

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

DOUGLAS PAULA DA SILVA

**EFEITO DA EXTRUSÃO DE MISTURA MÚLTIPLA SOBRE O
DESEMPENHO DE NOVILHOS DE CORTE EM PASTEJO NO PERÍODO DA
SECA**

UBERLÂNDIA – MG
2025

DOUGLAS PAULA DA SILVA

**EFEITO DA EXTRUSÃO DE MISTURA MÚLTIPLA SOBRE O
DESEMPENHO DE NOVILHOS DE CORTE EM PASTEJO NO PERÍODO DA
SECA**

Monografia apresentada à coordenação de curso de graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de Zootecnista.

Orientador: Prof. Dr. Felipe
Antunes Magalhães

UBERLÂNDIA – MG

2025

DOUGLAS PAULA DA SILVA

**EFEITO DA EXTRUSÃO DE MISTURA MÚLTIPLA SOBRE O
DESEMPENHO DE NOVILHOS DE CORTE EM PASTEJO NO PERÍODO DA
SECA**

Monografia apresentada à coordenação de curso de graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de Zootecnista.

Aprovado em 08/05/2025

Banca Examinadora:

Professor: Dr. Felipe Antunes Magalhães

Orientador (FAMEV-UFU)

Dr^a. Tamira Maria Orlando

Segundo membro

Professor: Dr. Frederico Augusto de Alcantara Costa

Terceiro membro

UBERLÂNDIA – MG

2025

AGRADECIMENTOS

Gostaria primeiramente de agradecer aos meus familiares, minha mãe Elaide e meu pai Eduardo por terem acreditado no meu sonho de ingressar na faculdade, dando todo apoio necessário desde o início.

Meu orientador Prof. Dr. Felipe Antunes Magalhães, pela oportunidade de participar do grupo de estudos SEBOC durante minha graduação, onde pude realizar meu experimento e consequentemente adquirido muito conhecimento.

Aos meus amigos, Vitor, Giovanna Carolina, Isadora e ao meu companheiro de experimento João Pedro. Além da minha namorada Isabella Lavor que me auxiliou e sempre esteve ao meu lado nesta reta final.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

A pecuária brasileira, majoritariamente extensiva, depende do pasto, mas a perda de nutrientes na seca exige suplementação. Suplementos extrusados são mais eficientes para manter o desempenho animal. Sendo assim, objetivou-se em avaliar o desempenho de novilhos de corte no período da seca, com fornecimento de mistura múltipla farelada e/ou extrusada versus apenas a mistura mineral. Utilizou-se 3 tratamentos tendo 8 animais para cada um deles, o primeiro recebendo apenas sal mineral como grupo controle, o segundo mistura múltipla farelada, e o último a mesma mistura, porém na forma extrusada. Avaliou-se o desempenho produtivo dos animais em um delineamento inteiramente casualizado com 5% de significância. O ganho de peso total e ganho médio diário variou significativamente entre os tratamentos, com o grupo dos animais alimentados com sal mineral perdendo peso, enquanto os animais alimentados com mistura múltipla farelada ou extrusada apresentaram ganhos positivos, embora modestos. Não houve diferença estatística entre o uso da mistura múltipla farelada ou extrusada. O uso de mistura múltipla resulta em maior desempenho, mas o processamento de extrusão não apresenta melhora frente a moagem.

Palavras-chave: bovinos, seca, tratamentos, desempenho.

ABSTRACT

Brazilian livestock farming, which is predominantly extensive, depends on pasture, but nutrient loss during the dry season requires supplementation. Extruded supplements are more efficient in maintaining animal performance. Therefore, the objective was to evaluate the performance of beef steers during the dry season, with the provision of a multiple feed mixture in meal and/or extruded form versus only a mineral mixture. Three treatments were used, with eight animals in each: the first group received only mineral salt as the control group, the second received a multiple feed mixture in meal form, and the last received the same mixture, but in extruded form. The productive performance of the animals was evaluated in a completely randomized design with a 5% significance level. Total weight gain and average daily gain varied significantly among treatments, with the group of animals fed mineral salt losing weight, while the animals fed the multiple feed mixture in meal or extruded form showed positive, though modest, gains. There was no statistical difference between the use of the multiple feed mixture in meal or extruded form. It is concluded that cattle fed only mineral salt during the dry season lose weight. The use of a multiple feed mixture results in better performance, but extrusion processing does not improve results compared to milling.

Key-words: cattle, drought, treatments, extrusion.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Níveis de garantia por kg de produto da mistura múltipla extrusada e farelada

Tabela 2 – Valores médios das variáveis peso vivo médio inicial, ganho de peso total e ganho de peso diário de novilhos de corte mantidos em pastejo durante o período da seca, recebendo suplementação mineral (SM), mistura múltipla extrusada (MME) e mistura múltipla farelada (MMF)

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

g – Gramas

GMD – Ganho médio diário

GPT – Ganho de peso total

Kg – Quilogramas

MME – Mistura múltipla extrusada com consumo de 0,3% do peso vivo

MMF – Mistura múltipla farelada com consumo de 0,3% do peso vivo

PCI – Peso corporal inicial

PCF – Peso corporal final

SM – Suplemento mineral contendo 80 g de fósforo/kg de suplemento

Sumário

RESUMO.....	5
ABSTRACT	6
1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1 Suplementação a Pasto	10
2.1.1 Suplemento Proteico	11
2.1.2 Suplemento Proteico Energético.....	11
2.1.3 Suplemento Mineral.....	12
2.2 Extrusão de Misturas Múltiplas	12
2.2.2 Efeitos da Extrusão	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5. CONCLUSÃO	17
6. REFERÊNCIAS	18

1. INTRODUÇÃO

A pecuária de corte brasileira é uma das principais atividades econômicas do país, sustentada predominantemente por sistemas extensivos baseados no pastejo. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o Brasil possui um rebanho bovino superior a 224,6 milhões de cabeças, sendo o maior exportador mundial de carne bovina. A raça Nelore representa aproximadamente 80% do rebanho de corte nacional, sendo adaptada às condições tropicais e amplamente utilizada em sistemas de produção a pasto. Entretanto, nos últimos anos, a raça Angus tem ganhado destaque, especialmente em cruzamentos industriais, em razão da qualidade superior de carcaça e precocidade de terminação (MEDEIROS, 2020).

A base forrageira tropical apresenta forte estacionalidade, o que impacta no desempenho dos animais durante o período seco. Durante o verão (período das águas), a disponibilidade de forragem é elevada, enquanto no inverno (período da seca) há uma drástica redução na produção e qualidade da pastagem, com queda dos teores de proteína bruta (PB), digestibilidade e consumo (EUCLIDES, 2007; DETMANN, 2014). Essa limitação nutricional compromete o ganho de peso dos animais, exigindo a adoção de suplementação estratégica para manutenção do desempenho produtivo.

A suplementação durante a seca visa suprir os nutrientes limitantes na dieta basal, especialmente proteína e energia, promovendo sinergismo com a forragem disponível e favorecendo o metabolismo ruminal (Paulino et al., 2008). Suplementos proteico-energéticos estimulam a fermentação ruminal e a produção de proteína microbiana, melhorando o aproveitamento dos nutrientes (DETMANN, 2004).

Dentre as tecnologias disponíveis para o processamento de alimentos, a extrusão tem se destacado por promover alterações físico-químicas nos ingredientes, como a gelatinização do amido e a desnaturação de proteínas, melhorando a digestibilidade e o aproveitamento ruminal (MCALLISTER, 1990; PHILIPPEAU et al., 1999). No entanto, o custo elevado da extrusão levanta questionamentos sobre sua real eficiência em relação a suplementos convencionais moídos ou farelados.

Diante desse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da extrusão de misturas múltiplas, sobre o desempenho produtivo de novilhos de corte mantidos a pasto durante o período da seca, comparando-a com a fórmula farelada e com suplementação exclusivamente mineral.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Devido a estacionalidade da planta forrageira a suplementação no período de seca (inverno) tem como objetivo, atender as exigências dos animais em nutrientes não disponíveis nas plantas, obtém-se também a manutenção ou ganho de peso dos animais dependendo dos objetivos traçados para o sistema de produção. Dada essa estacionalidade de produção forrageira nos trópicos entre os períodos de verão/inverno, fica explícita a necessidade de fontes externas de nutrientes que garantam o desempenho animal ao longo do ano, trazendo sustentabilidade ao sistema. Segundo Paulino (2008), a função primária da suplementação no período de seca (inverno) é o suprimento de nutrientes não disponíveis pela forragem fonte basal de alimento, isso implicaria no consumo da forragem e na disponibilidade de energia dietética. Desta forma com a suplementação, amplia-se a taxa de degradação ruminal e a síntese de proteína microbiana, resultando assim em maior aporte de nutrientes para o intestino e de ácidos graxos voláteis para o metabolismo energético (DETMANN, 2004). Com a inclusão de grãos processados na dieta dos ruminantes, é possível potencializar a produção de proteínas microbianas no rúmen, assim garantindo uma digestão satisfatória da fibra da forragem.

2.1 Suplementação a Pasto

A suplementação de bovinos consiste no fornecimento de nutrientes aos animais, considerando-se tanto a quantidade quanto a qualidade da forragem disponível, assim como o tipo de suplemento a ser fornecido (PAULINO, 2008). No contexto da suplementação a pasto, é essencial priorizar a rentabilidade financeira, adotando uma abordagem empresarial que considere, de forma estratégica, aspectos como a logística e os custos envolvidos na implantação do sistema suplementar. A precocidade na produção animal somente será alcançada mediante um adequado equilíbrio entre a oferta de pastagem e a demanda nutricional dos animais.

Durante a estação seca, as forragens apresentam baixos teores de proteína bruta (PB), geralmente inferiores a 7%. Esse déficit proteico resulta em desempenho negativo dos animais, devido às alterações no consumo de forragem e na fermentação ruminal (PAULINO, 2008).

Ademais, a escolha do tipo de suplementação a pasto deve considerar múltiplas variáveis, tais como os objetivos do produtor, o capital disponível para investimento, a época do ano em que será realizada, o nível de implementação no rebanho e as expectativas quanto aos

resultados. Considerando esses fatores, os suplementos podem ser classificados em proteicos, energéticos e minerais.

2.1.1 Suplemento Proteico

A suplementação proteica deve considerar que a proteína metabolizável nutre dois organismos distintos: os microrganismos do rúmen e, posteriormente, o próprio animal (CLARINDO et al., 2008). As bactérias presentes no rúmen utilizam a proteína degradável para sua multiplicação, sendo esta proveniente tanto de fontes de nitrogênio não proteico (ureia, amireia, entre outros) quanto de fontes de proteína verdadeira (farelo de soja, farelo de algodão, entre outros) (GUIMARÃES et al., 2015). Existem cerca de 300 aminoácidos diferentes encontrados na natureza, dos quais 20 estão presentes nas proteínas microbianas (SANTOS e MENDONÇA, 2011). Na nutrição animal, esses 20 aminoácidos são classificados como essenciais (AAE) e não essenciais (AANE) (GUIMARÃES et al., 2015). Os aminoácidos não essenciais são sintetizados pelo próprio metabolismo do animal, podendo ser produzidos a partir de fontes de carbono, outros aminoácidos ou compostos mais simples (ALVES, 2004). Por outro lado, os aminoácidos essenciais não são sintetizados ou o são em quantidades insuficientes para suprir as exigências nutricionais. Segundo Alves (2004), o perfil e a proporção de aminoácidos da proteína metabolizável no intestino são determinantes para a eficiência de sua utilização pelos ruminantes.

2.1.2 Suplemento Proteico Energético

Os principais suplementos proteico-energéticos utilizados na pecuária bovina no Brasil incluem farelo de algodão, farelo de soja, caroço de algodão e ureia, sendo o farelo de soja a principal fonte de proteína. Este apresenta aproximadamente 48% de proteína bruta, com alta degradabilidade ruminal, boa fonte de lisina e baixo teor de metionina (SANTOS e MENDONÇA, 2011). O farelo de algodão é obtido após a extração do óleo das sementes, existindo diferentes tipos com teores de proteína bruta variados, como o FA 28 (28%) e o FA 38 (38%) (GUIMARÃES et al., 2015). A ureia, embora não seja uma proteína verdadeira, é amplamente utilizada devido à sua degradação pelas bactérias ruminais para a formação de proteína microbiana (SANTOS e MENDONÇA, 2011). No entanto, seu uso requer cautela, dado o risco de acúmulo de amônia no rúmen, o que pode levar à intoxicação caso exceda a capacidade hepática de detoxificação (AZEVEDO, 2008). A ureia excedente é absorvida pela parede ruminal, metabolizada no fígado e excretada na urina ou reciclada pela saliva. Esse

processo representa um elevado custo energético para o animal, e, em casos extremos, pode resultar em intoxicação e óbito (GUIMARÃES et al., 2015).

2.1.3 Suplemento Mineral

Os suplementos minerais podem ser classificados em macro e microminerais. Os macrominerais são aqueles presentes em maiores concentrações no organismo, como cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na), cloro (Cl), potássio (K) e enxofre (S). Já os microminerais, presentes em menores quantidades, incluem cobre (Cu), zinco (Zn), iodo (I), selênio (Se), ferro (Fe), cobalto (Co), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e flúor (F) (McDOWELL, 1992; MARTIN, 1993). Embora esses minerais estejam presentes em grande quantidade em diversos alimentos, alguns são encontrados em níveis insuficientes, tornando sua suplementação necessária (FILAPPI et al., 2005). As deficiências mais comuns na bovinocultura de corte envolvem os macrominerais Na, P e S, e os microminerais Cu, Zn, Co, Se e I (GOULARTE, 2014). Algumas carências estão diretamente relacionadas às características do solo das diferentes regiões (FILAPPI et al., 2005). Portanto, a suplementação mineral deve ser realizada com base na identificação das carências específicas do rebanho (TOKARNIA, 1999).

2.2 Extrusão de Misturas Múltiplas

O processo de extrusão consiste em um tratamento térmico de alta temperatura aplicado por um curto período. Segundo Hale (1973), o tratamento térmico com vapor modifica a estrutura química dos grãos, rompendo a ligação da proteína da matriz com o amido, o que facilita a ação das enzimas microbianas sobre os grânulos de amido. Quando uma suspensão de amido é submetida à ação do calor ou de reagentes químicos, ocorre o enfraquecimento da rede micelar interna do grânulo, seguido pela ruptura das ligações de hidrogênio, o que possibilita a hidratação e o entumecimento do amido, fenômeno conhecido como gelatinização. Pesquisadores como Lorenz e Johnson (1972), Moore (1973), Chiang e Johnson (1977) sugerem que, durante o processo de extrusão, as moléculas de amido e amilopectina podem ser quebradas em macromoléculas menores.

2.2.2 Efeitos da Extrusão

Com base em estudos recentes, observa-se que o processo de extrusão promove melhorias significativas na digestão ruminal e intestinal dos carboidratos não estruturais (amido e

açúcares). A digestibilidade do amido do milho é limitada pela matriz proteica que encapsula os grânulos, especialmente no endosperma duro, o que dificulta a colonização microbiana e a ação das enzimas. A melhora na biodisponibilidade ocorre pois o processamento independente da temperatura, aumenta a disponibilidade de amidos prontamente solúveis (BERTIPAGLIA, 2008). Há uma quebra das pontes de hidrogênio presentes nos grânulos de amido, facilitando sua hidratação e, por consequência, a digestão enzimática. A depender da temperatura e quantidades de diferentes alimentos adicionados, a extrusão também aumenta a fração lipídica e reduz os teores de fibra em detergente neutro, os valores de proteína insolúvel em detergente neutro e proteína solúvel em detergente ácido sofrem redução.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O local da realização do experimento está situado na Fazenda Experimental Capim Branco, da Universidade Federal de Uberlândia, localizada em uma região que apresenta altitude média de 863 metros, situando-se aproximadamente a 18° 55' 207" de latitude sul e a 48° 16' 38" de longitude oeste de *Greenwich*.

O clima predominante é classificado como tropical de altitude, ou seja, com temperaturas amenas e chuvas classificadas em duas estações: úmida e seca. Conforme a classificação de Köppen, o clima é classificado como "Cwa" mesotérmico úmido subtropical de inverno seco, com temperatura média em torno de 23°C, com máximas históricas por volta de 38°C e mínimas de 1°C. O regime pluviométrico é o regime tropical, isto é, chuvas de verão iniciando-se em outubro/novembro (estaçao úmida) e tornando-se mais raras a partir de março/abril (estaçao seca) apresentando uma precipitação acumulada média de 1.870 mm anuais (UBERLÂNDIA, 2009).

Foram utilizados 24 bovinos, sendo 18 animais zebuínos, machos não castrados da raça Nelore, e 6 bovinos machos não castrados meio sangue Nelore x Angus com peso corporal (PC) inicial médio de 360 ± 10 kg e idade média de 20 meses. Inicialmente, todos os animais foram identificados com brincos, desvermifugados contra ecto e endoparasitas. Ao longo da avaliação quando se fez necessário foi feito o combate contra ecto e endoparasitas.

Os animais foram avaliados em pasto, com início do experimento no dia 06 de agosto de 2019 e final no dia 01 de novembro de 2019, totalizando 87 dias. A área experimental foi constituída de três piquetes de 3 hectares (ha) cada, estabelecidos com *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Todos os piquetes tinham bebedouros automáticos e cochos descoberto com 3,6 m

de comprimento, 40 cm de base superior e 45 cm de profundidade.

Visando minimizar a influência da possível variação na massa de forragem e qualidade da forragem disponível entre os piquetes experimentais, foram realizados rodízios dos animais a cada 30 dias, entre os piquetes experimentais, mantendo-se o fornecimento dos mesmos suplementos aos animais em cada tratamento, de forma que no final do experimento, todos os animais tiveram acesso aos três pastos.

Logo após a pesagem inicial, os animais foram identificados com brincos auriculares, sendo que cada animal foi identificado pelo seu número e distribuídos de forma aleatória e balanceada nos seguintes tratamentos:

SM - Suplemento mineral contendo 80 g de fósforo/kg de suplemento.

MME – Mistura múltipla extrusada com consumo de 0,3% do peso vivo.

MMF – Mistura múltipla farelada com consumo de 0,3% do peso vivo.

As duas misturas múltiplas possuíam a mesma constituição, apenas se diferenciaram onde uma delas era farelada e a outra passou pelo processo de extrusão. Portanto, desejou-se saber a influência do processo de extrusão no desempenho dos animais tendo o grupo controle, com animais que receberam apenas o suplemento mineral.

Os suplementos eram compostos por milho integral moído, farelo de soja, transgênicos OGM a partir de *Bacillus thuringiensis*/*Streptomyces viridochromogenes*/*Agrobacterium tumefaciens*/*Zea mays*/*Arabidopsis thaliana*/*Streptomyces hygroscopicus*, feno de gramínea, ureia pecuária, cloreto de sódio (5,15%), fosfato bicálcico, sulfato de cálcio, virgianimicina, calcário calcítico, óxido de magnésio, enxofre, sulfato de zinco, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, iodato de cálcio, selenito de sódio, monóxido de manganês, propionato de amônio, dióxido de silício, B.H.T. (butilhidroxitolueno), propil galato, ácido cítrico, carbonato de cálcio, óleo vegetal. Na Tabela 1 encontram-se os níveis de garantia de cada um dos suplementos.

O suplemento mineral foi fornecido *ad libitum* e reposto a cada dois ou três dias, de acordo com a demanda consumida pelos animais, sempre antes de acabar, visando a não interferência nas exigências e resultado dos animais. Já para as misturas múltiplas, a oferta foi diária, usando o peso vivo médio dos animais como referência para ofertar 0,3% do peso corporal.

Tabela 1 – Níveis de garantia por kg de produto mistura múltipla extrusada e farelada

Item	MME	MMF
Umidade (Máx.) g/kg	120,0	120,0
Proteína Bruta (Mín.) g/kg	300,0	300,0
NDT (Mín.) g/kg	570,0	570,0
NNP Equivalente Proteico (Máx.) g/kg	200,0	262,0
Extrato Etéreo (Mín.) g/kg	16,0	16,0
Matéria Mineral (Máx.) g/kg	50,0	50,0
Matéria Fibrosa (Máx.) g/kg	120,0	120,0
FDA (Máx.) g/kg	150,0	150,0
Cálcio (Máx.) g/kg	22,0	23,00
Cálcio (Mín.) g/kg	17,0	15,0
Fósforo (Mín.) mg/kg	8.000,0	8.000,0
Sódio (Mín.) mg/kg	11,0	20,0
Enxofre (Mín.) mg/kg	10,0	10,0
Magnésio (Mín.) mg/kg	1.500,0	2.800,0
Zinco (Mín.) mg/kg	300,0	300,0
Ferro (Mín.) mg/kg	-	1.70
Cobre (Mín.) mg/kg	50,0	90,0
Manganês (Mín.) mg/kg	180,0	180,0
Cobalto (Mín.) mg/kg	6,4	6,4
Selênio (Mín.) mg/kg	1,5	1,5
Iodo (Mín.) mg/kg	5,4	5,4
Virginiamicina (Mín.) mg/kg	150,0	150,0

Após a definição dos tratamentos, os animais foram divididos ao acaso, formando três grupos com oito animais cada, sendo que em cada um dos tratamentos tivemos dois animais meio sangue Nelore x Angus, retirando assim o efeito de raça. Os animais foram pesados no início e no final do experimento, após serem submetidos a jejum de sólidos e líquidos de 16 h. Para isso, foram mantidos no curral no final da tarde de um dia e pesados na manhã do dia seguinte.

O ganho de peso total em kg foi calculado através do peso vivo final menos o inicial em kg. Já o ganho médio diário (GMD) foi calculado dividindo-se o peso vivo final menos o inicial pelo número de dias de experimento:

$$\text{Ganho médio diário (kg/dia)} = (\text{PVF} - \text{PVI}) / \text{número de dias de confinamentos}$$

Em que:

PVF = peso vivo final (kg) e

PVI = peso vivo inicial (kg).

Foi adotado, no experimento, o delineamento inteiramente casualizado com 8 repetições por tratamento, submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos foram comparadas através do teste de *Tukey*, utilizando o pacote estatístico SAS (2001), adotando 0,05 como nível crítico de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados coletados, apesar de existir diferença numérica, quando comparado as médias de peso corporal inicial e peso corporal final, ganho médio diário e ganho de peso total em relação aos tratamentos MME e MMF, não houve diferença estatística positiva significativa. Diante disso, foi possível predizer que a utilização do suplemento MME não se mostrou mais eficiente do que a MMF na situação do experimento, apresentando resultados semelhantes de desempenho animal. Seguido pelo tratamento MMF com resultados mais baixos, e por fim tratamento SM que obteve o pior resultado em todos os parâmetros analisados.

Tabela 2 – Valores médios das variáveis peso vivo médio inicial e final, ganho de peso total e ganho de peso diário de novilhos de corte mantidos em pastejo durante o período da seca, recebendo suplementação mineral (SM), mistura múltipla extrusada (MME) e mistura múltipla farelada (MMF)

Itens	Tratamentos			p-valor
	SM	MME	MMF	
Peso vivo médio inicial (kg)	341,5	350,8	351,4	0,908
Peso vivo médio final (kg)	327,1	353,4	351,6	0,487
Ganho de peso total (kg)	-14,375 ^b	2,625 ^a	0,250 ^a	<0,001
Ganho médio diário (kg)	-0,165 ^b	0,030 ^a	0,003 ^a	<0,001

SM – Suplemento mineral contendo 80g de fósforo/kg de suplemento; MME – Mistura múltipla extrusada com consumo de 0,3% do peso vivo; MMF – Mistura múltipla farelada com consumo de 0,3% do peso vivo; médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de *Tukey* ($P<0,05$).

Os animais suplementados apenas com sal mineral (SM) apresentaram perda de peso ao longo do experimento, com GMD negativo de -0,165 kg/dia. Esse resultado está de acordo com a literatura, que mostra que a forragem disponível no período seco possui baixos teores de proteína bruta (< 7%), o que compromete a fermentação ruminal e, consequentemente, o consumo e digestibilidade dos nutrientes (PAULINO et al., 2008). A ausência de proteína suplementar limita a síntese de proteína microbiana e o aporte de energia metabolizável, resultando em desempenho insatisfatório.

Os grupos que receberam mistura múltipla (MMF e MME) obtiveram desempenho superior ao SM, com GMD positivo, embora modesto: 0,003 kg/dia (MMF) e 0,030 kg/dia (MME). Essa diferença é estatisticamente significativa em relação ao grupo SM ($p < 0,001$), evidenciando o efeito benéfico da suplementação proteico-energética na manutenção do peso corporal durante a restrição nutricional. A suplementação com fontes de energia associadas ao nitrogênio não proteico melhora o ambiente ruminal, favorece a atividade microbiana e aumenta a digestibilidade da forragem (SANTOS et al., 2011; VALADARES et al., 2004).

Apesar da superioridade numérica da MME em relação à MMF, não houve diferença estatística significativa entre esses tratamentos ($p > 0,05$). Isso indica que, nas condições avaliadas, o processo de extrusão da mistura múltipla não resultou em vantagem expressiva em termos de desempenho animal. A extrusão é um método eficaz para aumentar a digestibilidade do amido e modificar a estrutura proteica dos ingredientes, promovendo maior disponibilidade de nutrientes (PHILIPPEAU et al., 1999; MCALLISTER et al., 1990). No entanto, seus benefícios podem ser mais evidentes em sistemas de confinamento ou com dietas de maior inclusão de concentrado, o que pode não ter sido o caso neste experimento, onde a ingestão foi limitada a 0,3% do peso vivo.

Além disso, estudos como o de Moraes et al. (2006) e Detmann et al. (2004) também demonstram que bovinos suplementados com proteinados durante a seca obtêm ganhos superiores em comparação a animais não suplementados. Moraes et al. (2006) observaram ganhos de 339 g/dia em novilhas suplementadas contra 72 g/dia em não suplementadas, enquanto Detmann et al., 2004 relataram aumento linear do desempenho conforme a elevação do nível proteico na dieta.

5. CONCLUSÃO

Animais alimentados com sal mineral no período seco do ano apresentam perda de peso. O uso de mistura múltipla com consumo de 0,3% do peso vivo para bovinos de corte mantidos a pasto no período de inverno, resulta em maior performance produtiva quando comparado ao uso de sal mineral.

Entretanto o processo de extrusão não refletiu em melhora no desempenho animal neste estudo.

6. REFERÊNCIAS

ALVES, D.D.; Nutrição Aminoacídica de Bovinos. **Revista Brasileira de Agrociências, Pelotas**, v.10, n. 3, p. 265-271, 2004.

ASTRO MOURÃO, R. de et al. Processamento do milho na alimentação de ruminantes. **Pubvet**, v. 6, p. 1289–1294, 2012.

AZEVEDO, E.B.; PATIÑO, H.O.; SILVEIRA, A.L.F.; LÓPEZ, J.; BRÜNING, G.; KOZLOSKI, G.V. Incorporação de uréia encapsulada em suplementos protéicos fornecidos para novilhos alimentados com feno de baixa qualidade. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.38, n. 5, p. 1381-1387, 2008

BERTIPAGLIA, Liandra Maria Abaker et al. Alterações bromatológicas em soja e milho processados por extrusão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 2003-2010, 2008.

CLARINDO, R.L.; SANTOS, F.A.P.; BITTAR, C.M.M.; IMAIZUMI, H.; LIMA, N.V.A.; PEREIRA, E.M. Avaliação de fontes energéticas e protéicas na dieta de bovinos confinados em fase de terminação. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n.4, p. 902-910, 2008.

DETMANN, E. et al. Níveis de proteína bruta em suplementos múltiplos para terminação de novilhos mestiços em pastejo durante a época seca: desempenho produtivo e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 169–180, 2004.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Desempenho de novilhos F1 Angus-Nelore em pastagens de Brachiaria decumbens submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 470–481, 2001.

FILAPPI, L. F. et al. Suplementação mineral para bovinos de corte sob pastejo – revisão. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 11, n. 2, p. 91–98, 2005.

GOULARTE, Sandra Regina. **Exigências nutricionais de macro e micro minerais de fêmeas ovinas confinadas**. 2014.

GUIMARÃES, V. P. et al. Exigências proteicas para bovinos de corte. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 1, p. 90–99, 2015.

HALE, W. H. Influence of processing on the utilization of grains (starch) by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 37, p. 1075–1080, 1973.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

McALLISTER, T. A. et al. The structure of cereal grains and their impact on starch digestibility in ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 11, p. 2803–2815, 1990.

McDOWELL, L. R. Minerais para ruminantes em pastagens tropicais. Gainesville: **University of Florida**, 1992.

MEDEIROS, A. S. et al. Influência do uso de cruzamento industrial com Angus na produção de carne de qualidade. **Archivos de Zootecnia**, v. 69, n. 266, p. 226–234, 2020.

MOORE, S.; SPACKMAN, D. H.; STEIN, W. H. Chromatography of amino acid on sulfonated polystyrene resins. **Analytical Chemistry**, v. 30, n. 7, p. 1185–1190, 1958.

MORAES, Eduardo Henrique Bevitori Kling de et al. Associação de diferentes fontes energéticas e protéicas em suplementos múltiplos na recria de novilhos mestiços sob pastejo no período da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 914–920, 2006.

contribution and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 71, p. 2070–2079, 1988.

PAULINO, M. F. et al. Estratégias de suplementação para bovinos de corte em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 244–255, 2008. Supl. Especial.

PHILIPPEAU, C.; MARTIN, C.; MICHALET-DORVAL, B. Effects of cereal grain type and processing on starch digestion in cattle: a review. **Livestock Production Science**, v. 58, p. 81–92, 1999.

SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: **Nutrição de Ruminantes**, 1, ed, Jaboticabal: Telma Teresinha Berchielli, Alexandere Vaz Pires e Simone Gisele de Oliveira, 2006, cap 10, p. 255-284, 2006.

SANTOS, F. A. P.; MENDONÇA, C. de X. Proteína metabolizável e exigências de aminoácidos em ruminantes. **Simpósio Internacional de Bovinos de Corte**. Maringá: UEM, 2011.

TOKARNIA, Carlos Hubinger et al. Deficiências e desequilíbrios minerais em bovinos e ovinos – revisão dos estudos realizados no Brasil de 1987 a 1998. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 19, p. 47–62, 1999.

VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; MAGALHÃES, K. A.; PORTO, M. O.; ANDREATTA, K. Exigências Nutricionais de Zebuínos: Proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.3, p.759-769, 2004.