proteica, tendem a atingir precocemente o peso corporal maduro e condições físicas adequadas para a reprodução (LYONS et al. 2016; SEVERINO-LENDECHY et al. 2017; 2020), mas também, é importante ressaltar que a genética do rebanho influencia diretamente na eficiência biológica deste parâmetro (PACHECO et al. 2019).

Estratégias nutricionais devem ser implementadas para novilhas em pastejo, considerando a possibilidade de que o pasto não oferece um balanceamento nutricional adequado (DETMANN et al. 2014), podendo resultar em menor desempenho animal (FERREIRA et al. 2020). A suplementação proteica adequada viabiliza elevadas taxas de ganho corporal (MACHADO et al. 2019), além de evita danos ao desenvolvimento da glândula mamaria em novilhas (SILVA et al. 2018a).

No entanto, dietas com alta concentração de compostos nitrogenados tem sido associados a falhas no desenvolvimento reprodutivos de fêmeas bovinas, devido ao excesso nos níveis séricos de amônia e ureia (LEAN et al. 2012). Por outro lado, Amundson et al. (2016) não encontraram efeitos deletérios na taxa de prenhez em novilhas primíparas alimentadas com suplemento contendo 14% proteína bruta (PB).

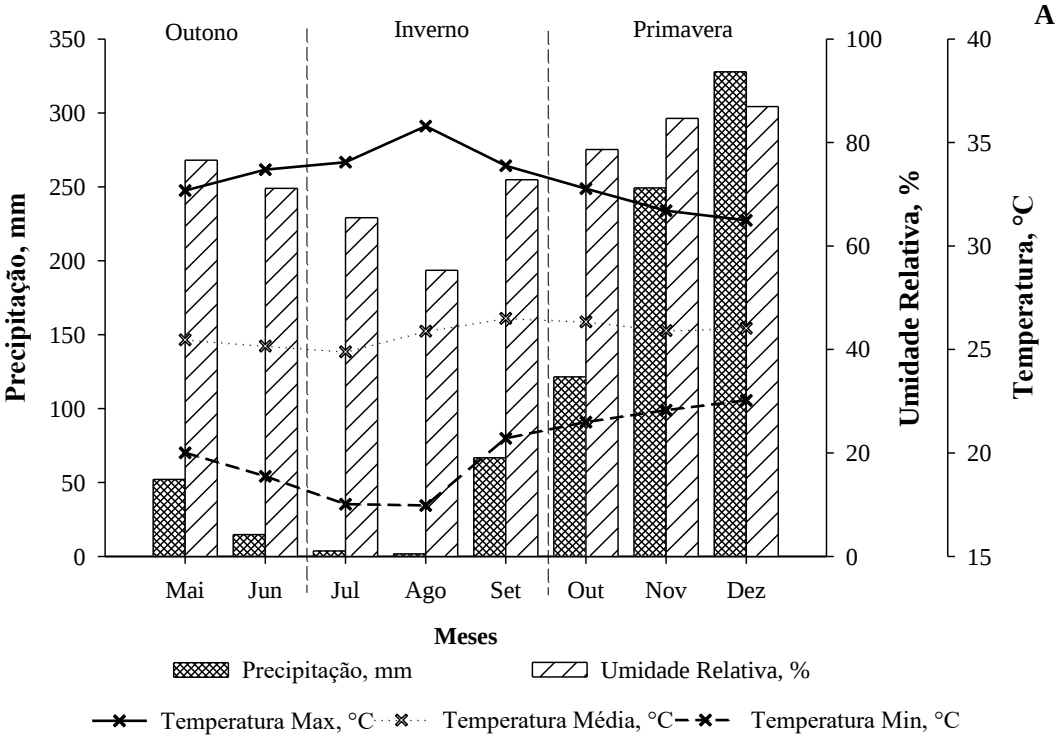
Portanto, levanta-se a hipótese de que a oferta de suplementos contendo PB acima de 14% durante a recria de novilhas Nelore pode influenciar positivamente ou negativamente o

desempenho produtivo e reprodutivo destas fêmeas e, conseqüentemente, tais estratégias podem ter implicações a longo prazo na manutenção destes parâmetros nas futuras vacas. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar duas estratégias de suplementação no período de outono, inverno e primavera sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de novilhas Nelore.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Localização, tratamento e animais

Todos os procedimentos envolvendo animais foram aprovados pelo Comitê de Ética de Uso Animal – CEUA, conforme protocolo 013/2023. O experimento foi conduzido na Chácara Santa Luzia município de Araguaína – TO, Brasil, localizada a 07° 03’ 42’’ de latitude sul e 48° 13’ 26’’ de longitude oeste. O solo regional é caracterizado como Neossolo Quartzarênico Órtico (EMBRAPA, 2013). O clima da região é classificado como AW4 – Tropical de verão úmido e o período de estiagem no inverno, segundo classificação de Köppen, com precipitação anual de 1.900 mm (ALVARES et al. 2013). Os dados de precipitação pluviométrica, a umidade relativa do ar e a temperatura do ar no período do estudo, registradas pela estação meteorológica da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) – Campus Araguaína (Figura 1A). Os dados de balanço hídrico durante o período da pesquisa, foram obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2022) (Figura 1B). O experimento foi realizado no período de maio a dezembro de 2021, com duração de 200 dias, durante os períodos de outono (maio a junho) (56 dias), inverno (julho a setembro) (84 dias) e primavera (outubro a dezembro) (60 dias).



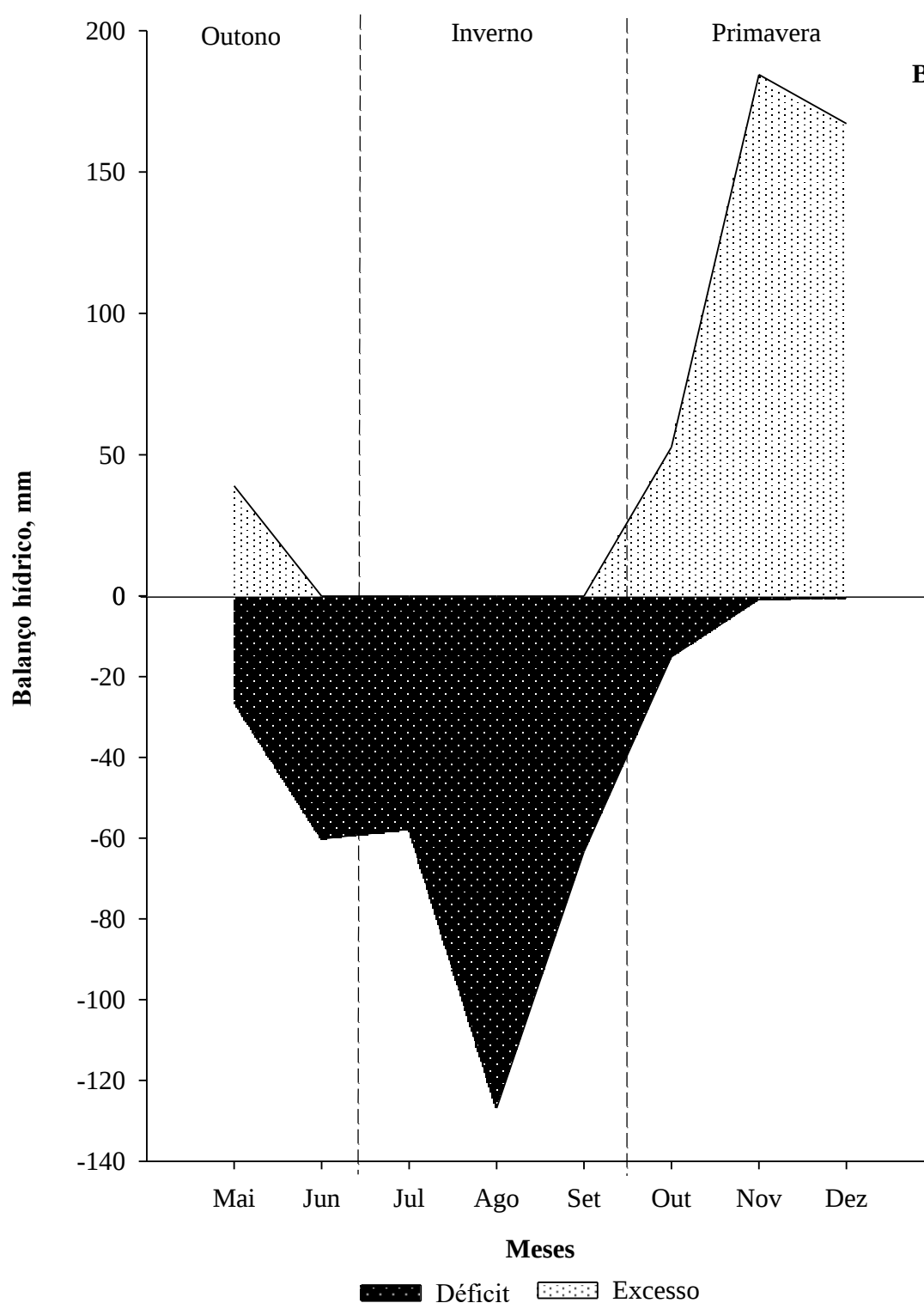


Figura 1. Índices climáticos (A) e balanço hídrico (B) ao longo de todo o período experimental.

Foram utilizadas 28 novilhas da raça Nelore, com aproximadamente oito meses de idade e peso corporal (PC) inicial médio de $205,80 \text{ kg} \pm 16,50 \text{ kg}$, para avaliação do

desempenho e reprodução. Os animais foram distribuídos em uma área experimental de quatro hectares, composta por quatro piquetes de 1,0 ha cada, com pasto formado de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça, sem presença de árvores. Para as estratégias estudada, foram designados dois piquetes, com sete novilhas por piquete, onde os quais eram equipados com bebedouros e cochos de alimentação cobertos e acessíveis de ambos os lados. O método de pastejo utilizado foi o contínuo, com lotação fixa.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial, sendo duas estratégias de suplementação (15 PB e 18 PB) e três períodos (outono, inverno e primavera) e 14 repetições (novilha). As estratégias avaliadas foram: 15 PB (15 g.kg.PC de Proteína Bruta – PB) e 18 PB (18 g.kg.PC de PB) (Tabela 1 e 2). Os suplementos foram fornecidos diariamente às 8:00 h. Antes do início experimental, todos os animais foram identificados, vacinados contra febre aftosa e vermifugados.

Tabela 1. Composição química dos suplementos concentrados utilizados (g.kg.MS⁻¹).

Variáveis	Estratégias	
	15 PB	18 PB
Matéria seca	888,49	892,58
Matéria mineral	66,47	70,14
Matéria orgânica	933,53	929,86
Proteína bruta	151,26	179,56
Fibra em detergente neutro	90,89	92,55
FDN _{CP} ¹	80,71	84,18
Fibra em detergente ácido	27,42	26,26
Nutriente digestíveis totais	867,64	868,54
Extrato etéreo	36,86	37,51
Carboidratos totais	759,42	732,94
Carboidratos não fibrosos	740,99	801,83
Níveis de garantia de minerais		
Cálcio, g.kg	18,5	17,1
Fósforo, g.kg	4.500	10
Magnésio, mg.kg	1.800	1.800
Sódio, mg.kg	1.900	2.000
Zinco, mg.kg	50	400
Zinco Orgânico, mg.kg	1,9	5,25
Cobalto, mg.kg	0,21	20
Iodo, mg.kg	0,5	12
Cromo Orgânico, mg.kg	0,14	0,25
Selênio, mg.kg	0,3	3,5

FDN_{CP}¹: Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas.

O fornecimento da suplementação foi ajustado de acordo com a oferta de forragem nos períodos de avaliação (Tabela 3). Os ciclos de pastejo dos períodos de outono e inverno foram

de 28 dias cada, e durante a primavera os ciclos foram de 20 dias. No período da primavera, foi realizada adubação com NPK, utilizando adubo formulado (22–0–11) nas doses de 33, 0 e 16 kg.ha⁻¹ de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), respectivamente.

Tabela 2. Fornecimento de suplemento ao longo do período experimental

Período	Duração	Estratégia	
		15 PB	18 PB
Outono	56 dias	0,8% PC	0,6% PC
Inverno	84 dias	1,4% PC	1,4% PC
Primavera	60 dias	0,9% PC	0,8% PC

3.2.2 Avaliação do desempenho animal

As novilhas foram pesadas sem jejum prévio no início e final de cada ciclo de pastejo para avaliação do desempenho animal. Foram determinados as variáveis de peso corporal final (PCF, kg), ganho de peso total (GPT, kg = PCF – PCI), ganho médio diário (GMD, kg.dia⁻¹ = (GPT/Dias), taxa de lotação (TL, UA.ha⁻¹ = ((PC*Número de animais)/450) / Área) e ganho por área (GPA, @.ha⁻¹ = ((GPT * Número de animais) / @).

O consumo de matéria seca (CMS) foi estimado por meio de equação (1) para bovinos zebuínos do BR CORTE com base no ganho médio diário (GMD) e peso corporal (PC) de cada animal (AZEVEDO et al. 2023).

$$CMS_{\text{Estimado}} = -0,4684 + 0,7732 \times CMS_{\text{Suplemento}} + 0,0742 \times PC^{0,75} + 0,7953 \times GMD - 0,9047 \times GMD^2 \quad (1)$$

3.2.3 Avaliação dos componentes morfológicos da forragem

As amostras para estimativa do valor nutritivo e caracterização da oferta de forragem, se deu em ponto representativo da altura média do piquete. A mensuração da altura do dossel foi realizada ao final do ciclo de pastejo, utilizando uma régua graduada em centímetro, em 80 pontos selecionados aleatórios em cada piquete. Quatro amostras foram coletadas em cada piquete, a cinco centímetros do solo, utilizando uma moldura retangular (0,6 m²). Após a coleta, as amostras foram transportadas ao laboratório e divididas em duas subamostras: uma destinada à estimativa da massa de forragem, e a outra separada em lâmina foliar, colmo e material morto (ARAÚJO et al., 2017). Posteriormente, as amostras de forragem foram submetidas a secagem em estufa a 55 ± 5°C por 72 horas e pesadas para obtenção do peso seco, a fim de estimar da massa de forragem e determinar os componentes morfológicos. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de facas do tipo Willey (Marconi, Piracicaba, SP, Brasil) utilizando peneira com crivo de 1 mm para posterior análises.

3.2.4 Análises químicas

As amostras de suplemento e forragem (planta inteira), foram quantificadas quanto à matéria seca (MS) (Método 976.01), cinzas (Método 942.05), proteína bruta (PB) (Método 968.06) e extrato etéreo (EE) (Método 954.05) (AOAC, 1990). Para análises de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas (FDNCP) (DETMANN et al. 2021), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), foram determinadas de acordo com Van Soest et al. (1991), adaptadas por Detmann et al. (2012), utilizando-se autoclave, e com adição de α -amilase termostável. Em razão da presença de uréia nos suplementos, os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram determinados pela equação (2) (HALL, 2000):

$$\text{CNF (\%)} = 100 - ((\text{PB} - \text{PBu} + \text{U}) + \text{EE} + \text{Cinzas} + \text{FDN}) \quad (2)$$

Para cálculo dos carboidratos totais (CT), foi utilizado a equação (3) determinada por Sniffen et al. (1992):

$$\text{CT (\%)} = 100 - (\text{PB} + \text{EE} + \text{Cinzas}) \quad (3)$$

Para cálculo dos nutrientes digestíveis totais (NDT), foram utilizadas duas equações, a primeira equação (4) para NDT da forragem (CAPPELLE et al. 2001) e a segunda equação (5) para NDT do suplemento (PATTERSON et al. 2000):

$$\text{NDT}_{\text{Pasto}} = 83,79 - (0,4171 * \text{FDN (\%)} \text{ da forragem}) \quad (4)$$

$$\text{NDT}_{\text{Suplemento}} = 88,9 - (0,779 * \text{FDA (\%)} \text{ do suplemento}) \quad (5)$$

3.2.5 Avaliação do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo

No 160° dia de experimento, as novilhas foram induzidas a um protocolo hormonal para sincronização do cio e ovulação para realização da inseminação artificial em tempo fixo (IATF), por meio da metodologia descrita por Prata et al. (2018), que consiste no protocolo de indução das novilhas com progesterona (P4) com administração intramuscular de 1 mL de Sincrogest® (Ouro Fino, Saúde Animal, Cravinhos, SP, Brasil), com duração de 21 dias. Todas as novilhas no dia do protocolo de indução foram submetidas ao exame de ultrassom transretal (DP-2200 VET, Mindray, Shenzhen, China) para avaliação do escore do trato reprodutor (ETR). O diâmetro dos cornos uterinos, o diâmetro do maior folículo e/ou a presença de corpo lúteo foram tomados como parâmetros nesta avaliação, seguindo os princípios da metodologia descrita por Gutierrez et al. (2014), havendo adaptação para a realidade local, com escore de 1 a 3, conforme descrito na tabela 3.

Tabela 3. Descrição dos escores do trato reprodutivo (ETR) com base nas características uterinas e ovarianas.

ETR	Diâmetro dos Cornos Uterinos	Estrutura Ovariana
1	≥ 15 mm	Corpo lúteo presente
2	≤ 15 mm	Folículos $>8,0$ mm
3	< 15 mm	Folículos $<8,0$ mm

No vigésimo segundo dia, considerado o dia zero (D0), ocorreu a inserção de dispositivo intravaginal P4 (Sincrogest®, Ouro Fino, Saúde Animal, Cravinhos, SP, Brasil), juntamente com administração intramuscular de 2 mL de benzoato de estradiol (EB, Sincrodiol®, Ouro Fino, Saúde Animal, Cravinhos, SP, Brasil). Após sete dias (D7) foram retirados os dispositivos intravaginais P4, sendo o horário da retirada anotado para controle do início da atividade a ser realizada dentro dos parâmetros do protocolo. Todas as novilhas receberam por administração intramuscular de 1 mL de gonadotrofina coriônica equina (eCG) (Ecegon®, Biogénesis Bagó, Curitiba, Brasil), 2 mL de cloprostenol (Estron®, Agener União, São Paulo, Brasil) e 1 mL de cipationato de estradiol (Croni-cip®, Biogénesis Bagó, Curitiba, Brasil). A inseminação foi realizada 48 horas após a retirada do implante, ou seja, dia nove (D9). O diagnóstico de gestação foi realizado por ultrassonografia transretal, 40 dias após a realização da inseminação das novilhas.

3.2.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk ($P < 0,05$), utilizando o PROC UNIVARIATE do SAS Institute. Satisfeitas as pressuposições de normalidade exigidas pela análise de variância (ANOVA), utilizando o procedimento MIXED do SAS (SAS Institute), sendo os períodos de avaliações incluídos no modelo de medidas repetidas no tempo. Foi utilizado o peso corporal inicial como covariável para ajustar as demais variáveis analisadas. Quando significativas, as médias entre tratamentos foram comparadas pela diferença mínima significativa de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o procedimento LSMEANS do SAS Institute, considerando significativo quando $P < 0,05$.

Os dados foram analisados como medidas repetidas ao longo do tempo usando o modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + T_k + (DT)_{ik} + \epsilon_{ijk},$$

onde:

Y_{ijk} : foi o valor observado da variável;

μ : foi o efeito da média geral;

D_i : foi o efeito do período;

T_k : foi o efeito do tratamento;

$(DT)_{ik}$: foi o efeito da interação entre período e tratamento;

ϵ_{ij} : foi o efeito do erro experimental.

Foi realizado a seleção da estrutura de covariância mais adequada à variação das medidas dentro do tratamento para cada característica. Essa escolha foi baseada nos valores do Critério Akaike Corrigido (AICC) e Critério Bayseano de Schwarz (BIC), de forma que quanto mais próximo de zero, mais indicada a matriz será. O procedimento PROC MIXED do software SAS (Statistical Analysis System) foi aplicado para todas as análises estatísticas.

3.3 RESULTADOS

Ao longo do período experimental observamos uma diminuição drástica na precipitação no mês agosto (Figura 1 A), sendo verificado o maior déficit hídrico neste mês (Figura 1 B). A temperatura média foi relativamente constante durante o período experimental, entretanto, é o observado que na estação de inverno, as temperaturas mínimas registradas foram próximas de 18 °C (Figura 1A).

Para todas as variáveis de componentes produtivos e morfológicos do pasto foi observado efeito de estratégia ($P < 0,05$) (Tabela 4), exceto para relação folha/colmo ($P = 0,485$). As maiores médias obtidas para estas variáveis foram para a estratégia de 15 PB.

Tabela 4. Componentes produtivos e morfológicos do pasto de capim *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça ao longo dos períodos de pastejo.

Variável	Estratégias (E)		Período (P)			EPM	P-valor		
	15 PB	18 PB	Outono	Inverno	Primavera		E	P	E x P
Altura, cm	47 A	26 B	45 a	23 b	41 a	1,926	0,001	<0,001	0,008
MFT, kg.ha ⁻¹	2.452 A	1.691 B	2.619 a	1.427 c	2.167 b	0,108	0,039	<0,001	0,446
MFV, kg.ha ⁻¹	1.549 A	0,919 B	1.311 b	0,642 c	1.750 a	0,086	0,019	<0,001	0,357
MLV, kg.ha ⁻¹	0,577 A	0,390 B	0,421 b	0,122 c	0,907 a	0,053	0,002	<0,001	0,120
MCV, kg.ha ⁻¹	0,964 A	0,539 B	0,890 a	0,521 b	0,844 a	0,043	0,009	<0,001	0,805
MFM, kg.ha ⁻¹	1.134 A	0,812 B	1.446 a	0,918 b	0,555 c	0,064	0,006	<0,001	0,787
Folha/Colmo	0,82	0,74	0,56 b	0,39 c	1,40 a	0,076b	0,485	<0,001	0,937

MFT: Massa de forragem total; MFV: Massa de forragem verde; MLV: Massa de lâmina foliar verde; MCV: Massa de colmo verde; MFM: Massa de forragem morta; EPM: Erro padrão da média.

Letras maiúsculas representam a estratégia e letras minúsculas representam o período.

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si de acordo com o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para todas as variáveis de componentes produtivos e morfológicos do pasto foi observado efeito de período ($P < 0,001$) (Tabela 5). Para massa de forragem total (MFT) e massa de forragem morta (MFM) as maiores médias foram observadas durante o período de outono (2.619 e 1.449 kg.ha⁻¹, respectivamente).

Para massa de folha verde (MFV) e massa de lâmina verde (MLV) médias superiores foram obtidas no período de primavera (1.750 e 0,907 kg.ha⁻¹, respectivamente) e inferiores no inverno (0,642 e 0,122 kg.ha⁻¹, respectivamente). A massa de colmo verde (MCV) as maiores médias foram durante o outono e primavera (0,890 e 0,844 kg.ha⁻¹). Para relação folha:colmo, foi verificado média inferior durante o outono (0,39) e superior na primavera (1,40).

Foi verificado efeito da interação estratégia x período apenas para altura ($P = 0,008$) (Tabela 5), onde os maiores valores encontrados foram durante os períodos de outono e primavera para a estratégia 15 PB (55 e 56 cm, respectivamente).

Tabela 5. Desdobramento da interação da altura do pasto de capim *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça ao longo dos períodos de pastejo.

Variável	Estratégias	Período			EPM	E vs P
		Outono	Inverno	Primavera		
Altura, cm	15 PB	55 a	29 b	56 Aa	1,926	0,008
	18 PB	36 a	16 c	26 Bb		

Letras maiúsculas representam a estratégia e letras minúsculas representam o ciclo.

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si de acordo com o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para as variáveis da composição química (Tabela 6), não foram observados efeitos da interação estratégia x período e do efeito do fator individual estratégia ($P > 0,05$). Foi verificado efeito de período ($P < 0,001$) para todas as variáveis da composição química. Nas variáveis de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram verificados as maiores médias durante o período de inverno (514,90, 766,40 e 447,30 g.kg⁻¹, respectivamente). Para proteína bruta (PB) a maior média obtida foi durante o período de primavera (104,70 g.kg⁻¹) e menor média no período de inverno (52,80 g.kg⁻¹).

Tabela 6. Composição química de pastagem *Megathyrus Maximum* cv. Mombaça ao longo dos períodos de pastejo.

Variável	Estratégias (E)		Período (P)			EPM	P-valor		
	15 PB	18 PB	Outono	Inverno	Primavera		E	P	E x P
MS, g.kg ⁻¹	386,60	397,80	287,80 b	514,90 a	374,00 b	2,249	0,746	<0,001	0,961
PB, g.kg ⁻¹	81,40	75,80	78,50 b	52,80 c	104,70 a	0,451	0,165	<0,001	0,466
FDN, g.kg ⁻¹	733,30	732,10	724,70 b	766,40 a	707,10 b	0,713	0,918	0,001	0,398
FDA, g.kg ⁻¹	407,70	404,20	392,40 b	447,30 a	378,10 b	0,872	0,792	<0,001	0,592

MS: Matéria seca; PB: Proteína bruta; FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido; EPM: Erro padrão da média.

Letras maiúsculas representam a estratégia e letras minúsculas representam o período.

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si de acordo com o teste Tukey a 5% de probabilidade

Foi verificado efeito de estratégia, para peso corporal final (PCF) (P=0,012) e ganho de peso total (GPT) (P=0,007) sendo verificado as maiores médias na estratégia de 15 PB. Foi verificado efeito de período para todas as variáveis de desempenho (P<0,001) exceto para consumo de matéria seca (CMS, % PC) (P=0,056). As maiores médias foram observadas durante o período de primavera, para CMS (kg.dia⁻¹), PCF, GPT, ganho médio diário (GMD), lotação e ganho por área (GPA). Para o GMD foi verificado que no inverno, foi obtido a menor média (0,434 kg.dia⁻¹).

Tabela 7. Desempenho produtivo de novilhas Nelore submetidas a estratégias de suplementação para precocidade na parição.

Variável	Estratégias (E)		Período (P)			EPM	P-valor		
	15 PB	18 PB	Outono	Inverno	Primavera		E	P	E x P
CMS, kg.dia ⁻¹	6,14	5,98	4,97 b	6,91 a	6,49 a	0,101	0,747	<0,001	0,051
CMS, % PC	2,20	2,31	2,23	2,42	2,14	0,026	0,113	0,056	0,068
PCF, kg	337,83 A	328,38 B	241,36 c	277,83 b	333,11 a	4,667	0,012	<0,001	0,032
GPT, kg	131,52 A	123,05 B	35,54 b	36,47 b	55,29 a	1,337	0,007	<0,001	0,039
GMD, kg.dia ⁻¹	0,677	0,639	0,635 b	0,434 c	0,907 a	0,025	0,129	<0,001	0,078
Lotação, UA.ha ⁻¹	4,14 A	4,04 B	3,48 c	4,04 b	4,75 a	0,065	0,017	<0,001	0,020
GPA, @.ha ⁻¹	10,24	9,55	8,29 b	8,51 b	12,90 a	0,312	0,077	<0,001	0,033

CMS: Consumo de matéria seca; PC: peso corporal; PCF: Peso corporal final; GPT: Ganho de peso total; GMD: Ganho médio diário; GPA: Ganho de peso por área.

EPM: Erro padrão da média. Letras maiúscula representam as estratégias e letras minúsculas representam os períodos.

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si de acordo com o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Na avaliação do desempenho animal (Tabela 7), foi verificado efeito da interação estratégia x período para PCF (P=0,032), GPT (P=0,039), lotação (UA.ha⁻¹) (P=0,020) e

ganho por área (GPA, @.ha⁻¹) (P=0,033). No período de inverno, a estratégia de 18 PB obteve as menores médias para todas as variáveis supracitadas.

Tabela 8. Desdobramento da interação do desempenho produtivo de novilhas Nelore submetidas a estratégias de suplementação para precocidade na parição.

Variável	Estratégias	Período			EPM	E x P
		Outono	Inverno	Primavera		
PCF, kg ⁻¹	15 PB	242,62 c	283,91 Ab	337,83 Aa	4,667	0,032
	18 PB	240,09 c	271,74 Bb	328,38 Ba		
GPT, kg ⁻¹	15 PB	36,31 b	41,46 Ab	54,09 a	1,337	0,039
	18 PB	34,76 b	31,48 Bb	56,48 a		
Lotação, UA.ha ⁻¹	15 PB	3,49 c	4,09 Ab	4,83 a	0,065	0,020
	18 PB	3,47 c	3,99 Bb	4,67 a		
GPA, @.ha ⁻¹	15 PB	8,46 b	9,66 Ab	12,61 a	0,312	0,033
	18 PB	8,12 b	7,35 Bb	13,19 a		

PCF: Peso corporal final; GPT: Ganho de peso total; GPA: Ganho de peso por área.

EPM: Erro padrão da média. Letras maiúscula representam as estratégias e letras minúsculas representam os períodos.

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si de acordo com o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para os resultados de taxa de prenhez do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF), foi obtida uma taxa de 85% para a estratégia 15 PB e de 54% para a estratégia de 18 PB, onde as novilhas tinham peso corporal médio de 278,15 kg e 279,46 kg para 15 PB e 18 PB, respectivamente.

3.4 DISCUSSÃO

Durante o período de inverno, foram observadas as menores médias para todas as variáveis de componentes produtivos e morfológicos do pasto (Tabela 4), refletindo a escassez hídrica característico desta estação (Figura 1 B). A sazonalidade da pastagem no inverno é justificado pela menor precipitação, radiação solar, temperatura e fotoperíodo, alterando a estrutura e qualidade do pasto (FERREIRA et al., 2018; JESUS et al., 2021) e, consequentemente, reduzem o crescimento da forrageira e aparecimento de novas folhas, como resultado, há menor produção de massa de forragem (MACHADO et al., 2019).

A média de massa de forragem total (MFT) para as estratégia 18 PB (Tabela 4) foi menor (1.691 kg.ha⁻¹) do que o valor preconizado por Minson (1990), que é de 2.000 kg.ha⁻¹, para garantia da seletividade e melhor desempenho animal. A estrutura morfológica do pasto e o valor nutritivo da forragem são fatores determinantes para maximização do desempenho animal, uma vez que, os animais preferem folhas ao colmo e a presença de colmo no

horizonte de pastejo limita a profundidade, área e a massa do bocado (EUCLIDES et al., 2018). Nesse contexto, verificou-se que a quantidade de MFV foi menor no inverno (0,644 kg.ha⁻¹), em comparação aos demais períodos (1.311 e 1.750 kg.ha⁻¹, de outono e primavera, respectivamente), resultando em menor área fotossintetizante e, conseqüentemente, retardo na rebrota do capim. Sbrissia et al. (2018) destacam que o manejo do pasto deve garantir área foliar adequada para estimular a rápida rebrota.

Na estação de outono, foi verificado maior acúmulo de massa de forragem morta (MFV) (Tabela 4), onde este resultado está de acordo com Jesus et al. (2021) que relata que durante as estações de outono/inverno há um maior produção de MFM, atribuída a baixas temperaturas. As condições climáticas nesse período encontrava-se abaixo (Figura 1 A) da temperatura basal (15°C) para as gramíneas tropicais, resultando em redução na taxa metabólica que determinam o crescimento e pelo aumento da senescência (JESUS et al., 2021).

A composição química da forragem (Tabela 6) variou de acordo com os períodos de avaliação, onde estes resultados podem ser atribuídos ao aumento da maturidade média das folhas durante a estação de inverno (EUCLIDES et al., 2022), acarretando menor valor nutritivo da forragem e menor relação folha:colmo (Tabela 4), podem explicar o menor desempenho animal observado durante o inverno (Tabela 7). Durante os períodos de outono e primavera, o pasto tinha PB suficiente (78,50 e 104,70 g.kg.MS⁻¹, respectivamente) (Tabela 6) para atender suas exigências nutricionais, permitindo crescimento microbiano e digestão da fibra, uma vez que a concentração de proteína superou o intervalo reportado na literatura, que varia de 70 a 100 g.kg.MS⁻¹ (DETMANN et al., 2014; LAZZARINI et al., 2009; MINSON, 1990).

As estratégias nutricionais para bovinos em pastejo são direcionadas para maximizar ou manter o desempenho animal desejável, principalmente durante a estacionalidade na produção de forragem, em que se busca melhorar o aproveitamento dos nutrientes presentes no pasto, bem como estimular o consumo do pasto com o uso da suplementação. Silva et al. (2021) relataram que é imprescindível compreender a composição da forragem para realizar os ajustes na oferta do suplemento, especialmente nos períodos de transição.

Neste estudo, observou-se variação no desempenho animal ao longo dos períodos (Tabela 7). A máximo desempenho foi verificado no período da primavera, onde neste momento houve uma maior incidência de chuvas (Figura 1 A), em que favorece a rebrota do capim. Durante os estágios iniciais de rebrota, as folhas são o principal componente morfológico em forragem acumulada, e o principal componente a ser consumido pelo animal

(SILVA et al. 2019). Um outro fator que pode ter favorecido o maior desempenho nesse período, é a quantidade de suplemento que estava sendo ofertada (Tabela 2), diante disso, a resposta do animal é dependente das características dos animais, ambiente, oferta de forragem e oferta do suplemento (RUGGIERI et al. 2020).

Durante o inverno, é verificado um maior desempenho para estratégia de 15 PB frente a 18 PB (Tabela 8). Estes achados corroboram com as observações de Gunter (2019), que indicam que a maior oferta (% PC) de suplemento pode compensar a diminuição da quantidade e qualidade da forragem, resultando em manutenção dos ganhos produtivos, mesmo diante do incremento na taxa de lotação. A suplementação desempenha papel crucial na intensificação dos sistemas pecuários sob pastagem, onde disponibiliza maior quantidade de nutrientes aos animais (ARAÚJO et al. 2017), promove aumento na taxa de lotação e maiores ganhos por animal e por área (REIS et al. 2009).

A estratégia de 15 PB influenciou positivamente no aumento da taxa de prenhez (85%), sendo 31% superior em relação a taxa de prenhez obtida pela estratégia 18 PB. Esses resultados foram influenciados pelo PC alcançado neste estudo, correspondendo a 62% do PC de uma vaca adulta (450 kg). (Pacheco et al. (2019) e Silva et al. (2018) afirmam que novilhas primíparas zebuínas, ao atingirem 60% do PC da vaca adulta e submetidas a protocolos reprodutivos, apresentam taxa de prenhez em torno de 57%. Toledo et al. (2023) destacam que a busca pela precocidade reprodutiva é mais influenciada pelo estado nutricional da novilha do que à idade, sendo que suplementação pode otimizar o desenvolvimento corporal, deposição de gordura e produção de hormônios reprodutivos, favorecendo a síntese de progesterona, impulsionando a atividade lútea (MORENO et al. 2023) e a qualidade dos embriões (SANTOS et al. 2008).

Com base nos resultados obtidos neste estudo, as análises dos componentes produtivos e morfológicos do pasto demonstram as variações sazonais ao longo do ano, perfazendo uma integração estratégica com a suplementação, para o suprir os desafios específicos de cada período. Dentre os componentes morfológicos de maior efeito para os animais são as folhas verdes, onde estas são influenciadas pelo fotoperíodo, temperatura, luz, nutrição e precipitação, o que impacta diretamente no desenvolvimento das gramíneas tropicais (MACEDO et al., 2021). Conforme Roth et al. (2019), as características estruturais da forragem exercem influência direta sobre o consumo dos animais em pastejo e, conseqüente, sobre seu desempenho.

Adicionalmente, a suplementação desempenha um papel crucial na produção de novilhas precoces, em que potencializa ganhos significativos durante as diferentes estações

avaliadas. O estado nutricional desempenha papel preponderante no início da puberdade e, nesse contexto, o peso corporal é um fator que interfere diretamente na precocidade reprodutiva, logo a suplementação é uma estratégia empregada para promover melhor desempenho animal e o avanço da precocidade reprodutiva (ALMEIDA et al., 2013). A suplementação demonstrou impactos substanciais no desempenho animal, exercendo papel fundamental para otimização na taxa de prenhez.

3.5 CONCLUSÃO

Dentre as estratégias de suplementação avaliadas, a estratégia 15 PB proporcionou melhor desempenho de novilhas em pastejo, permitindo aumento no ganho corporal final, ganho de peso total e taxa de lotação, bem como, maior eficiência reprodutiva das novilhas com aumento na taxa de prenhez. Além disso, no período da primavera os animais apresentaram melhor desempenho pela melhoria na qualidade da forragem disponível associados a suplementação.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, O. D. et al. Endocrinologia da puberdade em fêmeas bovinas. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 11, n. 20, p. 1–13, 2013.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- AMUNDSON, O. L. et al. Uterine environment and pregnancy rate of heifers with elevated plasma urea nitrogen. **Animal Reproduction Science**, v. 173, p. 56–62, 2016.
- AOAC, A. OF O. A. C. **Official methods of analysis of AOAC international**. 15° ed. Gaithersburg, USA: [s.n.].
- ARAÚJO, I. M. M. DE et al. Animal Performance with and without Supplements in Mombaça Guinea Grass Pastures during Dry Season. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 7, p. 145, 2017.
- AZEVÊDO, J. A. G. et al. Regulação e predição de consumo de matéria seca. Em: **Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados - BR-CORTE**. [s.l.] Editora Scienza, 2023. p. 15–44.
- CAPPELLE, E. R. et al. Estimativas do Valor Energético a partir de Características Químicas e Bromatológicas dos Alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1837–1856, 2001.
- CAPPELLOZZA, B. I. et al. Supplementation based on protein or energy ingredients to beef cattle consuming low-quality cool-season forages: II. Performance, reproductive, and metabolic responses of replacement heifers¹. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 6, p. 2725–2734, 2014.
- DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos - INCT**. 1° ed. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012.
- DETMANN, E. et al. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v. 162, p. 141–153, 2014.
- DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos - INCT**. 2° ed. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2021.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3° ed. Brasília: EMBRAPA, 2013.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Maintaining post-grazing sward height of *Panicum maximum* (cv. Mombaça) at 50 cm led to higher animal performance compared with post-grazing height of 30 cm. **Grass and Forage Science**, v. 73, n. 1, p. 174–182, 2018.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Biological and economic responses to increasing nitrogen rates in Mombaça guinea grass pastures. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 1937, 2022.

FERREIRA, E. A. et al. Cutting ages of elephant grass for chopped hay production. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 3, p. 245–253, 2018.

FERREIRA, M. F. DE L. et al. Performance, metabolic and hormonal responses of grazing Nellore cows to an energy-protein supplementation during the pre-partum phase. **BMC Veterinary Research**, v. 16, n. 1, p. 108, 2020.

GUNTER, S. A. Effects of stocking and supplementation rates on the performance of beef steers grazing mixed-grass prairie during the winter. **Applied Animal Science**, v. 35, n. 6, p. 641–651, 2019.

GUTIERREZ, K. et al. Effect of reproductive tract scoring on reproductive efficiency in beef heifers bred by timed insemination and natural service versus only natural service. **Theriogenology**, v. 81, n. 7, p. 918–924, 2014.

HALL, J. B. Nutritional Development and the Target Weight Debate. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 29, n. 3, p. 537–554, 2013.

HALL, M. B. Neutral detergent-soluble carbohydrates. Em: FLORIDA, U. OF (Ed.). **Nutritional relevance and analysis**. Gainesville: [s.n.]. p. 76.

INMET, I. N. DE M. **Sistema de suporte à decisão na agropecuária - Balanço hídrico sequencial**. Disponível em: <<https://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhs>>.

JESUS, F. L. F. et al. Seasonality of biomass production of irrigated Mombaça ‘Guinea grass’. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science**, v. 71, n. 3, p. 156–164, 2021.

LAZZARINI, I. et al. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 10, p. 2021–2030, 2009.

LEAN, I. J. et al. Effects of dietary crude protein on fertility: Meta-analysis and meta-regression. **Animal Feed Science and Technology**, v. 171, n. 1, p. 31–42, 2012.

LYONS, S. E. et al. Effect of protein supplementation and forage allowance on the growth and reproduction of beef heifers grazing stockpiled tall fescue. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 4, p. 1677–1688, 2016.

MACEDO, V. H. M. et al. Canopy structural variations affect the relationship between height and light interception in Guinea Grass. **Field Crops Research**, v. 271, p. 108249, 2021.

- MACHADO, W. S. et al. Supplementation strategies affect the feed intake and performance of grazing replacement heifers. **PLOS ONE**, v. 14, n. 9, p. e0221651, 2019.
- MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. 1° ed. San Diego: [s.n.]. v. 1
- MORENO, D. S. et al. Pre-and postpartum supplementation strategies on the performance and metabolic status of grazing beef cows. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 58, 2023.
- PACHECO, R. F. et al. Reproductive performance of heifers of different weight classes in the first and second mating. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 2, p. 819, 2019.
- PATTERSON, T. et al. Evaluation of the 1996 beef cattle NRC model predictions of intake and gain for calves fed low or medium energy density diets. **Nebraska Beef Cattle Reports**, v. 385, p. 26–29, 2000.
- PRATA, A. B. et al. Effect of different chorionic gonadotropins on final growth of the dominant follicle in *Bos indicus* cows. **Theriogenology**, v. 111, p. 52–55, 2018.
- REIS, R. A. et al. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. spe, p. 147–159, 2009.
- ROTH, M. T. P. et al. Effect of supplementation level on performance of growing Nellore and its influence on pasture characteristics in different seasons. **Italian Journal of Animal Science**, v. 18, n. 1, p. 215–225, 2019.
- RUGGIERI, A. C. et al. Grazing Intensity Impacts on Herbage Mass, Sward Structure, Greenhouse Gas Emissions, and Animal Performance: Analysis of *Brachiaria* Pastureland. **Agronomy**, v. 10, n. 11, p. 1750, 2020.
- SANTOS, J. E. P.; CERRI, R. L. A.; SARTORI, R. Nutritional management of the donor cow. **Theriogenology**, v. 69, n. 1, p. 88–97, 2008.
- SBRISSIA, A. F. et al. Defoliation Strategies in Pastures Submitted to Intermittent Stocking Method: Underlying Mechanisms Buffering Forage Accumulation over a Range of Grazing Heights. **Crop Science**, v. 58, n. 2, p. 945–954, 2018.
- SEVERINO-LENDECHY, V. H. et al. Feed supplementation affect age and weight at puberty in Girolando (*Bos taurus* x *Bos indicus*) heifers in the tropics. **Livestock Science**, v. 240, p. 104154, 2020.
- SEVERINO-LENDECHY, V. H.; MONTIEL-PALACIOS, F.; PÉREZ-HERNÁNDEZ, P. Age and weight at puberty in tropical dairy criollo heifers with and without supplementary feeding. **Ecosistemas y Recursos Agropecuarios**, v. 4, n. 12, p. 555, 2017.
- SILVA, A. L. et al. Effects of rumen-undegradable protein on intake, performance, and mammary gland development in prepubertal and pubertal dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 7, p. 5991–6001, 2018a.

SILVA, M. D. DA et al. Development and reproductive performance of Hereford heifers of different frame sizes up to mating at 14-15 months of age. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47, 2018b.

SILVA, S. C. et al. Nutritive value and morphological characteristics of Mombaça grass managed with different rotational grazing strategies. **The Journal of Agricultural Science**, v. 157, n. 7–8, p. 592–598, 2019.

SILVA, Y. R. V. B. et al. Supplementation with different protein profiles for grazing beef cattle supplemented in tropical grass during the rainy-dry transition season. **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, n. 1, p. 29, 2021.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562–3577, 1992.

TOLEDO, R. B. et al. Effect of food supplementation on in vitro embryo production and growth performance in prepubertal Nelore heifers. **Animal Biotechnology**, v. 34, n. 9, p. 5087–5096, 2023.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583–3597, 1991.

4 CAPÍTULO II – ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO NA RECRIA DE NOVILHAS DE CORTE EM PASTO DE CAPIM MOMBAÇA NO PERÍODO DAS ÁGUAS

RESUMO

Objetivou-se avaliar três estratégias de suplementação proteico energética sobre o desempenho e parâmetros bioquímicos de novilhas mantidas em pasto de capim Mombaça durante o período chuvoso. Foram utilizadas 30 novilhas aneladas com aproximadamente 10 meses de idade e peso corporal médio de $195,57 \text{ kg} \pm 15,89 \text{ kg}$, submetidas a três estratégias de suplementação: 0,3% do peso corporal (PC), 0,6 % do PC e 0,9% do PC, durante 77 dias, divididos em três ciclos de 21 dias e um ciclo final com 14 dias. O delineamento foi inteiramente casualizado, com três estratégias de suplementação e cinco repetições (piquete). Não foram observados efeitos ($P < 0,05$) de interação entre estratégia x ciclo e nem do efeito isolado de estratégia para nenhuma das variáveis produtivas e morfológicas do capim, entretanto, foi verificado efeito de ciclo ($P < 0,001$) para todas estas variáveis. Para altura, massa de lâmina verde e massa de colmo verde é observado uma diminuição ao longo do período experimental obtendo as menores médias no ciclo 4 (39 cm, 1.029 e 1.080 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, respectivamente). Na composição química do capim, houve efeito da interação estratégia x ciclo para a proteína bruta e fibra em detergente neutro. A estratégia de 0,6% obteve as maiores médias no ciclo 3, para ambas as variáveis (86,20 e 709,50 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, respectivamente). Foi verificado efeito da interação estratégia x ciclo para peso corporal final (PCF) ($P < 0,001$) e ganho de peso por área (GPA) ($P < 0,001$). No PCF, a maior média foi obtidas no ciclo 4 para estratégia de 0,6% e 0,9% (254,29 e 266,11 kg, respectivamente). Para GPA, foi verificado no ciclo 2 a maior média para a estratégia de 0,9% (21,26 $@ \cdot \text{ha}^{-1}$). Os parâmetros sanguíneos, a suplementação influenciou a fosfatase alcalina (ALP) ($P = 0,001$) e aspartato aminotransferase (ALT) ($P = 0,025$), com maiores médias de ALP para 0,6% e 0,9%, (290,31 e 266,10 U/L respectivamente), e maior média de ALT para 0,3 % (31,44 U/L). A estratégia de 0,6 % favoreceu o desempenho produtivo das novilhas, com maior ganho peso total e ganho médio diário, sem causar danos metabólicos.

Palavras-chave: Desempenho animal, *Megathyrus maximus*, período chuvoso, proteico-energético.

ABSTRACT

The objective was to evaluate three protein-energy supplementation strategies on the performance and biochemical parameters of heifers kept on Mombaça grass pasture during the rainy season. We used 30 ringed heifers, approximately 10 months old and with an average body weight of $195.57 \text{ kg} \pm 15.89 \text{ kg}$, submitted to three supplementation strategies: 0.3% of body weight (BW), 0.6% of BW and 0.9% of BW, for 77 days, divided into three cycles of 21 days and a final cycle of 14 days. The design was completely randomized, with three supplementation strategies and five replications (paddock). There were no effects ($P < 0.05$) of interaction between strategy x cycle or the isolated effect of strategy for any of the grass's productive and morphological variables, however, a cycle effect ($P < 0.001$) was observed for all of these variables. For height, green blade mass and green stem mass, a decrease was observed throughout the experimental period, obtaining the lowest averages in cycle 4 (39 cm, 1,029 and 1,080 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, respectively). In the chemical composition of the grass, there was an effect of the strategy x cycle interaction for crude protein and neutral

detergent fiber. The 0.6% strategy obtained the highest averages in cycle 3, for both variables (86.20 and 709.50 g.kg⁻¹, respectively). An effect of the strategy x cycle interaction was verified for final body weight (FBW) ($P<0.001$) and weight gain per area (GPA) ($P<0.001$). In FBW, the highest average was obtained in cycle 4 for the 0.6% and 0.9% strategy (254.29 and 266.11 kg, respectively). For GPA, the highest average for the strategy was 0.9% (21.26 @.ha⁻¹) in cycle 2. Regarding blood parameters, supplementation influenced alkaline phosphatase (ALP) ($P=0.001$) and aspartate aminotransferase (ALT) ($P=0.025$), with higher ALP averages of 0.6% and 0.9%, (290.31 and 266.10 U/L respectively), and a higher mean ALT of 0.3% (31.44 U/L). The 0.6% strategy favored the productive performance of the heifers, with greater total weight gain and average daily gain, without causing metabolic damage.

Keywords: Animal performance, *Megathyrus maximus*, protein-energy, rainy season.

4.1 INTRODUÇÃO

A produção de bovinos a pasto é preponderante em regiões tropicais, onde as estações chuvosa e seca, são bem definidas, influenciando diretamente na quantidade e qualidade da forragem produzida (GREENWOOD, 2021), sendo crucial adotar tecnologias e estratégias nutricionais para otimizar a produção de carne bovina de qualidade. Em condições tropicais, a adoção de estratégias suplementares em bovinos sob pastejo visa suprir deficiências dietéticas e metabólicas das gramíneas tropicais, resultando em melhor desempenho animal (ORTEGA et al. 2020).

Apesar da maior produtividade e valor nutritivo da forragem durante a estação chuvosa, pode ocorrer desequilíbrios nutricionais devido ao excesso relativo de energia em relação à proteína disponível quando o pasto é única fonte alimentar (DETMANN et al. 2014). Nesse contexto, a suplementação dos animais em pastejo desempenha um papel fundamental, permitindo um ajuste nutricional das dietas e melhorando o desempenho animal (DELEVATTI et al. 2019; DETMANN et al. 2020).

A suplementação de bovinos em pastejo demonstra a capacidade de modular o consumo de matéria seca (CMS) por parte dos animais (MOORE, 1980). Simioni et al. (2022) observaram efeito aditivo ao fornecer suplementação proteico-energética durante o período chuvoso para bovinos em pastejo, estabelecendo uma associação positiva desse tipo de suplemento com capim tropical de alta qualidade durante a estação chuvosa. Ortega et al. (2020) verificou que a suplementação proteico-energético para novilhas na recria até o nível de 0,6 % do PC promoveu uma melhora no desempenho produtivo e reprodutivo, com maior atividade ovariana.

O desenvolvimento adequado das fêmeas de reposição visa alcançar ganhos eficientes a custos mínimos (PAULA JÚNIOR et al. 2022). No entanto, para otimizar a recria de

novilhas de corte, é crucial considerar as interações complexas entre o animal e ambiente, a produção de forragem e a eficiência econômica ao planejar estratégias nutricionais (SILVA et al. 2017). Nesse sentido, a intensificação dos sistemas pecuários viabiliza produzir animais precoces destinados à reprodução e/ou terminação, constituindo-se uma estratégia para otimizar a eficiência do sistema produtivo. Este processo é evidenciado durante a fase de recria, na qual os animais apresentam maior eficiência alimentar e deposição de fibras musculares (TAYLOR et al. 2020)

Assim, tem-se como hipótese que a suplementação proteico energética de novilhas em níveis elevados durante o período chuvoso potencializa o desempenho animal. Com isso, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos diferentes ofertas de suplementação proteico energética sobre o desempenho produtivo e parâmetros bioquímicos de novilhas em pastejo durante o período chuvoso.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Localização, tratamento e animais

Todos os procedimentos envolvendo animais foram aprovados pelo Comitê de Ética de Uso Animal – CEUA, conforme protocolo 014/2023. O experimento foi conduzido na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ) na Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) no município de Araguaína – TO, Brasil, localizada a 7° 5'53.16" de latitude sul e 48°12'12.42" longitude oeste. O solo da área experimental é do tipo Neossolo Quartzarênico Órtico, segundo classificação da Embrapa (2013). O clima da região é caracterizado como AW4 – Tropical de verão úmido e o período de estiagem no inverno, segundo classificação de Köppen, com precipitação anual média de 1.900 mm, com estação seca e chuvosa bem definida (ALVARES et al. 2013). Os dados de precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e temperatura do ar no período experimental, foram registradas pela estação meteorológica da EMVZ (Figura 1). O experimento foi realizado no período de fevereiro a maio de 2022, com duração de 77 dias.

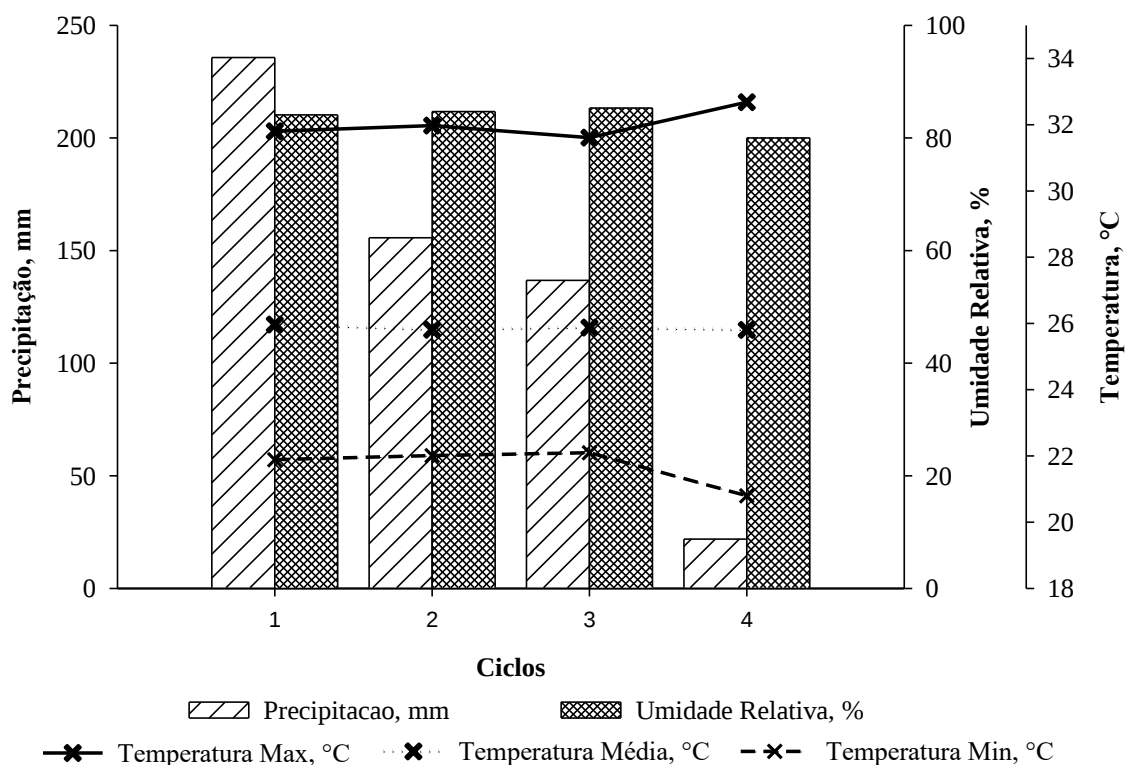


Figura 1. Índices climáticos ao longo de todo o período experimental.

Foram utilizadas 30 novilhas aneloradas, com aproximadamente 10 meses de idade e peso corporal (PC) inicial médio de $195,57 \text{ kg} \pm 15,89 \text{ kg}$ para avaliação de desempenho animal e metabolitos sanguíneos. Os animais foram distribuídos em 15 piquetes (0,250 ha cada), sendo duas novilhas por piquete, com pasto formado de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça, sem sombreamento. Os piquetes eram providos de bebedouro e cochos de alimentação sem cobertura com acesso de ambos os lados. O método de pastejo utilizado foi contínuo com taxa de lotação variável (BARBERO et al. 2015; MOTT; LUCAS, 1952).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e cinco repetições (piquete). Foram avaliadas três estratégias: Estratégia 0,3% (Oferta de 0,3% do PC), Estratégia 0,6% (Oferta de 0,6% do PC) e Estratégia 0,9% (Oferta de 0,9% do PC) (Tabela 1). A quantidade de suplemento fornecida diariamente, era calculada com base na matéria natural (MN) do suplemento. Os suplementos foram fornecidos diariamente às 8:00h da manhã. Antes do início experimental, todos os animais foram identificados, vacinados contra febre aftosa e vermifugados com Bullmax Premium® (Clarion, Aparecida de Goiânia, GO, Brasil).

Tabela 1. Composição química do capim e dos suplementos experimentais (g.kg.MS⁻¹).

Variáveis	<i>Megathyrus maximus</i> cv.	Suplementos		
	Mombaça	0,3%	0,6%	0,9%
Matéria seca	235,93	880,42	883,89	888,77
Matéria mineral	73,10	96,39	93,06	95,35
Matéria orgânica	926,90	903,61	906,94	904,65
Proteína bruta	86,22	136,41	115,54	96,52
Fibra em detergente neutro	696,49	96,18	87,97	89,88
Fibra em detergente ácido	357,68	26,39	22,21	15,76
Extrato etéreo	-	24,61	22,41	17,43
FDN _{CP}	-	88,54	79,81	82,17
Carboidratos não fibrosos	-	646,41	680,02	700,82
Carboidratos totais	-	838,99	862,05	886,05
Hemicelulose	338,81	69,80	65,76	74,12
Nutrientes digestíveis totais	546,98	868,45	871,70	876,72
Níveis de garantia de minerais				
Calcio, mg.kg ⁻¹	-	18,5	9,0	6,0
Fosforo, mg.kg ⁻¹	-	6.000	3.000	2.000
Magnésio, mg.kg ⁻¹	-	1.500	0,750	0,500
Sódio, g.kg ⁻¹	-	20,0	10,0	6,8
Cobalto, mg.kg ⁻¹	-	12,0	6,0	4,0
Cromo, mg.kg ⁻¹	-	2,0	1,0	0,7
Iodo, mg.kg ⁻¹	-	3,8	1,8	1,3
Selênio, mg.kg ⁻¹	-	1,8	0,9	0,6
Zinco, mg.kg ⁻¹	-	354,0	177,0	116,0

FDN_{CP}¹: Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas.

As novilhas foram avaliadas durante quatro ciclos de pastejo, sendo os três primeiros ciclos de 21 dias cada, e o último ciclo com 14 dias, totalizando 77 dias experimentais. Foi realizado 35 dias antes do período experimental, um corte de uniformização da forragem em todos os piquetes e, em seguida realizada uma adubação com NPK, utilizando um adubo formulado (22-0-11) nas doses de 250, 0 e 60 kg.ha⁻¹ de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), respectivamente. A cada ciclo de pastejo, foi realizado adubação nitrogenada na dose de 45 kg.ha⁻¹ de N, sendo a fonte de nitrogênio a uréia (45% N).

4.2.2 Avaliação de desempenho animal

As novilhas foram pesadas sem jejum prévio no início e final de cada ciclo de pastejo para avaliação do desempenho animal. Foram determinados as variáveis de peso corporal final (PCF, kg), ganho de peso total (GPT, kg = PCF - PCI), ganho médio diário (GMD, kg.dia-1 = (GPT/Dias), taxa de lotação (TL, UA.ha- 1 = ((PC*Número de animais/450)/Área) e ganho por área (GPA, @.ha- 1 = (GPT * Número de animais)/@).

O consumo de matéria seca (CMS) foi estimado por meio de equação (1) para bovinos zebuínos do BR CORTE com base no ganho médio diário (GMD) e peso corporal (PC) de cada animal (AZEVEDO et al. 2023).

$$CMS_{\text{Estimado}} = -0,4684 + 0,7732 \times CMS_{\text{Suplemento}} + 0,0742 \times PC^{0,75} + 0,7953 \times GMD - 0,9047 \times GMD^2 \quad (1)$$

4.2.3 Avaliação dos componentes morfológicos da forragem

As amostras para estimativa do valor nutritivo e caracterização da oferta de forragem, se deu em ponto representativo da altura média do piquete. A mensuração da altura do dossel foi realizada ao final do ciclo de pastejo, utilizando uma régua graduada em centímetro, em 80 pontos selecionados aleatórios em cada piquete. Quatro amostras foram coletadas em cada piquete, a cinco centímetros do solo, utilizando uma moldura retangular (0,6 m²). Após a coleta, as amostras foram transportadas ao laboratório e divididas em duas subamostras: uma destinada à estimativa da massa de forragem, e a outra separada em lâmina foliar, colmo e material morto (ARAÚJO et al., 2017). Posteriormente, as amostras de forragem foram submetidas a secagem em estufa a $55 \pm 5^\circ\text{C}$ por 72 horas e pesadas para obtenção do peso seco, a fim de estimar da massa de forragem e determinar os componentes morfológicos. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de facas do tipo Willey (Marconi, Piracicaba, SP, Brasil) utilizando peneira com crivo de 1 mm para posterior análises.

4.2.4 Análises químicas

As amostras de suplemento e forragem (folha verde), foram quantificadas quanto aos teores de matéria seca (MS) (Método 976.01), cinzas (Método 942.05), proteína bruta (PB) (Método 968.06) e extrato etéreo (EE) (Método 954.05) (AOAC, 1990). Para análises de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas (FDNCP) (DETMANN et al., 2021), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), foram determinadas de acordo com Van Soest et al. (1991), adaptadas por Detmann et al. (2012), utilizando autoclave, e com adição de α -amilase termostável. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram determinados pela equação (2) (MERTENS, 1997):

$$CNF (\%) = 100 - (CP (\%) + EE (\%) + Cinzas (\%) + FDN (\%)) \quad (2)$$

Para cálculo dos carboidratos totais (CT), foi utilizado a equação (3) determinada por Sniffen et al. (1992):

$$CT (\%) = 100 - (PB (\%) + EE (\%) + Cinzas (\%)) \quad (3)$$

Para cálculo dos nutrientes digestíveis totais (NDT), foram utilizadas duas equações, a primeira equação (4) para estimar o NDT da forragem (CAPPELLE et al. 2001) e a segunda equação (5) para estimar o NDT do suplemento (PATTERSON et al. 2000):

$$\text{NDT}_{\text{Pasto}} = 83,79 - (0,4171 * \text{FDN (\% da forragem)}) \quad (4)$$

$$\text{NDT}_{\text{Suplemento}} = 88,9 - (0,779 * \text{FDA (\% do suplemento)}) \quad (5)$$

4.2.5 Avaliação dos metabólitos sanguíneos

As amostras de sangue foram coletas no final do experimento, sendo utilizados agulhas descartáveis, após prévia desinfecção do local com álcool iodado e coletadas em tubos de vácuo (Vacutainer BD, Becton e Dickinson, NJ, EUA) por punção da veia coccígea em todas as novilhas, sendo coletados 5 mL de amostra de cada animal. Após a coleta, os tubos ficaram armazenados em caixa térmica com gelo e foram conduzidas até o Laboratório de Bioquímica da Universidade Federal do Norte do Tocantins, onde foram processadas, sendo separado o soro e plasma, por meio de centrifugação a 4.000 rpm por 20 minutos a 4 °C, e posteriormente acondicionados em microtubos de 2 mL, identificados e armazenados a -20 °C até o momento das análises.

Foi utilizado o soro para determinação dos metabólitos sanguíneos. Para determinação de glicose sanguínea, foi utilizado tubo contendo fluoreto de sódio, e para determinação de colesterol, proteínas totais, albumina, ureia, alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), fosfatase alcalina (ALP), triglicerídeos e creatinina foram utilizados tubos contendo etilenodiamino-tetracetato de sódio (EDTA). Os metabólitos avaliados foram determinados por kits comerciais (Labtest Diagnóstica S.A.®, Lagoa Santa, MG), em analisador bioquímico automático por espectrofotometria (Bioplus®, Bio-2000 IL-A).

4.2.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk ($P < 0,05$), sendo utilizado o PROC UNIVARIATE do SAS Institute. Satisfeitas as pressuposições de normalidade exigidas pela análise de variância (ANOVA), com base no procedimento MIXED do SAS (SAS Institute), sendo os ciclos de pastejo incluído no modelo de medidas repetidas no tempo. Foi utilizado o peso corporal inicial como covariável para ajustar as demais variáveis analisadas. Quando significativas, as médias entre tratamentos foram comparadas pela diferença mínima significativa de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o procedimento LSMEANS do SAS Institute, considerando significativo quando $P < 0,05$.

Os dados de desempenho animal e componentes de biomassa de pastejo foram analisados como medidas repetidas ao longo do tempo usando o modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + T_k + (DT)_{ik} + \varepsilon_{ijk};$$

onde:

Y_{ij} : foi o valor observado;

μ : foi a média geral;

D_i : foi o efeito do período;

T_k : foi o efeito do tratamento;

$(DT)_{ik}$: foi o efeito da interação entre período e tratamento;

ε_{ij} : foi o efeito do erro experimental.

Os dados de bioquímica sanguínea foram analisados usando o modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij};$$

onde:

Y_{ij} : foi o valor observado;

μ : foi a média geral;

τ_i : foi o efeito do tratamento;

ε_{ij} : foi o efeito do erro experimental.

Foi realizado a seleção da estrutura de covariância mais adequada à variação das medidas dentro do tratamento para cada característica. Essa escolha foi baseada nos valores do Critério Akaike Corrigido (AICC) e Critério Bayseano de Schwarz (BIC), de forma que quanto mais próximo de zero, mais indicada será a matriz. O procedimento PROC MIXED do software SAS (Statistical Analysis System) foi aplicado para as análises estatísticas de desempenho animal e componentes de biomassa, enquanto o procedimento GLM utilizado para análise estatística de bioquímica sanguínea.

4.3 RESULTADOS

No início do experimento a altura era semelhante para todas as estratégias, em que continham 61; 63 e 60 cm de altura para as estratégias 0,3; 0,6 e 0,9%, respectivamente, assim como a massa de forragem total (MFT, kg.ha⁻¹) com médias de 4.588, 4.604 e 4.415 kg.ha⁻¹ para as estratégias 0,3; 0,6 e 0,9%, respectivamente. Para todas as variáveis de componentes produtivos e morfológicos não foram verificados efeitos de interação estratégia x ciclo ($P < 0,05$) e de efeito isolado da estratégia ($P < 0,05$).

Os ciclos de pastejos promoveram efeito significativo ($P < 0,05$) em todas as variáveis do componente produtivos e morfológicos da forragem (Tabela 2). A altura do pasto foi

reduzindo ao longo do período experimental, com menor altura no ciclo 4 (39 cm) em decorrência da diminuição da precipitação (Figura 1) e consumo animal. A produção de massa de forragem total (MFT) ($P=0,001$) apresentou um aumento até ciclo 3, atingindo 5.127 kg.ha^{-1} . A massa de folha verde (MFV) e massa de lâmina verde (MLV) ($P=0,001$) foi verificado uma redução ao longo dos ciclos de pastejo (Tabela 2). Entretanto, para massa de forragem morta (MFM) o comportamento foi inverso, obtendo maior média no ciclo 4 (2.261 kg.ha^{-1}). Para massa de colmo verde (MCV) ($P=0,001$), foi verificado um comportamento quadrático, em que se verificou um pico de produção no ciclo 2 (1.968 kg.ha^{-1}). Esses resultados impactam diretamente a relação folha colmo, em que durante o ciclo 2, a relação obteve menor média (0,82).

Tabela 2 . Componentes produtivos e morfológicos do pasto de capim *Megathyrus maximus* cv. Mombaça ao longo dos ciclos de pastejo.

Variável	Estratégias			Ciclos				EPM	Valor de P		
	0,3%	0,6%	0,9%	1	2	3	4		E	C	E x C
Altura, cm	61	64	57	73 a	63 b	66 b	39 c	1,983	0,488	<0,001	0,392
MFT, kg.ha ⁻¹	4.588	4.604	4.416	4.011c	4.635 ab	5.127 a	4.371 bc	0,138	0,927	0,004	0,934
MFV, kg.ha ⁻¹	3.201	3.124	2.978	3.450 a	3.444 a	3.400 a	2.109 b	0,120	0,849	<0,001	0,935
MLV, kg.ha ⁻¹	1.522	1.519	1.421	1.700 a	1.543 a	1.676 a	1.029 b	0,056	0,841	<0,001	0,318
MCV, kg.ha ⁻¹	1.679	1.656	1.557	1.750 a	1.968 a	1.725 a	1.080 b	0,075	0,875	<0,001	0,896
MFM, kg.ha ⁻¹	1.387	1.430	1.437	0,560 d	1.124 c	1.726 b	2.261 a	0,100	0,942	<0,001	0,945
Folha:Colmo	0,94	0,98	1,02	1,01 ab	0,82 b	1,11 a	0,97 ab	0,036	0,682	0,041	0,765

MFT: Massa de forragem total; MFV: Massa de folha verde; MLV: Massa de lâmina verde; MCV: Massa de colmo verde; MFM: Massa de forragem morta.
EPM: Erro padrão da média.

Letras maiúsculas representam a estratégia e letras minúsculas representam o ciclo.

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si de acordo com o teste Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 3. Composição química de pasto de capim *Megathyrus Maximum* cv. Mombaça ao longo dos ciclos de pastejo.

Variável	Estratégias			Ciclos				EPM	Valor de P		
	0,3%	0,6%	0,9%	1	2	3	4		E	C	E x C
MS, g.kg ⁻¹	230,40	230,11	223,33	212,51 b	233,18 a	236,51a	229,53a	0,116	0,940	<0,001	0,688
PB, g.kg ⁻¹	85,91 A	86,26 A	79,39 B	101,87 a	71,40 d	84,31 b	77,64 c	0,170	0,036	<0,001	0,001
FDN, g.kg ⁻¹	702,23	706,42	701,91	676,96 c	740,72 a	696,43 b	699,81 b	0,342	0,126	<0,001	0,006
FDA, g.kg ⁻¹	361,22	356,93	354,91	342,62 c	391,35 a	364,90 b	351,82 c	0,271	0,162	<0,001	0,236

MS: Matéria seca; PB: Proteína bruta; FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido. EPM: Erro padrão da média.

Letras maiúsculas representam a estratégia e letras minúsculas representam o ciclo.

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si de acordo com o teste Tukey a 5% de probabilidade

Para as variáveis de composição química do capim, foram observados efeitos da interação estratégia x ciclo para proteína bruta (PB) ($P=0,001$) e fibra em detergente neutro (FDN) ($P=0,006$) (Tabela 3). A maior concentração de PB foi verificada para a estratégia de 0,6% até o ciclo 3, obtendo médias de 101,90; 78,20 e 86,20 g.kg⁻¹ (ciclos 1, 2 e 3, respectivamente). Durante o ciclo 2 foram verificadas as maiores médias para FDN em todas as estratégias, com valores de 739,10; 735,10 e 748,00 g.kg⁻¹ (0,3; 0,6 e 0,9%, respectivamente) (Tabela 4). Foi verificado efeito isolado de ciclo ($P<0,05$) para todas as variáveis de composição química e, efeito do fator estratégia apenas para PB ($P=0,036$) (Tabela 3).

Tabela 4. Desdobramento da interação da composição química do pasto de capim *Megathyrus maximum* cv. Mombaça ao longo dos ciclos de pastejo.

Variável	Estratégias	Ciclos				EPM	Valor de P E x C
		1	2	3	4		
PB, g.kg ⁻¹	0,3%	108,10 Aa	66,40 Bb	95,20 Aa	73,80 b	0,170	0,001
	0,6%	101,90 ABa	78,20 Ab	86,20 Ab	78,50 b		
	0,9%	95,40 Ba	69,60 ABbc	71,50 Bc	80,60 b		
FDN, g.kg ⁻¹	0,3%	680,60 a	739,10 a	692,10 Bb	696,80 b	0,342	0,006
	0,6%	676,00 c	735,10 a	709,50 Ab	704,80 b		
	0,9%	674,00 b	748,00 a	687,70 Bb	697,90 b		

PB: Proteína bruta; FDN: Fibra em detergente neutro; EPM: Erro padrão da média.

Letras maiúsculas representam a estratégia e letras minúsculas representam o ciclo.

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si de acordo com o teste Tukey a 5% de probabilidade

Os animais iniciaram o experimento com peso corporal inicial de 201,08; 189,32 e 196,36 kg, para as estratégias 0,3; 0,6 e 0,9%, respectivamente. Na avaliação do desempenho animal, foi verificado efeito da interação estratégia x ciclo para peso corporal final (PCF) ($P<0,001$) e ganho por área (GPA) ($P<0,001$) (Tabela 5).

Para o PCF as estratégias de 0,6 e 0,9% obtiveram as maiores médias nos ciclos 3 (241,29 e 250,91 kg, respectivamente) e 4 (254,29 e 266,11 kg, respectivamente). No GPA a estratégia de 0,9% obteve maior média (21,26 @.ha⁻¹) frente as estratégias de 0,3 e 0,6% (8,16 e 15,73 @.ha⁻¹, respectivamente) (Tabela 6). Verificou-se efeito dos fatores individuais de estratégia ($P<0,05$), exceto para Lotação ($P=0,692$), onde a estratégia de 0,9% obteve as maiores médias em todas as variáveis. Foi verificado efeito do fator ciclo ($P=0,001$) em todas as variáveis de desempenho, sendo observado as maiores médias no ciclo 3 para ganho de peso total (GPT) e ganho médio diário (GMD) (21,63 kg e 1,030 kg.dia⁻¹, respectivamente) (Tabela 5).

Tabela 5. Desempenho produtivo de novilhas submetidas a diferentes estratégias de suplementação em pasto de capim *Megathyrus maximum* cv. Mombaça.

Variável	Estratégias			Ciclos				EPM	P-valor		
	0,3%	0,6%	0,9%	1	2	3	4		E	C	E vs C
CMS, kg.dia ⁻¹	4,18 C	4,56 B	5,09 A	4,37 c	4,34 c	4,70 b	5,03 a	0,052	<0,001	<0,001	0,827
CMS, % PC	1,91 C	2,07 B	2,24 A	2,20 a	2,05 b	2,02 b	2,01 b	0,092	<0,001	<0,001	0,469
PCF, kg	247,72 B	254,29 AB	266,11 A	202,94 d	220,72 c	243,24 b	256,04 a	2,354	0,018	<0,001	<0,001
GPT, kg	45,42 B	63,82 A	69,83 A	7,33 d	17,95 b	21,63 a	12,80 c	0,801	0,009	<0,001	0,099
GMD, kg.dia ⁻¹	0,605 B	0,834 A	0,922 A	0,349 c	0,855 b	1,030 a	0,914 ab	0,040	0,007	<0,001	0,155
Lotação, UA.ha ⁻¹	4,26	4,18	4,31	4,72 a	3,70 c	4,13 b	4,44 a	0,066	0,692	<0,001	0,206
GPA, @.ha ⁻¹	7,19 C	10,21 B	12,28 A	6,17 c	15,05 a	11,53 b	6,82 c	0,499	<0,001	<0,001	<0,001

CMS: Consumo de matéria seca; PC: peso corporal; PCF: Peso corporal final; GPT: Ganho de peso total; GMD: Ganho médio diário; GPA: Ganho de peso por área.

EPM: Erro padrão da média. Letras maiúscula representam as estratégias e letras minúsculas representam os períodos.

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si de acordo com o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Desdobramento da interação do desempenho produtivo de novilhas submetidas a diferentes estratégias de suplementação em pasto de capim *Megathyrus maximum* cv. Mombaça.

Variável	Estratégias	Ciclos				EPM	Valor de P E x C
		1	2	3	4		
PCF, kg	0,3%	206,72 d	216,20 c	237,52 Bb	247,72 Ba	2,354	<0,001
	0,6%	197,49 d	218,61 c	241,29 ABb	254,29 ABa		
	0,9%	204,61 d	227,37 c	250,91 Ab	266,11 Aa		
GPA, @.ha ⁻¹	0,3%	4,98 b	8,16 Cab	10,02 a	5,60 b	0,499	<0,001
	0,6%	6,40 c	15,73 Ba	11,97 b	6,74 c		
	0,9%	7,13 c	21,26 Aa	12,60 b	8,12 c		

PCF: Peso corporal final; GPA: Ganho por área; EPM: Erro padrão da média.

Letras maiúsculas representam a estratégia e letras minúsculas representam o ciclo.

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si de acordo com o teste Tukey a 5% de probabilidade

Dentre os metabolitos sanguíneos (Tabela 7), a fosfatase alcalina (ALP) ($P=0,001$) e a alanina aminotransferase (ALT) ($P=0,025$) foram influenciadas pela suplementação. A ALP apresentou as maiores valores médios quando as estratégias de suplementação foram de 0,6% e 0,9% (290,31 e 266,10 U/L, respectivamente). No caso da ALT, observou-se uma diminuição linear, com o aumento da oferta da suplementação.

Tabela 7. Perfil sérico de novilhas submetidas a diferentes estratégias de suplementação em pasto de capim *Megathyrsus maximum* cv. Mombaça.

Variáveis	Estratégias			EPM	P-valor
	0,3 %	0,6 %	0,9 %		
Proteínas totais, g.dL ⁻¹	6,60	7,12	6,96	0,115	0,161
Albumina, g.dL ⁻¹	2,40	2,55	2,24	0,082	0,301
Colesterol, mg.dL ⁻¹	65,60	80,25	81,75	5,201	0,240
Triglicerídeos, mg.dL ⁻¹	20,55	22,93	21,03	1,358	0,765
Creatinina, mg.dL ⁻¹	1,43	1,36	1,32	0,042	0,299
Glicose, mg.dL ⁻¹	61,89	59,10	63,85	3,388	0,663
Ureia, mg.dL ⁻¹	25,66	25,80	24,26	0,679	0,610
ALP, U/L	194,30 B	290,31 A	266,10 A	15,260	0,001
AST, U/L	84,28	82,65	74,98	3,289	0,381
ALT, U/L	31,44 A	28,28 AB	24,25 B	1,249	0,025

ALP: fosfatase alcalina. AST: aspartato aminotransferase. ALT: alanina aminotransferase; EPM: Erro padrão da média.

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si de acordo com o teste Tukey a 5% de probabilidade.

4.4 DISCUSSÃO

A altura do pasto reduziu ao longo do período experimental (Tabela 2), onde durante período de menor precipitação, encontrava-se com 39 cm de altura, o que favorece a capacidade de rebrota do capim e manteve uma boa composição química (Tabela 3). Araujo et al. (2018) e Euclides et al. (2018, 2022) preconizam manter a altura em até 0,30 m para o capim Mombaça, para otimizar a eficiência de pastejo e promover maior acúmulo de matéria seca do pasto. Uma altura acima do preconizado pela literatura, diminui a probabilidade de remoção do meristema apical, aumenta o índice de área foliar com maior eficiência fotossintética, favorecendo a rebrota e perenidade do pasto (TAIZ et al., 2017).

Foi verificado um incremento na biomassa de pastejo ao longo dos ciclos experimentais (Tabela 2), onde a massa de forragem total (MFT) durante todo o período experimental foi superior a 4.000 kg.ha⁻¹, mesmo com a redução nos índices pluviométricos (Figura 1), superando a recomendação de Minson (1990) de 2.000 kg.ha⁻¹. A massa de folhas verdes (MFV) variaram de 3.450 a 2.109 kg.ha⁻¹ ao longo deste estudo. A estrutura

morfológica do pasto influencia diretamente na produção vegetal e animal (SANTOS et al., 2022), sendo as folhas o componente de qualidade nutritiva (VASCONCELOS et al., 2020) e de maior consumo pelo animal (EUCLIDES et al., 2018). Os resultados obtidos neste estudo, asseguraram a possibilidade da maior seletividade e consumo de nutrientes (SOUSA et al., 2024).

A relação folha:colmo, manteve-se próximo a 1, entretanto no ciclo 2 foi verificado a menor média (0,82), onde houve um incremento na massa de colmo verde (MCV) (Tabela 2) e menor qualidade nutritiva (Tabela 3). Essa relação prediz a qualidade do pasto, onde valores superiores a 1 indicam que a biomassa pastejo pode apresentar elevado teor proteico e digestibilidade, promovendo a ingestão voluntária pelo animal (VASCONCELOS et al., 2020) e, quando associados a suplementação possibilitam o mantimento do desempenho animal maximizado (Tabela 5).

A suplementação é uma estratégia para intensificar a produção de bovinos a pasto, proporcionando um aporte adicional de nutrientes à dieta dos animais, podendo promover alterações no consumo de forragem, concentração de nutrientes e no metabolismo animal, viabilizando a otimização do desempenho em pastagens tropicais (MACHADO et al., 2019, 2020; R. BEZERRA et al., 2018; SIMIONI et al., 2022). A escolha do tipo de suplemento (mineral ou energético ou proteico ou proteico-energético) e as quantidades fornecidas dependem dos objetivos de ganhos de peso, bem como da qualidade e quantidade da forragem disponível (BRANDÃO et al., 2016).

Neste estudo, foi verificado uma melhora no desempenho animal ao longo dos ciclos produtivos (Tabela 5), com o ganho médio diário (GMD), peso corporal final (PCF), ganho de peso total (GPT) e ganho por área (GPA) maximizado à medida que houve um incremento na quantidade de suplemento ofertada. Estes resultados confirmam o potencial de utilização de níveis elevados de suplementação mesmo quando há condições edafoclimáticas favoráveis para a produção de forragem em quantidade e qualidade (período chuvoso), para maximizar o desempenho animal. Valente et al. (2013b) afirmam que a suplementação durante as águas possibilita uma melhora na quantidade de energia metabolizável e dos nutrientes disponíveis ao animal, sem causar efeitos deletérios no consumo de forragem, otimizando os ganhos produtivos. Ortega et al. (2020) que relatam que novilhas que recebem maiores nível de suplementação, tem melhoras significativas no desempenho produtivo e reprodutivo, e no estado fisiológico.

Outro fator que potencializou a maximização do desempenho animal foi a qualidade da forragem. Neste estudo, a PB da forragem durante todo o período experimental apresentou

médias acima de 71,00 g.kg⁻¹, estando acima do valor mínimo de 70 g.kg⁻¹ relatado por Minson (1990), Lazzarini et al. (2009) e Detmann et al. 2014) para promoção do crescimento microbiano e digestão dos carboidratos fibrosos. Vale ressaltar que durante o ciclo 2, é verificado as menores médias de PB para as estratégias de 0,3 e 0,9% (66,40 e 69,60 g.kg⁻¹, respectivamente) que podem estar correlacionados com a maior quantidade de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) que obteve os maiores valores neste ciclo, com médias acima de 73,00 e 39,00 g.kg⁻¹, respectivamente (Tabela 6), entretanto, esta queda na qualidade da forragem disponível, não interferiu negativamente no desempenho dos animais nesse período. Almeida et al. (2022) observaram uma correlação positiva entre o GMD e a PB da forragem, sugerindo uma possível melhoria na eficiência microbiana. O fornecimento da suplementação em ambientes tropicais possibilita melhoras no desempenho animal através das alterações metabólicas, causadas pelo maior consumo de proteínas e melhor utilização da FDN potencialmente digestível (ALMEIDA et al. 2019).

Os metabolitos aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT) desempenham um papel essencial na gliconeogênese e no funcionamento hepático. A atividade sérica de AST é frequentemente utilizada para detectar possíveis lesões hepáticas (KANEKO; HARVEY; BRUSS, 2008). A atividade plasmática da ALT pode ser afetada por diferentes fatores, como idade, puberdade e peso corporal (ABENI; PETRERA; LE COZLER, 2019), onde o aumento da atividade sérica deste metabolito pode ter origem hepática (ALAMOUTI et al., 2022). Assim, é importante estabelecer associações entre outras enzimas produzidas pelo fígado, como AST e ALT, para avaliar possíveis casos de hepatopatias (DUARTE et al., 2011; KANEKO; HARVEY; BRUSS, 2008).

Resultados similares ao deste estudo para as variáveis ALP e ALT (Tabela 7) assemelham-se aos valores encontrados por Alamouti et al. (2022) em novilhas primíparas alimentadas com dietas de alto grão (cevada ou milho), os quais detectaram valores de 274 e 24,8 U/L, para ALP e ALT, respectivamente. Os autores relataram que esses valores não afetaram as funções hepáticas, assim como não tiveram impacto nas funções fisiológicas e condição metabólica dos animais. Em ruminantes, é importante ressaltar que a elevação da ALP pode ocorrer consideravelmente sem necessariamente indicar danos hepático, sendo essa elevação associada ao desenvolvimento esquelético (PEREIRA et al., 2022).

Em síntese, a estação chuvosa potencializa o desenvolvimento das forrageiras, por causa do aumento da temperatura e precipitação e, luminosidade, que resultam no aumento da massa de forragem disponível e valor nutritivo (TAMBARA et al., 2021). O capim mombaça se destaca entre as gramíneas tropicais por causa da sua elevada produtividade e bom valor

nutritivo (BARBERO et al., 2021), logo, quando bem manejado é verificado uma melhora na taxa de acúmulo de forragem, taxa de lotação, valor nutritivo, desempenho animal e econômico por área, permitindo uma intensificação sustentável (EUCLIDES et al., 2022).

Os resultados obtidos neste estudo revelam que as diferentes estratégias de suplementação impactam positivamente no desempenho animal e metabolismo de novilhas de corte. As estratégias de suplementação de 0,6% e 0,9% do PC apresentaram superioridade em relação ao desempenho quando comparada com a estratégia de 0,3%. Vale ressaltar, que não foi observado diferença significativa entre as estratégias de 0,6% e 0,9% do PC. Almeida et al. (2019) destacam que o desempenho animal é otimizado quando há uma associação entre a suplementação e a qualidade do pasto. Na fase de recria, as demandas fisiológicas das novilhas aumentam, devido ao acelerado processo de desenvolvimento corporal, onde indicadores séricos como ALP e ALT são verificados para controle de possíveis descompassos da atividade hepática (KANEKO; HARVEY; BRUSS, 2008) e, se faz necessário um acompanhamento de todos os metabolitos sanguíneos para assertividade no diagnóstico das lesões hepáticas (PEREIRA et al., 2022). Diante disso, a suplementação de bovinos em pastagens tropicais emerge com uma estratégia pratica para otimizar o desempenho animal, acelerar a maturidade sexual e aumentar a produtividade e lucratividade dos sistemas pecuários (ORTEGA et al., 2020).

4.5 CONCLUSÃO

A oferta de suplementos proteico-energético a partir de 0,6 % PC para novilhas sob pastagem tropical favorece o desempenho animal, resultando em maior ganho de peso e ganho por área, bem como essa oferta de suplemento não prejudicou os parâmetros bioquímicos dos animais. Portanto, essa estratégia de suplementação possibilita otimizar o desempenho de novilhas durante o período das águas em pastagem tropical, sem comprometer a saúde ou bem-estar animal.

REFERÊNCIAS

- ABENI, F.; PETRERA, F.; LE COZLER, Y. Effects of feeding treatment on growth rates, metabolic profiles and age at puberty, and their relationships in dairy heifers. **Animal**, v. 13, n. 5, p. 1020–1029, 2019.
- ALAMOUTI, H. M. et al. Effects of prepartum diet grain type and postpartum starch level on milk production, milk composition, and plasma metabolites of primiparous and multiparous Holstein cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 291, p. 115393, 2022.
- ALMEIDA, D. M. et al. Nutritional planning for Nellore heifers post-weaning to conception at 15 months of age: performance and nutritional, metabolic, and reproductive responses. **Tropical Animal Health and Production**, v. 51, n. 1, p. 79–87, 2019.
- ALMEIDA, D. M. et al. Performance of *Bos indicus* beef cattle supplemented with mineral or with concentrates in tropical *Urochloa decumbens* pastures: A meta-regression approach. **Animal Feed Science and Technology**, v. 283, p. 115178, 2022.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- AOAC, A. OF O. A. C. **Official methods of analysis of AOAC international**. 15° ed. Gaithersburg, USA: [s.n.].
- ARAÚJO, I. M. M. et al. Animal Performance with and without Supplements in Mombaça Guinea Grass Pastures during Dry Season. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 7, p. 145, 2017.
- ARAUJO, L. C. et al. Key factors that influence for seasonal production of Guinea grass. **Scientia Agricola**, v. 75, n. 3, p. 191–196, 2018.
- AZEVÊDO, J. A. G. et al. Regulação e predição de consumo de matéria seca. Em: **Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados - BR-CORTE**. [s.l.] Editora Scienza, 2023. p. 15–44.
- BARBERO, R. P. et al. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 209, p. 110–118, 2015.
- BARBERO, R. P. et al. Production potential of beef cattle in tropical pastures: a review. **Ciência Animal Brasileira**, v. 22, 2021.
- BEZERRA, L. R. et al. Protein supplementation is vital for beef cattle fed with tropical pasture. Em: **Grasses as Food and Feed**. [s.l.] IntechOpen, 2018.
- BRANDÃO, R. K. C. et al. Comparison of protein and energy supplementation to mineral supplementation on feeding behavior of grazing cattle during the rainy to the dry season transition. **SpringerPlus**, v. 5, n. 1, p. 933, 2016.

CAPPELLE, E. R. et al. Estimativas do Valor Energético a partir de Características Químicas e Bromatológicas dos Alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1837–1856, 2001.

DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos - INCT**. 1º ed. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012.

DETMANN, E. et al. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v. 162, p. 141–153, 2014.

DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos - INCT**. 2º ed. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2021.

DUARTE, A. L. L. et al. Avaliação da deficiência de fósforo em ruminantes por meio de bioquímica sérica. **Acta Veterinária Brasília**, v. 5, n. 4, p. 380–384, 2011.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3º ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Maintaining post-grazing sward height of *Panicum maximum* (cv. Mombaça) at 50 cm led to higher animal performance compared with post-grazing height of 30 cm. **Grass and Forage Science**, v. 73, n. 1, p. 174–182, 2018.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Biological and economic responses to increasing nitrogen rates in Mombaça guinea grass pastures. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 1937, 2022.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6º ed. [s.l.: s.n.].

LAZZARINI, I. et al. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 10, p. 2021–2030, 2009.

MACHADO, A. F. et al. Effect of protein supplement level on the productive and reproductive parameters of replacement heifers managed in intensive grazing systems. **PLOS ONE**, v. 15, n. 10, p. e0239786, 2020.

MACHADO, W. S. et al. Supplementation strategies affect the feed intake and performance of grazing replacement heifers. **PLOS ONE**, v. 14, n. 9, p. e0221651, 2019.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1463–1481, 1997.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. 1º ed. San Diego: [s.n.].

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. **The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures**. : International grassland congress. Anais...1952.

ORTEGA, R. M. et al. Nutritional strategies for heifers under grazing system: productive and nutritional performance, metabolic profile and ovarian activity. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, n. 3, p. 1013–1022, 2020.

PATTERSON, T. et al. Evaluation of the 1996 beef cattle NRC model predictions of intake and gain for calves fed low or medium energy density diets. **Nebraska Beef Cattle Reports**, v. 385, p. 26–29, 2000.

PEREIRA, A. L. et al. Biochemical profile of castrated and uncastrated male goats supplemented with vitamin E or not. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 23, 2022.

SANTOS, M. E. R. et al. How does the initial sward height and the grazing period influence the spatial variability of vegetation in deferred signal grass pastures? **Bioscience Journal**, v. 38, p. e38019, 2022.

SIMIONI, T. A. et al. Effects of mineral or protein-energy supplementation and genetic group on metabolism parameters of young beef bulls grazing tropical grass during the rainy season. **Livestock Science**, v. 255, p. 104805, 2022.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562–3577, 1992.

SOUSA, L. M. et al. Effect of different herbage allowances from mid to late gestation on Nellore cow performance and female offspring growth until weaning. **Animals**, v. 14, n. 1, p. 163, 2024.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6° ed. Porto Alegre: [s.n.].

TAMBARA, A. A. C. et al. Effects of supplementation on production of beef cattle grazing tropical pastures in Brazil during the wet and dry seasons: a meta-analysis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, 2021.

VALENTE, E. E. L. et al. Requirement of energy and protein of beef cattle on tropical pasture. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 4, 2013.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583–3597, out. 1991.

VASCONCELOS, E. C. G. et al. Morphogenesis and biomass production of “BRS Tamani” guinea grass under increasing nitrogen doses. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, 2020.