

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**USO DA LASALOCIDA SÓDICA EM SUPLEMENTOS DE
BAIXO CONSUMO NA RECRIA DE BOVINOS NELORE EM
PASTEJO EM CONDIÇÕES TROPICAIS**

Ariane Maria Almeida Siqueira

Médica Veterinária

2024

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**USO DA LASALOCIDA SÓDICA EM SUPLEMENTOS DE
BAIXO CONSUMO NA RECRIA DE BOVINOS NELORE EM
PASTEJO EM CONDIÇÕES TROPICAIS**

**Discente: Ariane Maria Almeida Siqueira
Orientador: Prof. Dr. Flávio Dutra de Resende**

Dissertação apresentada à
Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias – UNESP, Câmpus de
Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título
de Mestre em Ciência Animal.

2024

S618u	Siqueira, Ariane Maria Almeida Uso de Lasalocida sódica em suplementos de baixo consumo na recria de bovinos Nelore em pastejo em condições tropicais / Ariane Maria Almeida Siqueira. -- Jaboticabal, 2024 85 p. : il., tabs. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientador: Flávio Dutra de Resende 1. Bovinocultura. 2. Nutrição Animal. 3. Recria. 4. Suplementação. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: USO DA LASALOCIDA SÓDICA EM SUPLEMENTOS DE BAIXO CONSUMO NA RECRIA DE BOVINOS NELORE EM PASTEJO EM CONDIÇÕES TROPICAIS

AUTORA: ARIANE MARIA ALMEIDA SIQUEIRA

ORIENTADOR: FLÁVIO DUTRA DE RESENDE

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciência Animal, área: Nutrição Animal pela Comissão Examinadora:

Pesquisador Dr. FLÁVIO DUTRA DE RESENDE (Participação Virtual)
Departamento de Descentralização do Desenvolvimento / APTA ColinaSP



Documento assinado digitalmente
FLAVIO DUTRA DE RESENDE
Data: 17/04/2024 11:27:21-0300
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Prof.Dr. RODRIGO SILVA GOULART (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / USP FZEA Pirassununga/SP



Documento assinado digitalmente
RODRIGO SILVA GOULART
Data: 23/04/2024 11:14:22-0300
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Prof. Dr. OTAVIO RODRIGUES MACHADO NETO (Participação Virtual)
Departamento de Produção Animal / FMVZ UNESP Botucatu



Documento assinado digitalmente
OTAVIO RODRIGUES MACHADO NETO
Data: 25/04/2024 06:11:47-0300
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Jaboticabal, 17 de abril de 2024

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Ariane Maria Almeida Siqueira, nascida em 21 de fevereiro de 1997, Resende, Rio de Janeiro. Filha de Maria Helena de Almeida Costa Siqueira e Márcio Mendes Siqueira. Possui graduação em Medicina Veterinária (2015-2021), pela Universidade Federal de Lavras. Atuando em projetos de pesquisa e iniciação científica sob a orientação do professor Dr. Mateus Pies Gionbelli (2016-2021). Em agosto de 2021 ingressou no mestrado pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal – São Paulo, no programa de pós-graduação em Ciência Animal sob a orientação do professor Dr. Flávio Dutra de Resende.

Apoio Financeiro

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	3
3. HIPÓTESE	3
4. REVISÃO DE LITERATURA	4
4.1 Caracterização do Sistema Pecuário brasileiro	4
4.2 Sistema de Recria	7
4.3 Suplementação à pasto durante o período das águas	9
4.4 Uso de aditivos para maximizar a eficiência microbiana.....	13
4.4.1 Modo de ação dos ionóforos.....	14
4.4.2 Efeitos na fermentação ruminal.....	17
4.4.3 Efeitos na utilização do nitrogênio	20
4.4.4 Efeitos no desempenho e resposta animal	22
5. MATERIAL E MÉTODOS	25
5.1 Localização, clima e área experimental	25
5.2 Animais e períodos experimentais.....	26
5.3 Tratamentos e delineamento experimental	27
5.4 Método de pastejo	29
5.5 Avaliação do pasto: Altura e Massa	29
5.6 Composição morfológica do pasto e determinação do valor nutritivo da forragem.....	30
5.7 Desempenho animal.....	32
5.8 Consumo de suplemento.....	32
5.9 Parâmetros ruminais.....	32

5.10	Degradabilidade <i>in situ</i> da matéria seca.....	33
5.12	Análises estatísticas	33
6.	RESULTADOS.....	35
6.1	Experimento 1 – Desempenho	35
6.1.1	Características quantitativas e qualitativas da forragem	35
6.1.2	Consumo de suplemento	37
6.1.3	Desempenho animal	37
6.2	Experimento 2 – Metabolismo	40
6.2.1	Características quantitativas e qualitativas da forragem	40
6.2.2	Consumo de suplemento	40
6.2.3	Parâmetros ruminais	40
6.2.4	Degradabilidade <i>in situ</i> da matéria seca (MS)	45
7.	DISCUSSÃO	46
8.	CONCLUSÕES	60
9.	REFERÊNCIAS	61

CERTIFICADO Nº 0013/2021 – CEUA

Certificamos que o projeto apresentado dia 24 de novembro de 2021 intitulado "USO DA LASALOCIDA SÓDICA EM SUPLEMENTOS DE BAIXO CONSUMO NA RECREIA DE BOVINOS NELORE EM PASTEJO EM CONDIÇÕES TROPICAIS" foi registrado com o **Protocolo nº 0014/2021**, está sob a responsabilidade do Pesquisador Científico **Dr. Flávio Dutra de Resende** e envolve a produção, a manutenção e a utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica e encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de oito de outubro de 2008; do decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009; e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), sendo então **APROVADO** pela **Comissão de Ética no Uso de Animais do Departamento de Descentralização do Desenvolvimento (Ceua DDD)**, na XVI Reunião Ordinária realizada no dia **29 de novembro de 2021**.

Finalidade: (X) Pesquisa científica – () Ensino	
Vigência da autorização	22/12/2021 a 28/04/2022
Espécie/linhagem e/ou raça	Bovino Nelore
Nº de animais	104 (sendo 08 fistulados Protocolo aprovado 0013/2021)
Sexo/Idade/Peso aprox.	Machos – 15 meses de 300 kg PV
Localização/Origem	Polo Regional da Alta Mogiana (Colina/SP) / DDD / APTA / SAA - SP
Responsável Médico Veterinário	Dr. Eduardo Nemi Costa


Maria Izabel Merino de Medeiros
Coordenadora CEUA-DDD



COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

Comissão de Ética no Uso de Animais
Departamento de Descentralização do
Desenvolvimento CEUA - DDD
Av. Rodrigues Alves, 40-40
CEP: 17030-000, Bauru, SP
Telefone: (14) 3203-3257 - Ramal 24
E-mail: maria.medeiros@sp.gov.br

Agência Paulista de
Tecnologia dos Agronegócios

Secretaria de
Agricultura e Abastecimento



USO DA LASALOCIDA SÓDICA EM SUPLEMENTOS DE BAIXO CONSUMO NA RECRIA DE BOVINOS NELORE EM PASTEJO EM CONDIÇÕES TROPICAIS

RESUMO – Objetivou-se avaliar o efeito do uso de Lasalocida sódica 15% (Taurotec®) em suplementos de baixo consumo na recria de bovinos de corte da raça Nelore mantidos em pastagem de *Brachiaria urochloa* cv. Marandu na época das águas. Os suplementos adensados e proteico foram fornecidos diariamente na quantidade de 0,5 e 1 g/kg, respectivamente. Os tratamentos foram: 1- AdC: Adensado controle, 2- AdL: Adensado + Lasalocida, 3- Proc: Proteico controle, 4- ProL: Proteico + Lasalocida. Todos os suplementos continham 30% PB e foram formulados para conter níveis de consumo semelhantes entre si de minerais e aditivo, quando presente. O estudo foi dividido em 2 experimentos. No primeiro experimento: 96 bovinos Nelore, machos não castrados, 18 meses de idade e PC médio de 358 ± 58 kg, distribuídos em blocos completos ao acaso, blocados por PC. No segundo experimento: 12 bovinos Nelore, castrados, 13 meses de idade e PC médio 196 ± 25 kg, fistulados no rúmen, distribuídos em quadrado latino, em esquema fatorial 2×2 . Os fatores incluíram: 1- suplemento adensado ou proteico, 2- suplementação ou não de Lasalocida Taurotec®). No primeiro experimento, houve efeito do uso de Lasalocida ($P = 0,05$) para o ganho de peso vivo e tendência para o nível de suplementação ($P = 0,10$). Houve também tendência para efeito do uso de Lasalocida no ganho médio diário ($P = 0,06$). No segundo experimento, não foram verificadas diferenças significativas ($P > 0,05$) na dose média de 106 mg/dia de lasalocida para as variáveis de consumo, parâmetros ruminais e degradabilidade. Apesar de não ter sido significativo ($P = 0,12$), o uso de Lasalocida aumentou a concentração de AGCC total em 4,38 mM. O uso da Lasalocida sódica 15% (Taurotec®) em suplementos de baixo consumo, durante o período das águas em animais em sistema de pastejo na fase da recria, promoveu incremento de 44 g/dia no ganho médio diário e indica o melhor aproveitamento da energia consumida. Em condições de alta oferta de forragem associado ao melhor valor nutritivo, normalmente observado em pastagens tropicais durante a época das águas, a inclusão de Lasalocida no suplemento adensado proporcionou ganhos semelhantes ao suplemento proteico convencional, e demonstra ser uma tecnologia promissora para reduzir custos com a alimentação e aumentar a produtividade da atividade pecuária.

Palavras-chave: Desempenho animal, Eficiência, Fermentação ruminal, Ionóforos, Metabolismo, Nutrição.

USE OF SODIUM LASALOCID IN LOW CONSUMPTION SUPPLEMENTS OF NELLORE CATTLE DURING GROWING PHASE IN TROPICAL CONDITIONS

ABSTRACT – The objective of this study was to evaluate the effect of using % sodium lasalocid (Taurotec®) in low-consumption supplements for Nellore cattle in pasture of *Brachiaria urochloa* cv. Marandu in the growing phase during the rainy season. The supplements contained 30% CP and were provided daily in the amounts of 0.5 and 1 g/kg of BW. The treatments were: 1- AdC: Dense control, 2- AdL: Dense + Lasalocid, 3- ProC: Protein control, 4- ProL: Protein + Lasalocid. The supplements were formulated to contain similar levels of minerals intake and additives, when present. The study was divided into 2 experiments. In the first one: 96 Nellore cattle, non-castrated males, 18 months old and mean BW 358 ± 58 kg, distributed in randomized complete block (blocked by BW). In the second experiment: 12 castrated Nellore cattle, 13 months old and mean BW 196 ± 25 kg, rumen cannulated, distributed in a Latin square in scheme factorial 2x2. The factors included: 1- dense or protein supplement, 2 - supplementation or not of lasalocid (Taurotec®). In the first experiment, there was an effect of the use of lasalocid ($P = 0.05$) for live weight gain and a trend towards the effect of supplementation level ($P = 0.10$). There was also a trend towards an effect of Lasalocid use on mean daily gain ($P = 0.06$). In the second experiment, no significant differences ($P > 0.05$) were verified in the average dose of 106 mg/day of lasalocid for the consumption variables, ruminal parameters and degradability. Although the difference between treatments was not significant ($P = 0.12$), the use of lasalocid increased the total SCFA concentration by 4.38 mM. The use of 15% sodium lasalocida (Taurotec®) in low-consumption supplements, in the growing phase during the rainy season, resulted in a 44 g/day increase in average daily gain. These results indicate better utilization of consumed energy. In conditions of high forage availability coupled with improved nutritive value, typically observed in tropical pastures during the rainy season, the inclusion of lasalocid in the dense supplement yielded gains similar to those of the protein control supplement. This demonstrates promising potential as a technology to reduce feedings costs and enhance livestock productivity.

Keywords: Animal performance, Efficiency, Ruminal fermentation, Ionophores, Metabolism, Nutrition.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é líder mundial na exportação de carne bovina, com o maior rebanho comercial, de 202 milhões de cabeças e 14,34% da produção mundial deste alimento em 2022, ocupando posição de destaque na cadeia produtiva mundial (ABIEC, 2023). Nesse mesmo período, o país atingiu seu recorde no volume de carne bovina exportada, com 2,26 milhões de toneladas vendidas para mais de 150 países e um aumento de 40,8% no faturamento em relação ao ano anterior (ABIEC, 2023). No entanto, o Estados Unidos é o maior produtor global de carne bovina, responsável por 17,09% de toda produção, embora possua um rebanho cerca de 55% menor em relação ao brasileiro (ABIEC, 2023), o que sugere baixa produtividade do rebanho brasileiro.

Com a crescente preocupação com o meio ambiente nos sistemas de produção, a pecuária nacional é desafiada a produzir de forma eficiente, o que tem sido possível com a inserção de tecnologias que promovam a intensificação. Assim, a produção de alimentos no Brasil tem aumentado sem a necessidade de expansão da área de produção, permitindo o aumento da produtividade no sistema como um todo. Entre o ano de 2021 e 2022, o Brasil aumentou a sua taxa de ocupação, apresentando crescimento do rebanho de 3,3% e redução da área de pastagem em 5,7% (ABIEC, 2023).

De acordo com Euclides et al. (1998), a nutrição inadequada resultante da produção forrageira é a principal causa da baixa produção nos trópicos. Nesse contexto, destaca-se a suplementação como um fator chave para a maximização da eficiência produtiva em sistemas de pastagens. A utilização desses sistemas propicia a forma mais econômica para a produção de bovinos de maneira sustentável (Reis et al., 2006). Isso ocorre devido a melhorias no desempenho (Moretti et al., 2013; Roth et al., 2013), além de proporcionar a veiculação de manipuladores da fermentação ruminal (Siqueira et al., 2012).

Nesse contexto, em países tropicais, em que a utilização do pasto é a base do sistema produtivo, o desempenho animal é obtido pela interação da forragem e das exigências nutricionais (Paulino et al., 2004). Dessa forma, a utilização de suplementos alimentares permite corrigir, de maneira estratégica, possíveis

desequilíbrios nutricionais existentes, sendo essencial para a lucratividade e perenidade da atividade pecuária, contribuindo para o crescimento contínuo dos animais e, conseqüentemente, para a redução do ciclo de produção.

O período chuvoso apresenta condições favoráveis como dias longos e alta precipitação, intensidade luminosa e temperatura, para o crescimento das plantas forrageiras, geralmente, aumentando a disponibilidade e qualidade para a produção animal. No entanto, a suplementação pode ser necessária para otimizar o desempenho e reduzir a idade de abate, já que mesmo no período chuvoso, as pastagens tropicais têm apresentado desempenho animal inferior ao seu potencial genético (Correia, 2006; Fernandes et al., 2010; Thiago e Silva, 2001). A composição nutricional do suplemento depende das características quantitativas e qualitativas da forragem disponível, que varia devido a fatores como adubação, manejo, características do solo, espécie forrageira e condições climáticas.

De acordo com Reis et al. (2005), durante o período das águas, a maximização da taxa de ingestão e digestão da fração fibrosa de plantas forrageiras é o principal objetivo. Para alcançar essa meta, estratégias suplementares podem ser utilizadas para conferir efeito aditivo pela interação entre o consumo de suplemento e forragem. O efeito aditivo está relacionado ao aumento do consumo de energia digestível, através da elevação do consumo de suplemento, sem diminuir o consumo da forragem. Já o efeito combinado ocorre quando há elevação no consumo de energia digestível da dieta devido ao suplemento, acompanhado do decréscimo no consumo de pasto (Moore, 1980).

Os suplementos de baixo consumo, também conhecido no mercado como sal mineral adensado e proteico, na fase da recria, vem ganhando cada vez mais espaço. Isso ocorre porque os suplementos com potencial de consumo maior que o sal mineral comum (60 a 80 g/cab/dia) são mais indicados para produtos que possuem aditivos promotores de crescimento, pois a sua adição ao sal comum apresenta um maior custo e pode apresentar resultados questionáveis (Bagley et al, 1988) devido à irregularidade na ingestão (Cockwill et al, 2000). Gutierrez (1997) constatou menor consumo de suplemento mineral quando a monensina foi adicionada. Dixon et al. (2003) observaram que a inclusão de farelo de algodão ao suplemento mineral e ureia

foi suficiente para elevar o consumo voluntário de substâncias pouco palatáveis como minerais e nitrogênio não proteico (NNP) por bovinos em pastejo.

Com base nas informações apresentadas, acredita-se que os aditivos promotores de crescimento, como os ionóforos, podem desempenhar um papel relevante nesse contexto. Entre a classe de ionóforos, a lasalocida é um aditivo amplamente utilizado na indústria pecuária, com propriedades que auxiliam na melhoria da eficiência alimentar (Barreras et al., 2013; Golder e Lean, 2016; Marques e Cooke, 2021). Ao avaliar a sua aplicação em suplementos de baixo consumo, espera-se obter resultados que demonstrem uma melhor relação econômica em comparação aos suplementos convencionais. Dessa forma, o presente estudo busca fornecer evidências que respaldem a adoção de alternativas viáveis, promovendo assim uma maior competitividade do setor e contribuindo para o crescimento e desenvolvimento da pecuária.

2. OBJETIVO

Avaliar o efeito do uso de Lasalocida sódica 15% (Taurotec®) em suplementos minerais adensados e proteicos sobre o desempenho e metabolismo na recria de bovinos de corte da raça Nelore em pastagem de Braquiária (*Brachiaria urochloa* cv. Marandu) na época das águas.

3. HIPÓTESE

A utilização de aditivo ionóforo de Lasalocida sódica 15% (Taurotec®) em suplementos de baixo consumo para animais em sistema de pastejo, na fase de recria, durante o período das águas, promove o aumento no ganho de peso dos animais através do melhor aproveitamento da energia consumida e, conseqüentemente, da conversão alimentar dos bovinos.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Caracterização do Sistema Pecuário brasileiro

A pecuária brasileira é amplamente reconhecida pelo uso de pastagens como fonte primária de alimento para o rebanho, sendo uma indústria de grande valor no país. Em 2022, o Brasil alcançou seu recorde na exportação de carne bovina, com 2,26 milhões de toneladas vendidas para mais de 150 países, representando um aumento de 40,8% no faturamento em relação ao ano anterior (ABIEC, 2023). Além disso, o país mantém a posição de líder mundial na exportação de carne bovina, ocupando a segunda posição na produção mundial, que chegou a 10,79 milhões de toneladas equivalente de carcaça (TEC) em 2022 (ABIEC, 2023), a qual é uma importante fonte de proteína, minerais e vitaminas para a nutrição humana (Ruggieri et al., 2020). No entanto, embora uma grande área seja destinada à produção (154 milhões de hectares), essa ainda apresenta baixos índices produtivos. Um exemplo é a baixa taxa de lotação demonstrada no último levantamento em 2023 de 1,02 UA/ha (ABIEC, 2023).

Embora o Brasil tenha se destacado no cenário internacional, ainda enfrenta desafios na pecuária, como baixa taxa de desfrute, uso de solos degradados e abate de animais com idade superior a 36 meses. Isso resulta em margens de lucro cada vez menores devido aos crescentes custos de insumos, equipamentos e mão de obra. Além disso, a busca pelo lucro através do aumento da produtividade, tende a reduzir as margens de lucro ao longo dos anos, uma vez que os preços de mercado são definidos pela oferta e demanda (Nogueira, 2018). Pesquisadores, técnicos e produtores buscam constantemente ferramentas que maximizem os ganhos de peso dos animais e tornem a pecuária mais rentável e competitiva. Portanto, entender os elementos de um sistema de produção e suas possíveis limitações é o primeiro passo para definir estratégias e metas que permitam aumentar a produtividade.

No Brasil, a pecuária de corte depende principalmente das pastagens, que proporciona vantagem comparativa no mercado internacional devido aos custos de produção relativamente baixos. No entanto, o manejo do rebanho, das pastagens e o uso de tecnologias são essenciais nesse sistema (Euclides Filho e Euclides, 2010).

Compreender a complexidade dos fatores envolvidos, como animal, clima, ambiente e estratégias de suplementações, são fundamentais para o sucesso da atividade (Roth et al., 2017; Sampaio et al., 2017).

O potencial de produção em pastagens tropicais tem sido demonstrado pelo uso de espécies forrageiras produtivas e adaptadas ao pastejo como os capins do gênero “Brachiaria” e “Panicum” (Silva, 2004). Estas são gramíneas do tipo C4 e tem como característica adaptação em ambientes com elevada temperatura, fotoperíodo e precipitação pluviométrica, quando comparadas às C3, porém, geralmente, apresentam menor valor nutritivo que essas. Outro aspecto que requer atenção é a sazonalidade da produção forrageira, pois influencia as características quantitativas e qualitativas do pasto, afetando diretamente o desempenho dos animais.

O consumo exclusivo de forragem muitas vezes não atende às necessidades para maximizar a produção animal. A utilização de suplementos concentrados pode otimizar o desempenho dos animais em pastagens, acelerando o sistema de produção de carne ao abater animais mais jovens e pesados que atendam às exigências do mercado atual devido ao suprimento das limitações nutricionais da dieta basal (Detmann et al., 2010).

O Brasil possui diferentes condições climáticas, tipos de solo, fotoperíodo, luminosidade e áreas disponíveis, variando de região para região e ao longo do ano. A variação sazonal na disponibilidade de nutrientes é um problema usualmente enfrentado em função das oscilações da produção das forrageiras, afetando o desempenho dos animais e influenciando sua curva de crescimento (Gomes Jr. et al., 2002). Essa sazonalidade pode ser dividida em períodos chuvoso e seco (Roth et al., 2017; Sampaio et al., 2017).

No período seco, as condições climáticas limitam o crescimento das plantas e afetam sua composição química e estrutural, resultando em baixos ganhos ou perda de peso dos animais, mesmo com baixas taxas de lotação. Já no período chuvoso, as plantas têm maior crescimento devido ao aumento da luminosidade, temperatura e precipitação. No entanto, a composição química da forragem disponível apresenta grande variabilidade, pois o crescimento das plantas é intenso e variável. Portanto, técnicas de manejo do pasto devem ser aplicadas para permitir que os animais consumam forragem de melhor qualidade e apresentem bom crescimento. Também

é importante considerar as interações entre os animais e o pasto, que podem afetar significativamente a qualidade da forragem selecionada (Detmann et al., 2014).

Antigamente, a pecuária de corte era uma atividade pioneira na expansão da fronteira agrícola. No entanto, com a pressão da agricultura tecnológica, a ocupação de novas áreas está sendo substituída pela busca por produtividade e lucratividade. Além disso, a pecuária brasileira enfrenta pressões relacionadas à contribuição para o aquecimento global, especialmente na Amazônia, e à emissão de metano resultante principalmente da fermentação do ruminal, que prejudicam a imagem do setor (Berndt, 2010). A adoção de tecnologias que melhorem o desempenho animal e alterem a microflora ruminal também podem agregar valor considerando o conceito ambientalista ao reduzir a emissão de metano por unidade de produto, especialmente ao abater animais mais jovens. Segundo Nogueira (2018), de 1990 a 2015 no Brasil, o aumento da produtividade na pecuária evitou o desmatamento de cerca de 200 a 230 milhões de hectares.

Nesse novo cenário, a pecuária de corte exige processos administrativos modernos e uma alocação eficiente dos recursos para manter e ampliar sua participação no mercado. Além disso, é fundamental adotar práticas de exploração sustentável que permitam a capacidade atual e futura de produção, produzindo carne de maneira eficiente e com tecnologia de baixo custo. Portanto, a inserção de tecnologias que promovam a intensificação do sistema é uma meta importante para aumentar a produtividade e devem ser utilizadas a fim de elevar a competitividade do setor (Euclides, 2001).

A nutrição desempenha um papel fundamental nesse processo, pois permite a produção econômica e sustentável de bovinos em pastagens (Reis et al., 2006). A suplementação alimentar é uma tecnologia essencial para corrigir desequilíbrios nutricionais, otimizando o consumo de pasto por meio do aumento na taxa de degradação da fibra. Após identificar e corrigir os nutrientes em menor concentração no pasto, os recursos suplementares podem ser introduzidos para atender diretamente às exigências dos bovinos (Detmann et al., 2010). Estratégias de fornecimento de nutrientes devem ser estabelecidas para alcançar os padrões de crescimento desejados no sistema de produção.

Assim, considerando as diferenças entre as fases produtivas, tanto em relação à forragem quanto ao animal, é importante estabelecer estratégias alimentares que abordem esses dois fatores de forma integrada. Um sistema de produção otimizado deve ter como objetivo o abate de animais jovens, o que requer planejamento nutricional adequado ao longo das fases de crescimento e desenvolvimento.

4.2 Sistema de Recria

No sistema de produção de bovinos de corte brasileiro, o desmame dos bezerros ocorre no período de transição águas-secas (Millen et al., 2011). Após a desmama, inicia-se a fase de recria, que compreende o período entre 7 e 8 meses de idade, com uma média de peso de 180 kg, até a entrada na fase de terminação, por volta de 24 meses e 370 kg (Millen et al., 2011). Constitui a maior parte do ciclo de produção, podendo corresponder a cerca de 58% (Goes et al., 2005). No entanto, essa fase enfrenta desafios significativos devido à sua longa duração e ao baixo nível tecnológico empregado (Berchielli e Carvalho, 2011; Resende e Siqueira, 2011), o que resulta em baixa produtividade.

Reduzir o período da recria é uma estratégia a ser considerada nas propriedades que buscam uma pecuária de ciclo curto, com abate dos animais até os 24 meses. A fase de recria é considerada um período de ganho eficiente em relação às demais fases, uma vez que os animais apresentam menor exigência de manutenção, maior deposição muscular e baixa deposição de gordura, além de boa conversão alimentar (BR-CORTE, 2016; Medeiros et al., 2010; Fernandes et al., 2004). A síntese de tecido muscular promove maior aumento em unidade de massa em comparação ao tecido adiposo (Owens et al., 1995), o que implica em maior deposição de tecido muscular (2,8 g) em relação ao tecido adiposo (0,7 g) para uma mesma quantidade de energia disponível (10 Mcal) (Lanna, 1997).

A análise da curva de crescimento e a composição corporal dos animais demonstra a relevância da nutrição adequada durante a fase de recria e seu impacto no sucesso do sistema de produção. A curva de crescimento segue um padrão sigmoide, caracterizado por um crescimento acelerado desde o nascimento até atingir o ponto inflexão, que corresponde à puberdade do animal, em que a taxa de

crescimento é máxima (Owens et al., 1993). Após a puberdade, ocorrem alterações no crescimento, na eficiência alimentar e na deposição dos tecidos da carcaça, com aumento crescente na taxa de deposição de gordura. Por fim, na fase de maturidade, a curva atinge o platô, onde o crescimento muscular e ósseo praticamente cessa, enquanto a deposição de gordura aumenta (Owens et al., 1995).

Essas mudanças na deposição dos tecidos têm implicações na composição química corporal ao longo da curva de crescimento, uma vez que cada tecido depositado requer quantidades distintas de nutrientes específicos, afetando diretamente as demandas nutricionais e exigências de ganho dos animais (NRC, 1996). Portanto, dentro do sistema de produção a pasto, suprir adequadamente as exigências nutricionais ao longo das diferentes fases de crescimento é um dos principais desafios para maximizar a deposição de carcaça, especialmente considerando as limitações nutricionais sazonais da pastagem.

Diante desse contexto, busca-se estabelecer um sistema de produção eficiente que atenda às exigências nutricionais dos animais durante a fase de recria em até 12 meses, permitindo o início da fase de terminação com animais mais pesados. O uso de tecnologias possibilita o abate de animais jovens (até 24 meses) com carne de qualidade (Roth et al., 2013; Barbero et al., 2017; Sampaio et al., 2017). No entanto, é importante destacar que a fase de recria é frequentemente negligenciada pelos produtores, uma vez que é considerada uma fase improdutiva em um sistema de produção de ciclo completo, não gerando retorno financeiro imediato.

A fase de recria é caracterizada pelo baixo custo produtivo associado à produção a pasto e à boa eficiência de crescimento dos animais. No entanto, é importante ressaltar que esse baixo custo pode ser controverso, uma vez que os animais apresentarem perda de peso ou baixos ganhos, o custo da arroba produzida ao final desse período se tornará oneroso (Siqueira et al., 2014). Em algumas situações, o cálculo do custo de produção não considera todos os fatores que demandam investimento de capital, criando a falsa impressão de que, se os animais forem mantidos no pasto sem ganhar peso não resulta em prejuízos. Portanto, em um sistema de produção competitivo, eficiente e sustentável, é essencial garantir o crescimento contínuo dos animais.

Considerando o peso corporal (PC) médio de 180-210 kg no início da fase de recria durante o período seco e um ganho de 60 kg até o início do período chuvoso, é essencial adotar estratégias nutricionais para garantir um ganho médio diário (GMD) de peso mínimo de 1 kg/dia ao longo da estação das águas, a fim de atingir um PC de aproximadamente 420 kg no início da fase de terminação. Nesse cenário, o pasto desempenha um papel fundamental como fonte primária de nutrientes, no entanto, devido aos efeitos da sazonalidade, as forragens tropicais apresentam limitações nutricionais que afetam o desempenho animal. Assim, é necessário identificar e corrigir esses nutrientes por meio de suplementação e avaliar a resposta animal em relação à meta estabelecida.

4.3 Suplementação à pasto durante o período das águas

Durante o verão, quando há maior disponibilidade e qualidade de forragem, os animais em pastejo tendem a apresentar melhor desempenho em comparação com a estação seca (Reis et al., 2009). No entanto, mesmo em condições favoráveis, a suplementação com concentrados pode ter efeitos positivos no desempenho dos animais, inclusive reduzindo a idade de abate (Resende et al., 2008). No período das águas, o objetivo principal é explorar as plantas forrageiras em pastejo, buscando maximizar a taxa de ingestão e digestão da fração fibrosa, assim como a síntese de proteína microbiana (Reis et al., 2009). Nesse ponto, surge o questionamento sobre a identificação dos limitantes nutricionais durante essa fase. Devido à ampla variação na digestibilidade da matéria seca (MS) e no teor de proteína bruta (PB) das forragens nesse período, a escolha do tipo de suplementação a ser utilizada torna-se uma questão amplamente discutível.

Em teoria, as forragens tropicais não seriam deficientes em PB nessa fase e apresentariam um elevado coeficiente de digestibilidade da MS e da fibra em detergente neutro (FDN), que, segundo Detmann et al. (2005), apresentou valores médios de 70,3 e 73,3% respectivamente. No entanto, algumas pesquisas têm constatado um fracionamento proteico em que há altos teores de fração prontamente solúvel no rúmen (Velásquez et al., 2010; Oliveira e Millen, 2014; Costa, 2016), enquanto outras constataam que 50% da PB se encontra na forma de fração B3 ou

indigestível (fração C) (Oliveira et al., 2015). Além disso, é importante destacar o efeito significativo da maturidade fisiológica da planta, que resulta no aumento dos componentes da parede celular, alongamento do colmo, acúmulo de nitrogênio ligado aos componentes da parede celular e alterações na estrutura do dossel forrageiro (Velásquez et al., 2010). Essas alterações ocorrem como mecanismo de sobrevivência da planta diante das adversidades climáticas. Como resultado, o valor nutricional do pasto é reduzido, comprometendo a otimização da forragem disponível para o animal (Detmann et al., 2010).

É importante ressaltar que a eficiência máxima na síntese microbiana está relacionada à disponibilidade de energia para a utilização do nitrogênio liberado no ambiente ruminal. Poppi e McLennam (1995) afirmaram que a máxima eficiência na síntese microbiana é alcançada quando verificado 160g de proteína degradável (PD) por quilo de matéria orgânica (MO) fermentável. Valores acima de 210 g de PD/kg de MO fermentável resultam em perdas consideráveis de nitrogênio, pois o excesso de nitrogênio liberado é absorvido pela parede do rúmen e excretado na urina, não sendo aproveitado pelo animal.

Detmann et al. (2010) destacaram que, durante o período das águas, a relação entre PB e digestibilidade da MS resulta em um desequilíbrio na razão proteína metabolizável (PM) /energia metabolizável (EM), o que, apesar de proporcionar ganhos aparentemente adequados para os animais, essa condição impede a maximização do uso do substrato basal. Os autores também sugerem que a dieta durante o período das águas deve apresentar um teor de PB próximo a 12% (com base na MS), o que maximiza a digestibilidade ruminal da PB ao corrigir os níveis de nitrogênio no ambiente ruminal.

Estudos realizados por Koscheck (2013), onde avaliaram os efeitos da suplementação durante o período das águas, mostraram que a escolha do tipo de suplemento e seus efeitos sobre o ganho de peso dos animais estão relacionados ao teor de PB da forragem disponível. Em pastagens com teores de proteína variando de 7% a 12%, a suplementação proteica mostrou-se mais eficiente, resultando em um ganho de peso 41% superior em comparação à suplementação energética (0,992 kg/dia versus 0,704 kg/dia). Por outro lado, em pastagens com teores de proteína acima de 12%, os efeitos da suplementação proteica e energética foram semelhantes,

sendo que os animais que receberam suplemento energético apresentaram desempenho 4,5% superior em relação ao proteico (0,918 kg/dia versus 0,878 kg/dia).

No entanto, mesmo em forragens com teores próximos aos descritos por Detmann et al. (2010), estudos mostram o efeito positivo da suplementação proteica sobre o desempenho dos animais (Roth et al., 2010; Moretti et al., 2013; Moretti, 2015; Sampaio, 2011, Alves, 2014). Esses estudos revelaram um aumento de 0,100 a 0,150 g/dia no GMD em comparação aos animais consumindo apenas pasto e suplemento mineral.

A combinação de pasto e suplemento resulta em respostas variáveis, cujo resultado no desempenho animal não se resume apenas à soma das características isoladas de ambos os recursos, uma vez que há interação entre eles, alterando a forma como são aproveitados no ambiente ruminal (Detmann et al., 2010). Além de suprir nutrientes limitantes do pasto, ela possibilita otimizar a utilização desses nutrientes (Porto et al., 2008). Vale ressaltar que durante a estação do verão existe um potencial ganho latente que pode atingir 200 g/animal/dia e deve ser explorado (Paulino et al., 2008).

A utilização estratégica de diferentes tipos de suplementos, sejam eles proteicos, energéticos ou proteico-energéticos, busca manter o consumo de forragem e aumentar o consumo de matéria seca (CMS) total por meio do efeito aditivo (Moore, 1980; Moore et al., 1999). A correção dos nutrientes por meio da suplementação proporciona condições para que as bactérias fibrolíticas melhorem a utilização da fração potencialmente degradável da fibra insolúvel em detergente neutro (FDNpd), liberando esqueletos de carbono para a síntese de proteína microbiana (Reis et al., 2010; Reis et al., 2012).

No verão, o fornecimento de suplementos proteicos (25% PB e 40% de nutrientes digestíveis totais (NDT)), na ordem de 0,1% do PC durante a recria de bovinos, não apenas fornece proteína verdadeira e energia, mas também tem o objetivo de facilitar a ingestão diária de minerais e aditivos pelos animais, o que pode resultar em ganhos adicionais de peso. A proteína verdadeira desempenha um papel essencial quando se busca suprir a deficiência de aminoácidos limitantes para o animal, quando esses não são fornecidos pela proteína microbiana (Poppi e McLenna, 2007).

Uma tecnologia viável é o uso de suplemento de sal mineral adensado que, na fase da recria, vem ganhando cada vez mais espaço. Isso ocorre porque os suplementos com potencial de consumo maior que o sal mineral comum são mais indicados para produtos que possuem aditivos promotores de crescimento, uma vez que a sua adição ao sal comum apresenta um maior custo e seus resultados são questionáveis devido à irregularidade na ingestão.

Os produtos denominados suplementos adensados possuem em sua composição cerca de 5% de ureia e adição de farelos com potencial de consumo maior (0,5 g/kg/dia) em comparação ao sal comum. Vale ressaltar que o suplemento adensado não é um proteinado, embora contenha o teor adequado PB. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), um suplemento proteico deve conter no mínimo 20% de PB e o consumo de 1g/kg/dia. Nesses suplementos, o efeito do aditivo possui grande impacto na expressão do potencial do ganho de peso. O uso de suplementos adensados não aditivados pode representar apenas um maior consumo e, conseqüentemente, maior desembolso ao produtor sem nenhuma contrapartida em resultados.

A suplementação proteica no verão promove benefícios no ganho de peso devido ao fornecimento de proteína adicional no ambiente ruminal, principalmente a proteína verdadeira com base no perfil químico da proteína das plantas forrageiras. Além disso, esse tipo de suplementação demonstrou contribuir para a regularização do consumo de minerais e aditivos, o que também pode explicar a melhoria no desempenho animal observado (Moretti et al., 2013). No entanto, é importante ressaltar que a implementação de programas de suplementação no verão requer um planejamento adequado de metas a serem alcançadas, devido ao alto investimento de capital envolvido.

A aplicação dos princípios de nutrição animal em sistemas baseados no uso de pastagem envolve a compreensão e a exploração dos efeitos interativos entre recursos nutricionais basais e suplementares (Paulino et al., 2008), visando a otimização das variáveis econômicas e produtivas. Portanto, o seu sucesso depende da definição de estratégias de uso de alimentos suplementares com base em dois conceitos distintos. O primeiro consiste em identificar as limitações nutricionais da dieta basal (forragem) e corrigi-las por meio da suplementação, visando maximizar o

consumo de forragem e reduzir os custos de produção. O segundo conceito surge após a identificação e correção das limitações do sistema, quando os suplementos são adicionados à dieta para atender diretamente as exigências dos animais e promover o aumento do ganho de peso (Detmann et al., 2010).

Ao planejar o aspecto nutricional da fase de recria, é fundamental considerar o plano nutricional ao longo de toda a vida do animal. Muitos estudos sobre suplementação da dieta de bovinos em pastejo geralmente avaliam períodos específicos ou medem o efeito final de um determinado sistema de produção. No entanto, é importante destacar que as mudanças na taxa de ganho de peso de uma fase afetam o ganho de peso futuro (Moretti, 2015). Segundo Monção (2017), a maior parte do incremento proporcionado pela suplementação dos animais em pastejo são mantidos na fase de terminação no confinamento. Portanto, garantir o crescimento contínuo dos animais, suprimindo adequadamente suas exigências nutricionais, é essencial para um sistema de produção competitivo, eficiente e sustentável (Moretti, 2015; Sampaio et al., 2017).

4.4 Uso de aditivos para maximizar a eficiência microbiana

Ao longo das últimas décadas, tem sido evidente o considerável avanço no campo da nutrição animal, especialmente no que se refere aos animais destinados à produção. Inicialmente, as pesquisas concentravam-se na avaliação das exigências nutricionais dos animais e nos valores nutritivos dos alimentos, visando um adequado balanceamento da dieta. Contudo, atualmente, há uma ênfase maior nas investigações dos processos químicos e fisiológicos envolvidos na digestão, absorção e utilização dos nutrientes. Nesse contexto, a manipulação dos processos de fermentação ruminal e metabólicos tem se mostrado uma alternativa promissora para otimizar o sistema de produção animal.

Os principais objetivos da manipulação da fermentação ruminal são: aumentar a formação de ácido propiônico e reduzir a produção de metano. Alguns aditivos, como apontado por Nicodemo et al. (2001), têm demonstrado capacidade de alcançar esses efeitos e promover melhorias na eficiência produtiva. De acordo com a Instrução Normativa 15/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA),

aditivos são definidos como substâncias adicionadas intencionalmente aos alimentos com o propósito de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades químicas, desde que não prejudiquem seu valor nutritivo.

O uso de aditivos tem sido associado de forma positiva ao aumento do ganho e da eficiência animal. Esses benefícios podem ser atribuídos a diversos fatores, tais como a melhora na relação acetato:propionato, melhor controle do pH ruminal (Nagaraja et al, 1997) e redução do substrato disponível para as bactérias metanogênicas (Ellis et al., 2012). Segundo Millen et al. (2009), dentre os aditivos utilizados no Brasil, os ionóforos são a classe de aditivos mais amplamente utilizada na alimentação animal.

A pesquisa sobre o uso de ionóforos como promotores de crescimento em ruminantes chamou a atenção dos estudiosos e começou a ganhar destaque a partir da década de 1960. O X537A, que posteriormente foi nomeado como lasalocida, foi o primeiro ionóforo descoberto e isolado em 1951 (Berger et al., 1951). Em 1968, foi publicado o primeiro estudo que descreveu os benefícios do uso de ionóforos, ressaltando que a monensina, narasina, salinomina e lasalocida eram capazes de controlar doenças e melhorar o crescimento dos animais (Shumard et al., 1968).

Inicialmente, os ionóforos eram utilizados como coccidiostáticos em aves, com o objetivo de prevenir a ação de bactérias patogênicas. No entanto, a partir da década de 1970, nos Estados Unidos, seu uso foi ampliado e passou a ser empregado de forma mais intensiva na dieta de ruminantes como promotores de crescimento, devido aos benefícios observados na eficiência alimentar e no controle de alterações metabólicas (Nicodemo et al., 2001). A lasalocida sódica e a monensina têm sido amplamente utilizadas no Brasil como promotores de crescimento há bastante tempo (Dennis et al., 1981).

4.4.1 Modo de ação dos ionóforos

Os ionóforos são antibióticos de poliéter carboxílico produzidos naturalmente por uma cepa de *Streptomyces* spp (Nagaraja, 1995), capazes de modular o ambiente ruminal por meio de alterações no metabolismo de bactérias Gram-positivas (Bergen e Bates, 1984). Esses compostos são amplamente estudados e utilizados como

aditivos alimentares na dieta de bovinos, devido ao seu impacto no microbioma ruminal (Weimer et al., 2008; Schären et al., 2017), o que resulta em modificações na produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), produção de gás, digestibilidade e taxa de passagem no rúmen. Essas modificações otimizam as rotas de fermentação e reduzem os distúrbios digestivos (Duffield et al., 2012; Tedeschi et al., 2003). Além disso, o uso de ionóforos reduz o substrato de hidrogênio e formato disponível para bactérias metanogênicas (Bretschneider et al., 2008), melhorando a eficiência energética da dieta e a utilização de proteínas (Weimer et al., 2008; Russel e Strobel, 1989; McGuffey et al., 2001). Consequentemente, os ionóforos têm sido empregados com o objetivo de melhorar o desempenho animal, os parâmetros de fermentação ruminal e a saúde de bovinos de corte.

No ambiente ruminal, os ionóforos atuam seletivamente, com preferência pelas bactérias Gram-positivas, com consequente aumento nas concentrações de bactérias Gram-negativas. São moléculas altamente lipofílicas (Pressman, 1976), e sua capacidade de aderir à membrana de bactérias e protozoários determina a vulnerabilidade desses organismos no trato gastrointestinal. Essa adesão é parcialmente explicada pela estrutura da parede celular bacteriana (Weimer et al., 2008; Schären et al., 2017), que regula o equilíbrio químico entre o meio intra e extracelular, mediado pela bomba iônica.

Em geral, as bactérias sensíveis aos ionóforos são predominantemente Gram-positivas apresentando apenas parede celular como invólucro. Por outro lado, as bactérias insensíveis aos ionóforos são, geralmente, Gram-negativas e possuem parede celular e membrana externa, com uma camada lipídica externa contendo porinas (Dennis et al., 1981; Gomes, 2009). As porinas funcionam como canais de proteínas e atuam como uma barreira de resistência à entrada dos ionóforos nas bactérias Gram-negativas (Russel, 1987; Nagajara et al., 1997). No entanto, os mecanismos de sensibilidade aos ionóforos nessas bactérias não são totalmente elucidados (Russel, 1987), uma vez que a presença da membrana externa não é um fator determinante absoluto para a resistência (Nagaraja e Taylor, 1987).

A afirmação de que os ionóforos inibem preferencialmente as bactérias Gram-positivas em relação às bactérias Gram-negativas, devido à sua capacidade de penetração na membrana celular, não se aplica a todas as bactérias ruminais (Russel

e Houlihan, 2003; Kim et al., 2014). A bactéria Gram-positiva *Butyrivibrio fibrisolvens*, por exemplo, é produtora de ácido butírico e insensível aos ionóforos presentes na dieta (Nagaraja, 1995; Cheng e Costerton, 1977). Além disso, algumas bactérias Gram-negativas podem inicialmente ser sensíveis aos ionóforos e se tornarem insensíveis após um período de adaptação (Russel e Houlihan, 2003, Chen e Wolin, 1979).

No rúmen, a maioria das bactérias mantém um ambiente intracelular mais alcalino, caracterizado por altas concentrações de potássio (K) e baixas concentrações de sódio (Na) (Russel, 1987). No entanto, o ambiente ruminal apresenta altas concentrações de Na, baixas concentrações de K e um pH ligeiramente ácido devido aos AGCC (Russel e Strobel, 1989). Portanto, as bactérias ruminais dependem do equilíbrio iônico entre Na e K para manter um ambiente intracelular saudável.

Os ionóforos são predominantemente bacteriostáticos e não bactericidas (Nagaraja e Taylor, 1987). Seu mecanismo de ação baseia-se na interação com íons metálicos, atuando como transportadores através da membrana lipídica (Ovchinnikov, 1979). Eles são capazes de trocar hidrogênio (H^+) por Na^+ ou K^+ (Russel e Strobel, 1989; Pressman, 1976), e interrompem o equilíbrio iônico intracelular e extracelular (Russel, 1987).

Ao serem adicionados à dieta, os ionóforos incorporam na membrana lipídica das bactérias ruminais, resultando na saída de K^+ e entrada de prótons de H^+ no interior da célula bacteriana, devido à alteração do gradiente iônico. O acúmulo de H^+ no interior da célula leva a uma redução do pH, o que desencadeia a ativação dos sistemas de bomba de sódio/potássio e hidrogênio ATPase, responsáveis pelo bombeamento desses prótons para fora da célula (Booth, 1985). Dessa forma, o esgotamento do ATP intracelular durante a remoção de íons de H^+ pelos sistemas de transporte celular utilizados pelas bactérias Gram-positivas reduz a sua viabilidade (Russel e Strobel, 1989; Russel, 1987).

Cada ionóforo apresenta seletividade para íons específicos, refletindo sua preferência de ligação de íons (Nagaraja, 1995; Painter et al., 1982). Embora compartilhem um mecanismo de ação semelhante, as diferenças na seletividade determinam a capacidade do ionóforo em atingir concentrações efetivas no rúmen e

sua eficiência em causar alterações bacterianas (Pressman, 1976). A monensina, por exemplo, tem alta afinidade por cátions monovalentes como sódio (Na^+) e não se liga a íons bivalentes como Ca^{++} e Mg^{++} . A salinomicina tem grande preferência por potássio (K^+) e baixa afinidade por íons bivalentes. Já a lasalocida tem afinidade por cátions bivalentes (Ca^{++} , Mg^{++}) em relação aos cátions monovalentes, como Na^+ e K^+ e possui maior lipofilicidade (Chow et al., 1994).

Russel e Strobel (1989) sugerem que a eficácia dos ionóforos pode depender da composição da dieta, afetando a concentração e proporção de cátions no fluido ruminal. Embora os ionóforos apresentem diferentes afinidades de ligação, a direção do movimento de metais e prótons é governado pela magnitude dos gradientes iônicos através da membrana celular (Russel e Strobel, 1989). Por exemplo, em dietas baseadas em alfafa apresentam uma relação K^+/Na^+ no líquido ruminal em torno de 0,8, enquanto dietas à base de capim e milho têm uma relação inferior a 0,2. Nuzback e Nagaraja (1987) relataram que o aumento nos níveis de K reduz os efeitos dos ionóforos. Além disso, Wilman et al. (1994) demonstraram que a composição mineral das forragens varia com a maturidade das plantas, sendo que a concentração de K diminui e a de Na aumenta à medida que as plantas envelhecem.

4.4.2 Efeitos na fermentação ruminal

A relação simbiótica entre os ruminantes e sua população microbiana é caracterizada pela contribuição mútua em que o animal fornece um ambiente anaeróbico adequado, mantendo temperatura, pH e nutrientes, enquanto os microorganismos fermentam a celulose e outros nutrientes, fornecendo energia, vitaminas e proteínas (Phillips et al., 1992). A maior parte da energia proveniente da dieta é convertida em AGCC no rúmen, enquanto o restante é dissipado como calor e metano (Sutton, 1979; Johnson e Johnson, 1995), a fim de manter a homeostase das concentrações de Na^+ e H^+ , característico das bactérias Gram-positivas (Bergen e Bates, 1984).

A fermentação ruminal de carboidratos é responsável por 60-75% da energia digestível para os ruminantes, resultando na produção de AGCC, metano, dióxido de carbono, amônia e células microbianas (Sutton, 1979; Wolin et al., 1997). Os principais

AGCC presentes no rúmen são acetato, propionato e butirato, e suas proporções são influenciadas pela composição da dieta (Wolin et al., 1997). O hidrogênio produzido durante a fermentação das hexoses pode ser utilizado na síntese de AGCC e MO microbiana. Seu excesso é eliminado principalmente na forma de metano (Baker, 1999). A produção de gás metano no rúmen pode ser influenciada pela ingestão de alimentos, quantidade e tipo de carboidratos na dieta, adição de lipídios, processamento da forragem e manipulação da microbiota ruminal (Johnson & Johnson, 1995).

Em geral, bactérias Gram-positivas sensíveis a ionóforos são responsáveis pela produção de ácido acético, ácido butírico, ácido lático e metano, enquanto bactérias Gram-negativas insensíveis a ionóforos favorecem a produção de ácido succinato e propionato (Nagaraja, 1995, Azzaz et al., 2015). Em dietas baseadas em forragem, as proporções ruminais de acetato, propionato e butirato geralmente são 70:20:10, com uma relação acetato:propionato de 3:1. Dietas baseadas em grãos resultam em proporções ruminais de 50:40:10 e uma relação acetato:propionato de 2:1 (Wolin et al., 1997). Resultados encontrados por Church (1993) demonstraram que dietas à base de forragem estimulam a atividade das bactérias celulolíticas e sacarolíticas, resultando em maior produção de ácido acético.

Apesar de todos os AGCC serem eficientemente utilizados pelo ruminante, o propionato desempenha um papel crucial como precursor na síntese de glicose. O propionato contribui com cerca de 27 a 54% da glicose total sintetizada pelo fígado, tornando-se o AGCC mais importante produzido na fermentação ruminal (NASEM, 2016; Huntington, 1997a). Por outro lado, o acetato e o butirato são produtos mais oxidados em comparação ao propionato. O aumento na produção de acetato e butirato resulta em maiores gastos de energia devido à liberação de H^+ , uma vez que parte do H^+ liberado é capturado por bactérias metanogênicas e convertido em metano (Arcuri et al., 2006).

A inclusão de ionóforos na dieta de ruminantes tem consistentemente aumentado a concentração de propionato ruminal e reduzido o acetato em dietas à base de forragem (Bretschneider et al., 2008; Limede et al., 2021, Polizel et al., 2020, DelCurto et al., 1989) e grãos (Duffield et al., 2012, Golder e Lean, 2016, Azzaz et al., 2015). Em um estudo de meta-análise, Golder e Lean (2016) demonstraram que a

adição de mais de 200 ppm de lasalocida em bovinos de corte aumentou o propionato ruminal em 4,6% e diminuiu o acetato em 3,2%. Estudos de Polizel et al. (2020) e Limede et al. (2021) também observaram aumento na concentração de propionato ruminal e uma redução no acetato e na relação acetato:propionato em bovinos de corte alimentados com dietas à base de forragem suplementadas com narasina. Além disso, a suplementação de novilhos consumindo feno com monensina resultou em aumento de 10,4% do propionato ruminal e redução de 1,7% do acetato ruminal (Bell et al., 2017).

As descobertas mencionadas respaldam uma melhora na eficiência energética resultante do aumento de propionato ruminal em animais alimentados com ionóforos, independentemente da dieta. A fermentação ruminal aprimorada pelo uso de ionóforos foi documentado no Nutrient Requirements of Beef Cattle, sugerindo um aumento de 2,3% e 1,5% na EM da dieta quando a monensina ou a lasalocida são oferecidas a bovinos de corte, respectivamente (NASEM, 2016).

Embora os efeitos dos ionóforos na melhoria do perfil de fermentação ruminal para aumentar os níveis de propionato tenham sido objeto de estudo e descobertos há várias décadas, a identificação do principal mecanismo de ação tem sido desafiadora (Weimer et al., 2008). Schären et al. (2017) observaram que a sua administração em vacas leiteiras reduziu significativamente a abundância de produtores moderados ou não produtores de propionato, enquanto observaram um aumento na abundância de bactérias produtoras de succinato e propionato, como *Prevotella* e *Ruminococcaceae*. O succinato, por sua vez, pode ser convertido em propionato pelas bactérias ruminais (Koike e Kobayashi, 2009), interferindo na dinâmica da fermentação.

Os ionóforos não inibem diretamente as bactérias metanogênicas. Eles atuam na inibição da metanogênese diminuindo a disponibilidade de hidrogênio e formato, que são os principais substratos para essas bactérias (Ellis et al., 2012, Wolin, 1960). A produção de metano representa uma perda de energia para o animal, variando de 2% a 12% da energia bruta ingerida (Ellis et al., 2012, Johnson e Johnson, 1995). Uma meta-análise conduzida por Appuhamy et al. (2013) demonstrou que a suplementação com monensina reduziu a produção de metano em 2% a 15% em vacas leiteiras e gado de corte, respectivamente. Schären et al. (2017) não

observaram alterações na abundância de bactérias metanogênicas na presença de monensina, indicando que o deslocamento da razão acetato:propionato causado pelos ionóforos reduz o substrato disponível para as bactérias metanogênicas, resultando em uma redução na produção de metano.

Outro mecanismo que pode explicar a redução da produção de metano é o aumento de espécies de bactérias que competem pelo hidrogênio (Morvan et al., 1996) ou a diminuição da produção de hidrogênio pela inibição de protozoários (Russel e Strobel, 1989). Dessa forma, manipular a fermentação ruminal com o objetivo de aumentar a produção de propionato e reduzir a produção de acetato e butirato está positivamente correlacionado com uma maior utilização de energia alimentar e melhor desempenho animal (Bretschneider et al., 2008; Weimer et al., 2008; Russel e Strobel, 1989; Azzaz et al., 2015).

4.4.3 Efeitos na utilização do nitrogênio

De acordo com Bergen e Bates (1984), a suplementação com ionóforos também resulta na redução da degradação proteica e desaminação de aminoácidos, o que melhora a utilização dos compostos nitrogenados. Estudos "in vitro" e "in vivo" sugerem que a redução da amônia ruminal é resultado da diminuição na degradação de peptídeos e na desaminação de aminoácidos (Van Nevel e Demeyer, 1977; Whetstone et al., 1981).

Russel et al. (1988) afirmam que os ionóforos inibem a produção de duas espécies de microorganismos, *Peptostreptococcus* e *Clostridium*, que são capazes de produzir altas concentrações de amônia no rúmen. São bactérias Gram-positivas sensíveis aos ionóforos, que dependem de fontes de aminoácidos para seu crescimento. Portanto, a presença de ionóforos na dieta limita essas espécies no rúmen, reduzindo a desaminação de proteínas dietéticas (Paster et al., 1993, Russel et al., 1988). Yang e Russell (1993) demonstraram que a redução da concentração de amônia no rúmen causada pelos ionóforos estava associada a uma diminuição de 10 vezes nas bactérias ruminais que utilizam aminoácidos e peptídeos como fonte de energia para o crescimento.

Para os animais ruminantes, a degradação de proteínas e aminoácidos no rúmen são processos nutricionalmente ineficientes que frequentemente resultam em uma produção excessiva de amônia, que não pode ser totalmente utilizada pelas bactérias ruminais, resultando em perda de nitrogênio dietético (Yang e Russel, 1993). Dessa forma, Chalupa et al. (1980) sugeriram que parte das melhorias no desempenho e eficiência obtida com a suplementação de ionóforos é atribuída à redução da proteólise ruminal que, conseqüentemente, reduz o acúmulo de amônia e nitrogênio microbiano. Assim, quando os ionóforos são adicionados, uma maior quantidade de nitrogênio proveniente da dieta alcança o abomaso (Muntifering et al., 1981). Em estudos realizados por Faulkner et al. (1985) também observaram que o nível de suplementação com monensina reduziu de forma quadrática as concentrações de proteína bacteriana no rúmen, mas aumentou o nitrogênio proveniente da dieta no rúmen.

Por outro lado, Golder e Lean (2016) relataram que a administração de lasalocida na dieta de bovinos de corte aumentou a concentração ruminal de amônia, o que contrasta com os resultados de outros estudos em que a concentração de amônia diminuiu em bovinos alimentados com monensina ou narasina (Polizel et al., 2020, Yang e Russel, 1993; Russel et al., 1988). Polizel et al. (2020) demonstraram que a suplementação de narasina em bovinos de corte alimentados com dieta à base de forragem por 140 dias reduziu a concentração ruminal de amônia em 32% em comparação com novilhos de corte não suplementados. Soares et al. (2021) também relataram que a suplementação intermitente ou diária de narasina reduziu a concentração ruminal de amônia em 22% e 27%, respectivamente, em comparação com novilhos não suplementados.

Dessa forma, podemos resumir que as alterações induzidas pelos ionóforos na dieta podem levar ao aumento das concentrações ruminais de peptídeos e aminoácidos, resultando consistentemente na redução das concentrações ruminais de amônia. A maior disponibilidade de peptídeos estimula o crescimento de bactérias ruminais, que podem se desenvolver de forma linear em resposta à fermentação de carboidratos (Argyle e Baldwin, 1989). Em conjunto, a suplementação com ionóforos na dieta reduz a proteólise ruminal, diminui a síntese de amônia e aumenta o influxo

de proteína para o intestino delgado em bovinos, o que pode explicar, pelo menos em parte, as melhorias observadas no desempenho e na eficiência do gado de corte.

4.4.4 Efeitos no desempenho e resposta animal

Quando a densidade energética da dieta do ruminante é baixa, como em dietas à base de forragem, em que a ingestão de energia é inferior ao ponto de saciedade, o aumento energético causado pelo uso de ionóforos não resulta na redução no consumo, mas sim um melhor aproveitamento da energia para uma mesma ingestão de alimento, resultando em melhoria no ganho de peso (Nagaraja et al., 1981; Dennis et al., 1986). Nesse contexto, quando o ganho de peso aumenta e o consumo permanece inalterado, a conversão alimentar é melhorada.

Diversos estudos têm demonstrado os benefícios proporcionados pelos ionóforos, destacando sua relevância para sistemas de produção. Bretschneider et al. (2008) observaram uma relação quadrática entre a dose de monensina ou lasalocida e o GMD em bovinos de corte alimentados com dietas à base de forragem. Esses autores também constataram que a magnitude da resposta do GMD aos ionóforos pode depender da qualidade da forragem e da relação entre forragem e concentrado na dieta. Além disso, os ionóforos mencionados nesta revisão proporcionaram um aumento quadrático na eficiência alimentar, sem afetar o CMS dos animais em pastejo.

Limede et al. (2021) observaram um aumento de 14,8% no GMD ao adicionar narasina a uma dieta à base de forragem por um período de suplementação de 140 dias. Beck et al. (2016) demonstraram que a adição de monensina e lasalocida a um suplemento à base de milho aumentou o GMD de novilhos em pastejo. Para novilhos taurinos em fase de recria em pasto nativo, Brazle e Laudert (1998) constataram um incremento de 8% no ganho de peso ao consumir uma mistura mineral contendo monensina, durante períodos de 83 a 114 dias. Potter et al. (1986), com base em mais de 30 estudos envolvendo mais de 2.000 animais em pastejo, relataram um aumento de 16% no ganho de peso para animais suplementados com monensina. Huntington (1997b), utilizando resultados de mais de 20 experimentos, com uma faixa de ganho de peso variando de 0,35 a 1 kg/dia, estabeleceu uma regressão para avaliar o impacto do uso de ionóforos no ganho de peso de animais em pastejo. Essa análise

revelou uma associação linear positiva de aproximadamente 6% entre o uso desses aditivos e o ganho de peso dos animais em manutenção ($P < 0.09$).

No estudo conduzido por Barreras et al. (2013), no qual foram avaliados os efeitos da lasalocida e da monensina em novilhas alimentadas com milho floculado durante um período de estresse de calor, constatou-se um GMD 7,6% maior nas novilhas que receberam 30 mg/kg de lasalocida em comparação com aquelas alimentadas com 30 mg/kg de monensina. Além disso, foi observado um aumento no GMD (11,8%), energia líquida da dieta (5%) e CMS (5,2%) observada nos animais que receberam 30 mg/kg de lasalocida em relação ao grupo controle.

Sproot et al. (1988), ao realizar um estudo com dieta à base de forragem contendo lasalocida e monensina, observaram um aumento no número de novilhas de corte concebendo no início da época de reprodução, sem comprometer a eficiência reprodutiva. A inclusão de lasalocida (225 mg/animal/dia) no sal mineral para vacas de corte em pastejo durante o inverno resultou em um aumento de 7% na carga animal, um incremento de 6% na eficiência alimentar (Roso e Restle, 2001). Por outro lado, a inclusão dessa mesma dosagem em machos de corte em terminação, em dois níveis de suplementação (0,5% e 1% do peso vivo), não apresentou diferença no desempenho animal nos diferentes níveis de suplementação (Restle et al., 1999).

Um estudo conduzido em 12 estados norte-americanos avaliou o desempenho de bovinos de corte em pastejo que receberam lasalocida em diferentes dosagens, variando de 0 a 300 mg/cabeça/dia. Os resultados indicaram que a faixa de dose entre 60 e 200 mg/cabeça/dia promoveu uma melhora significativa no desempenho dos animais (FDA, 2001). No entanto, ainda existem contradições nos indicadores de desempenho quando se trata de animais com acesso a ionóforos em pastagens (Potter et al., 1976; Restle et al., 1999; Roso & Restle, 2001).

Quando se trata de suplementação animal em pastejo, sabe-se que a ingestão diária do ionóforo é um desafio. Isso ocorre devido ao padrão irregular de consumo dos suplementos oferecidos aos animais e ao efeito depressivo no consumo causado pelo aditivo. É interessante notar que a monensina tem um impacto maior no consumo em comparação com a lasalocida. No entanto, é possível minimizar o problema do consumo ao veicular o aditivo ionóforo com suplementos proteinados ou minerais que contenham palatabilizantes (Medeiros & Lanna, 1999; Dixon et al., 2003).

Além disso, estudos realizados com a suplementação em dias alternados têm demonstrado que não há prejuízo ao adotar esse procedimento (Soares et al., 2021). Portanto, essa abordagem pode ser uma estratégia viável para contornar as dificuldades de consumo associadas aos ionóforos em animais em pastejo. Nesse contexto, é necessário levar em conta tanto a escolha adequada do ionóforo quanto a forma de oferecimento do suplemento, a fim de garantir uma ingestão consistente e maximizar o desempenho dos animais.

Em relação aos bovinos alimentados com dietas à base de grãos, uma meta-análise realizada por Duffield et al. (2012) avaliou o impacto do uso de monensina no crescimento e terminação desses animais. Os resultados indicaram que o aditivo reduziu o CMS em aproximadamente 3,1% e aumentou o GMD em 2,5% e a eficiência alimentar em 1,3%. Os autores também observaram uma relação linear entre a dose de monensina e os efeitos nos indicadores de desempenho, onde doses maiores melhoraram a eficiência, porém reduziram a ingestão e a resposta no GMD.

No estudo de Golder e Lean (2016), foi constatado que a lasalocida aumentou o GMD (em média 40 g/dia) e a eficiência alimentar, mas não afetou o CMS em bovinos confinados. Goodrich et al. (1984), ao analisar os resultados de 288 experimentos, relataram que bovinos alimentados com dietas contendo monensina apresentaram um GMD 1,6% maior e um CMS 6,4% menor durante o período de confinamento. Nagajara et al. (1997) observaram uma redução de 4% no CMS, um aumento de 5% no ganho de peso e uma melhoria de 9% na conversão alimentar. Lanna (1997) constatou um aumento de 0,6% no GMD dos animais, uma redução de 5,6% no consumo e uma melhoria de 6,4% na conversão alimentar. Em um estudo de Zinn (1986) sobre a adição de salinomicina à dieta de bovinos confinados, não observou efeito no consumo, porém houve um aumento na estimativa da energia líquida para manutenção e ganho, refletindo em uma melhoria na conversão alimentar.

É possível observar que, ao longo dos últimos 50 anos, houve uma redução na melhoria da eficiência alimentar resultante do uso de ionóforos, de 8,1% para 3,5%, devido ao avanço no manejo, nutrição e saúde do gado confinado (Duffield et al., 2012). É importante ressaltar que vários fatores influenciam as diferenças no desempenho observadas nos ensaios com ionóforos, como o número de dias de alimentação, o tipo e a dose de ionóforo, o PC do gado, a relação entre forragem e

concentrado, o tipo de grão utilizado e o tipo de gado avaliado (Duffield et al., 2012; Golder e Lean, 2016).

Em meta-análise realizada por Golder e Lean (2016), utilizando resultados de 31 estudos com dose média de lasalocida 232 ± 108 mg/dia, constatou que bovinos com peso inicial acima de 275 kg, alimentados por até 100 dias, tiveram o maior aumento no GMD em resposta à suplementação de Lasalocida. Por outro lado, bovinos com peso inicial acima de 275 kg, alimentados com lasalocida por mais de 100 dias, apresentaram um aumento intermediário no GMD em comparação com bovinos com peso inicial abaixo de 275 kg, independentemente do número de dias de alimentação.

Assim, a inclusão de ionóforos em dietas à base de forragem ou grãos é uma prática de manejo benéfica para otimizar a eficiência e o desempenho dos sistemas de produção de carne bovina. Portanto a avaliação cuidadosa das características específicas do sistema de produção são aspectos essenciais para alcançar os resultados desejados e maximizar os benefícios proporcionados pela utilização desses aditivos.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização, clima e área experimental

O estudo foi realizado de acordo com as diretrizes do Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias, UNESP – Campus de Jaboticabal – SP, número de protocolo 0013/2021.

O estudo foi conduzido na unidade de pesquisa do Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana (PRDTA – Alta Mogiana), em Colina – SP, órgão da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. O clima da região é do tipo AW (segundo classificação Köppen), com duas estações distintas (seca e chuvosa). A temperatura média é de 22°C e 18°C para o

mês mais quente e mais frio respectivamente. O solo é classificado como latossolo vermelho-escuro, fase arenosa, com topografia quase plana e de boa drenagem (EMBRAPA, 1999). Os dados coletados de temperatura e precipitação durante o período experimental estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Dados climáticos durante os períodos experimentais.

Meses	Precipitação (mm)	Chuva dias	maxT (°C)	minT (°C)	Amplitude térmica
<i>Exp1 - Desempenho</i>					
13/01 a 24/01/2022 ¹	80	4	31,8	17,8	14,0
25/01 a 21/02/2022 ²	425	11	29,2	17,0	12,2
22/02 a 20/03/2022 ³	97,5	5	33,3	18,3	15,0
21/03 a 21/04/2022 ⁴	154,5	8	30,7	16,4	14,3
22/04 a 17/05/2022 ⁵	65	5	28,1	13,0	15,1
<i>Exp2 - Metabolismo</i>					
12/02 a 01/03/2022 ¹	0	0	32,3	17,2	15,1
02/03 a 22/03/2022 ²	113	6	32,7	18,3	14,4
23/03 a 12/04/2022 ³	120	5	31,7	17,4	14,3
13/04 a 03/05/2022 ⁴	27,5	2	29,6	13,9	15,7
04/05 a 24/05/2022 ⁵	50	2	25,5	10,1	15,4

¹Adaptação; ²Período experimental 1; ³Período 2; ⁴Período 3; ⁵Período 4; maxT = temperatura máxima; Tmin = temperatura mínima. Data: Apta Weather Station – Colina/SP.

O estudo foi dividido em 2 experimentos, em ambos, a área experimental era composta pela forrageira *Brachiaria urochloa* cv. Marandu. Todos os piquetes possuíam bebedouro tipo australiano e comedouros coletivos para suplementação com espaçamentos de 50 cm linear/animal.

5.2 Animais e períodos experimentais

Experimento 1 - Desempenho: foram utilizados 12 piquetes (6 piquetes com 3,4 ha e 6 piquetes com 4 ha cada) totalizando aproximadamente 44,4 hectares. O estudo teve início do dia 13 de janeiro de 2022, com duração de 124 dias, dividido em um período de adaptação de 12 dias e quatro períodos experimentais de 28 dias cada. Foram utilizados 96 bovinos da raça Nelore, machos não castrados, com PC médio de 358 ± 58 kg e idade média de 18 meses.

Experimento 2 – Metabolismo: foram utilizados 4 piquetes de 1 ha cada, totalizando 4 hectares. O estudo teve início no dia 12 de fevereiro de 2022, com duração de 101 dias, dividido em um período de adaptação de 17 dias e quatro períodos de avaliação de 21 dias cada (Figura 1). Foram utilizados 12 bovinos Nelore, machos castrados, fistulados no rúmen, com PC médio de 196 ± 25 kg e idade média de 13 meses para avaliação dos parâmetros digestivos e fermentativos.

D1 - D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21
Adaptação												
				Período de Coleta								
				Degradabilidade								
											Líquido ruminal	
												Pesagem

Figura 1. Esquema do período experimental do estudo de metabolismo e dias de coleta.

5.3 Tratamentos e delineamento experimental

Todos os animais receberam suplemento diariamente, às 08h00min, ofertado na quantidade de 0,5 e 1,0 grama/kg de PC para o suplemento adensado e proteico, respectivamente. Os suplementos foram fornecidos em quantidade pré-fixada de acordo com o tratamento com base na pesagem inicial de cada período.

Os animais do experimento de desempenho foram distribuídos em delineamento em blocos completos ao acaso (DBC) com 4 tratamentos e 3 blocos (PC após jejum como critério de blocagem), totalizando 12 unidades experimentais (piquete como unidade experimental com 8 animais cada). No experimento de metabolismo, os animais fistulados no rúmen foram distribuídos em delineamento em Quadrado Latino, sendo 4 tratamentos e 12 repetições por tratamento, em um esquema fatorial 2x2. Os fatores incluíram: 1) suplementação com sal mineral adensado ou proteico e; 2) suplementação ou não de Lasalocida sódica 15% (Taurotec®).

Os mesmos tratamentos foram ofertados em ambos os experimentos. Os suplementos adensados e proteicos foram formulados para conter níveis de consumo semelhante entre si de minerais e aditivo, quando presente (Tabela 2).

1. **AdC:** animais suplementados com adensado (0,5 g/kg PC) sem aditivo;

2. **AdL:** animais suplementados com adensado (0,5 g/kg PC) com aditivo de Lasalocida sódica 15% (Taurotec®);
3. **ProC:** animais suplementados com proteico (1,0 g/kg PC) sem aditivo;
4. **ProL:** animais suplementados com proteico (1,0 g/kg PC) com aditivo de Lasalocida sódica 15% (Taurotec®);

Tabela 2. Composição química e níveis de garantia dos suplementos fornecidos na avaliação do uso da Lasalocida sódica 15% (Taurotec®) em suplementos de baixo consumo na recria de bovinos Nelore durante o período das águas.

Ingredientes (%)	Adensado (0,5g/kg)		Proteico (1,0g/kg)	
	Controle	Lasalocida	Controle	Lasalocida
Farelo de algodão	41,77	39,21	37,17	37,17
Farelo de soja	-	2,26	-	-
Gérmen de milho desengordurado	-	-	18,28	18,28
Fosfato mono-di_cálcico	-	-	7,22	7,22
Ureia	4,49	4,49	4,49	4,49
Calcário	12,51	12,06	21,74	21,38
NaCl	15,95	15,96	7,91	7,91
Lasalocida sódica 15% (Taurotec)®	-	0,66	-	0,33
Núcleo Bellman 1.2 Corte	1,48	1,48	0,74	0,74
Enxofre 70	5,13	5,14	2,50	2,50
Fosfato Bicálcico	18,68	18,73	-	-
Proteína bruta (%)	30	30	30	30
Níveis de garantia do produto				
Cálcio (g/kg)	100	97	100	99
Fósforo (g/kg)	40	40	20	20
Sódio (g/kg)	60	60	30	30
Magnésio (mg/kg)	7.000	7.000	6.000	5.000
Enxofre (g/kg)	40	40	20	20
Zinco (mg/kg)	2.563	2.563	1.371	1.374
Cobre (mg/kg)	690	690	365	366
Manganês (mg/kg)	580	579	265	265
Cobalto (mg/kg)	41	40	23	23
Iodo (mg/kg)	50	50	27	27
Selênio (mg/kg)	13	13	7	7
Proteína bruta (g/kg)	300	300	300	300
NNP equiv. PB (g/kg)	130	130	130	130
Lasalocida (mg/kg)	-	1.000	-	500

5.4 Método de pastejo

Todos os animais foram mantidos em sistema de lotação contínua com taxa de lotação variável. Para que a oferta de forragem (OF) fosse igual em todos os tratamentos, foram utilizados animais reguladores contemporâneos dos demais, onde, foram colocados ou retirados das unidades experimentais de acordo com a metodologia *put and take* (Mott e Lucas, 1952), sendo os animais experimentais mantidos permanentemente nos piquetes.

5.5 Avaliação do pasto: Altura e Massa

A avaliação para determinação da massa de forragem (MF) foi realizada a cada 28 dias, utilizando o método da dupla amostragem (Sollenberger e Cherney, 1995), onde a massa foi associada às leituras de altura do dossel (50 pontos de altura normal e comprimida) pelo uso do prato ascendente (*rising plate meter*). Em cada parcela eram selecionados três pontos de altura baixa, média e alta (determinados em função de ± 2 desvios padrões). Uma amostra de forragem de 0,25 m² de cada ponto selecionado, era coletada ao nível do solo e posteriormente uma sub amostra era seca em estufa a 55°C por 72 horas, para determinação da MS parcial. Em sequência, foram realizadas equações de regressão linear (Equação 1), através dos dados de massa e suas respectivas alturas, onde se estabelecia uma relação entre a altura do dossel e a massa de forragem:

$$MF \text{ (kg/ha)} = a + b \times h \text{ (Eq. 1)}$$

Onde MF = massa de forragem em kg/ha de matéria seca, h = altura do dossel em cm, a = intercepto da regressão e b = coeficiente angular da regressão.

5.6 Composição morfológica do pasto e determinação do valor nutritivo da forragem

Para avaliação dos componentes quantitativos e estruturais do dossel forrageiro, foram utilizadas coletadas na altura média de cada piquete. As amostras foram fragmentadas manualmente em: folha morta (FM), colmo morto (CM) (material morto), folha verde (FV) e colmo verde (CV) (material verde). Posteriormente, as amostras foram pesadas e secas a 55°C em estufa por 72 horas para determinação da MS parcial e proporção de cada componente no dossel forrageiro (Tabela 3).

Foi realizado pastejo simulado para representação da fração consumida pelos animais. As amostras foram coletadas pelo método *hand-plucking* (De Vries, 1995) e secas em estufa de circulação de ar, a 55°C, por 72 horas e posteriormente moídas em peneira de malha com crivo de 1 mm. Foram determinados os teores de MS (método 934.01), matéria mineral (MM) (método 942.05) e PB (método 978.04) de acordo com a AOAC (1995). Os teores de FDN e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados conforme a metodologia sequencial descrita por Robertson e Van Soest (1981), e lignina pelo método descrito por Goering e Van Soest (1970). O extrato etéreo (EE) e a digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) foram determinados por espectroscopia próxima ao infravermelho (NIRS) (Tabela 3).

Tabela 3. Característica quantitativas e composição química de pastos de *Brachiaria urochloa* cv. Marandu durante o período experimental de avaliação do uso da Lasalocida em suplementos de baixo consumo na recria de bovinos Nelore durante o período das águas.

das águas.

Variável	Desempenho				EPM	AdC	Metabolismo		ProL	EPM
	d 0-28	d 29-56	d 57-84	d 85-112			AdL	ProC		
Características quantitativas										
Altura (cm)	34,68	33,66	34,82	33,96	0,043	27,0	27,6	27,3	27,1	0,5813
MF (KgMS/ha)	6337 c	7325 b	7896 a	8022 a	465,7	5609	6168	6043	5495	197,24
Densidade (KgMS/m3)	2,26 c	2,39 bc	2,76 a	2,53 b	0,094	2,08	2,06	1,99	2,01	0,0847
OF (KgMS/KgPV)	6,16 c	6,72 b	7,81 a	8,23 a	0,486	7,63	8,23	8,20	7,43	0,3068
Relação F:C	1,378 a	0,893 b	0,652 c	0,563 c	0,050	1,94	1,46	1,52	1,24	0,2628
Proporção de componentes morfológicos, %										
Folha verde	51,70 a	35,72 b	28,17 c	17,82 d	0,049	0,390	0,393	0,390	0,420	0,0419
Folha morta	6,94 c	17,84 b	17,95 b	28,92 a	0,017	0,135	0,175	0,175	0,110	0,0231
Colmo verde	38,25 c	40,84 b	43,72 a	31,49 d	0,013	0,240	0,308	0,285	0,338	0,0176
Colmo morto	3,10 c	5,60 c	10,17 b	21,78 a	0,018	0,233	0,130	0,153	0,130	0,0225
Características qualitativas, g/kg de MS										
Matéria seca	289 a	298 a	307 a	247 b	0,719	229	235	228	238	0,5322
Matéria mineral	71,1 c	67,0 d	74,8 b	87,1 a	0,178	80,8	75,2	81,7	77,9	0,1309
FDN	670 ab	675 a	657 b	582 c	0,523	626	616	611	622	0,5103
FDA	306 a	312 a	309 a	261 b	0,295	289	284	278	286	0,3045
Lignina	25,3 c	25,2 c	33,1 a	26,8 b	0,090	24,4	24,8	23,2	25,6	0,0630
Proteína bruta	75,8 c	74,7 c	95,5 b	135,7 a	0,394	122,7	120,6	132,0	121,7	0,4242
Extrato etéreo	11,3 c	14,3 b	12,3 c	15,8 a	0,034	16,1	14,8	14,7	14,7	0,0310
DIVMS	785 a	758 b	712 c	779 a	0,774	811	797	793	795	0,6315
PIDN	44,3 b	41,0 c	47,7 ab	54,9 a	0,217	58,7	57,1	56,5	57,2	0,2679
PIDA	4,82 b	7,30 a	5,76 b	5,09 b	0,043	7,14	6,28	6,10	5,98	0,0589

* Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade. EPM: erro padrão médio. AdC: Adensado Controle; AdL: Adensado Lasalocida; ProC: Proteico Controle; ProL: Proteico Lasalocida. OF=oferta de forragem; FDN=fibra insolúvel em detergente neutro; FDA=fibra insolúvel em detergente ácido; DIVMS=digestibilidade in vitro da matéria seca; PIDN=proteína indigestível em detergente neutro; PIDA=proteína indigestível em detergente ácido; D0: 25/01/2022; D28: 22/02/2022; D29: 23/02/2022; D56: 22/03/2022; D57: 23/03/2022; D84: 19/04/2022; D85: 20/04/2022; D112: 17/05/2022.

5.7 Desempenho animal

O desempenho dos animais do experimento 1 foi avaliado pelo GMD em kg/dia, determinado pela diferença entre o PC final e inicial em jejum prévio de 16 horas de sólidos e líquidos, em relação aos dias de alimentação de cada período experimental.

5.8 Consumo de suplemento

Para os animais do experimento de metabolismo, foram realizadas pesagens no início e no final de cada período experimental apenas para ajuste da oferta de suplemento.

Antes do fornecimento do suplemento, foram avaliadas as sobras do fornecido no dia anterior diariamente. Foram consideradas sobras a 5% da quantidade fornecida, sendo o consumo médio o do piquete.

5.9 Parâmetros ruminais

Foram colhidas amostras representativas do conteúdo ruminal de cada animal via cânula (dias 20 e 21), em diferentes horários: 0, 6, 12 e 18 horas após a suplementação, para avaliação do pH, AGCC e nitrogênio amoniacal (N-NH₃). Após a coleta, as amostras (200 mL por animal) foram filtradas em tecido tripo de algodão. Posteriormente, duas alíquotas de 50 mL de líquido ruminal de cada animal foram destinadas à imediata determinação do pH em potenciômetro digital (DM-22, Digimed, São Paulo, Brasil). Em seguida, 50 mL de líquido ruminal com adição de 1 mL de H₂SO₄ (1:1) foi separado em duas alíquotas de 15 mL e congeladas a -20 °C para análise de N-NH₃, que foi determinado pelo método colorimétrico INCT – CA N006/1 (Detmann et al, 2012). Duas alíquotas de 10 mL foram congeladas a -20 °C para análise de AGCC, por meio de cromatografia gasosa (GCMS QP 2010 plus, Shimadzu®, Kyoto, Japan) usando coluna capilar (Stabilwax, Restek®, Bellefonte, EUA; 60 m, 0,25 mm Ø, 0,25 µm crossbond carbowax polyethylene glycol) (AGCC 29

totais, acetato, propionato, butirato, isobutirato, valerato e isovalerato) (Palmquist e Conrad., 1971).

5.10 Degradabilidade *in situ* da matéria seca

Foi mensurado a degradabilidade *in situ* da MS segundo descrito pela AOAC (1995), da forrageira oriunda da pastagem na qual os animais do experimento de metabolismo foram alocados, através da incubação das amostras em diferentes tempos (0, 12, 24 e 48 horas). O material vegetal foi parcialmente seco em estufa a 55°C, posteriormente moído em peneira de crivos de 2 mm e colocados em sacos de nylon (modelo R1020, Ankon, 50±15 micras) com tamanho de 10×20 cm, mantendo a relação de 20 mg de MS por cm² da área superficial (Hvelplund e Weisbjerg, 2000). Ao retirar as amostras, estas foram lavadas em água corrente, e secas em estufa de ventilação forçada (55°C por 72 horas) e pesados para determinação da degradabilidade. As análises foram realizadas ao final de cada período experimental.

5.11 Análises estatísticas

Todas as análises foram realizadas pelo PROC MIXED do SAS (versão 9.4; SAS Inst. Inc., Cary, NC). No experimento 1, o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 × 2, sendo os fatores e a interação entre os fatores considerados efeito fixo e o bloco efeito aleatório. O modelo matemático é representado a seguir:

$$\text{Eq.: } Y_{ijk} = \mu + b_i + M_j + EN_k + M_j \times EN_k + \epsilon_{ijk}$$

Onde Y_{ijk} é a média da variável dependente no bloco “i”, no tipo de suplemento “j”, na inclusão de lasalocida “k”, μ é a média geral, b é o efeito do bloco, M_j é o efeito do tipo de suplemento (adensado ou proteico), EN_k é a inclusão da lasalocida (presença ou ausência), $M_j \times EN_k$ é o efeito da interação e ϵ_{ijk} é o erro aleatório. O tipo de suplemento, inclusão de lasalocida e a interação tipo de suplemento e inclusão de lasalocida foram considerados efeitos fixos e o bloco, efeito aleatório.

O PC e GMD foram analisados como medidas repetidas no tempo, com fatores, períodos e a interação entre fatores e períodos como efeitos fixos e bloco como efeito aleatório. Diferentes estruturas de matriz de covariância foram testadas para determinar a melhor estrutura que se ajusta a cada variável. A estrutura de matriz de covariância foi escolhida pelo critério de informação Bayesiano (BIC - Bayesian's Information Criterion), e o menor valor foi considerado o de melhor ajuste. O modelo matemático é representado a seguir:

$$\text{Eq.: } Y_{ijkl} = \mu + b_i + M_j + EN_k + M_j \times EN_k + DI + M_j \times DI + EN_k \times DI + M_j \times EN_k \times DI + e_{ijkl}.$$

Onde: μ = média geral; b_i = efeito do bloco; M_j = tipo de suplemento; EN_k = inclusão de lasalocida; $M_j \times EN_k$ = interação entre o tipo de suplemento e inclusão de lasalocida; DI = dias experimentais; $M_j \times DI$ = interação entre o tipo de suplemento e dias experimentais; $EN_k \times DI$ = interação inclusão de lasalocida e dias experimentais; $M_j \times EN_k \times DI$ = interação entre o tipo de suplemento, inclusão de lasalocida e dias experimentais; e e_{ijk} = erro aleatório.

Em todas as variáveis foi testada a normalidade da distribuição das variâncias pelo teste de Cramér-von Mises, com 10% de probabilidade. Para definir os valores outliers foram considerados aqueles com resíduo studentizado fora do intervalo de -3 a +3. As médias foram comparadas através do teste t, considerando o nível de significância de $P < 0,05$ e tendência $0,05 \leq P \leq 0,10$.

No experimento 2, os dados foram analisados em um delineamento em quadrado latino, o modelo incluiu os fatores: tipo de suplemento e presença ou ausência de lasalocida e suas interações, horário de coleta e suas interações como efeito fixo, efeito de quadrado, período, animal e animal dentro de quadrado como efeitos aleatórios. O modelo matemático é representado a seguir:

$$\text{Eq.: } Y_{ijklm} = \mu + a_j + p_k + U_l + T_m + (U \times T)_{lm} + e_{ijklm}$$

Em que: Y_{ijklm} = observação dos suplementos proteicos ou adensados l e inclusão ou não de lasalocida m, no quadrado i, no animal j, no período k; i = efeito do

quadrado i ; a_j = efeito do animal j ; P_k = efeito do período k ; U_l = tipo de suplemento l (proteico ou adensado); T_m = lasalocida no suplemento m (inclusão ou não); $U_l \times T_m$ = interação entre tipo de suplemento e inclusão de lasalocida lm ; e_{ijklm} = erro aleatório associado a cada observação.

Os dados obtidos ao longo do tempo (amônia, pH ruminais e ácidos graxos de cadeia curta) foram analisados como medidas repetidas sendo acrescentados os efeitos de tempo e a interação entre tempo e os fatores.

6. RESULTADOS

6.1 Experimento 1 – Desempenho

6.1.1 Características quantitativas e qualitativas da forragem

A tabela 3 apresenta os resultados das avaliações quantitativas e qualitativas da forragem constituída de *Brachiaria urochloa* cv. Marandu durante o estudo de desempenho. Foi observado efeito de período ($P < 0,05$) para todas as variáveis analisadas exceto para altura da forragem, que foi semelhante em todo experimento e apresentou média de 34,33 cm.

Dentre as características quantitativas analisadas, a MF e OF, apresentaram comportamento semelhante, em que, foi constatado um aumento durante os três primeiros períodos experimentais, sendo que o terceiro e quarto período não diferiram entre si (Tabela 3 e Figura 2). Além do efeito de período, em que houve aumento ao longo dos três primeiros períodos, seguido por redução, a densidade também apresentou efeito do nível de suplementação ($P = 0,05$), em que foi constatado maior densidade nos piquetes em que os animais foram tratados com suplemento proteico (2,31 KgMS/m³) em relação ao adensado (2,17 KgMS/m³).

Em relação à proporção dos componentes morfológicos, houve redução da relação folha:colmo (F:C) ao longo do tempo, exceto no quarto período que foi semelhante ao terceiro (Tabela 3). Foi observado a redução da %FV ao longo dos períodos e aumento das proporções de material morto e %CV, com uma exceção a esse último, em que houve redução entre o terceiro e quarto período (Figura 2). Além

disso, houve efeito de interação entre uso de aditivo e período ($P = 0,01$) para %FM, em que foi constatado maiores valores para o tratamento lasalocida (21,35%) em relação ao controle (14,34%) no terceiro período. Para %CV, foi observado efeito de interação entre nível de suplementação e período ($P < 0,01$), sendo registrado, também no terceiro período, diferença entre a suplementação proteica (43,37%) e adensada (38,31%) (Tabela 3).

Não houve efeito do nível de suplementação e uso de aditivo para as características qualitativas do dossel forrageiro (Tabela 3). Houve efeito de período ($P < 0,01$) para os teores de MS e FDA, apresentando aumento no quarto período; PB com aumento no terceiro e quarto período; FDN com aumento entre o primeiro e segundo seguido por redução nos períodos subsequentes; DIVMS com redução ao longo dos períodos exceto pelo quarto período; MM e proteína indigestível em detergente neutro (PIDN) apresentando redução entre o primeiro e segundo período seguido por aumento. A lignina, além do efeito de período, com aumento entre o segundo e terceiro período e redução no quarto; foi observado a interação entre uso de aditivo e período, em que, no segundo período, houve diferença ($P < 0,01$), sendo os maiores valores de lignina observados nos tratamentos sem a presença do aditivo (Tabela 3).

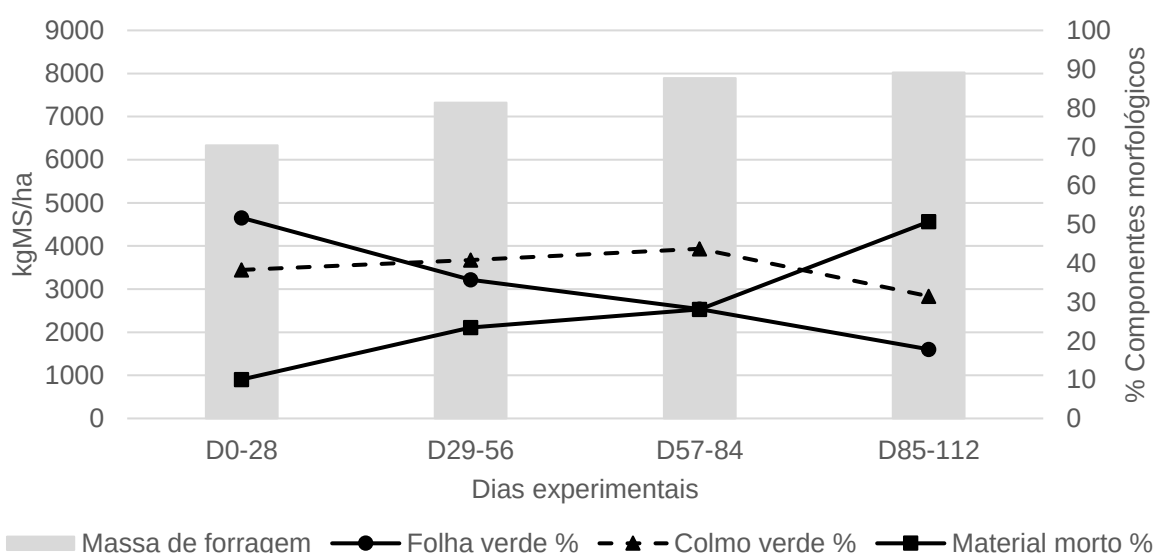


Figura 2. Variação dos componentes do dossel do pasto de *Brachiaria urochloa* cv. Marandu durante o período experimental.

6.1.2 Consumo de suplemento

Ao longo de todo o período experimental, observou-se que os animais consumiram integralmente o suplemento oferecido, não havendo registro de sobras para nenhum dos tratamentos. Conforme previamente estabelecido na metodologia, o nível de ingestão dos suplementos adensados foi fixado em 0,05% do PC, enquanto para os suplementos proteicos, foi estipulado em 0,1% do PC. Diante disso, constatou-se diferença estatisticamente significativa ($P < 0,01$) no consumo de suplemento, PB e nitrogênio não proteico equivalente de PB (NNP equiv. PB) em função do efeito do nível de suplementação, enquanto a adição de aditivo de lasalocida ($P = 0,88$) não afetou o consumo dos animais, conforme detalhado na Tabela 4.

Tabela 4. Consumo de suplemento, proteína bruta e NNP equiv. PB em função do tipo de suplementação e uso de aditivo de Lasalocida sódica (Taurotec®) na recria de bovinos Nelore durante o período das águas.

Consumo (kg/animal/dia)	Tratamentos				EPM	P-valor		
	AdC	AdL	ProC	ProL		Sup	Ad	Sup*Ad
Suplemento	0,200	0,201	0,398	0,400	0,0331	<0,01	0,88	0,97
Proteína bruta	0,060	0,060	0,119	0,120	0,0099	<0,01	0,89	0,96
NNP equiv. PB	0,026	0,026	0,052	0,052	0,0043	<0,01	0,91	0,91

AdC: Adensado Controle; AdL: Adensado Lasalocida; ProC: Proteico Controle; ProL: Proteico Lasalocida; EPM: erro padrão médio; Sup: efeito do tipo de suplementação; Ad: efeito do uso de aditivo; Sup*Ad: interação entre tipo de suplemento e uso de aditivo; NNP equiv. PB: nitrogênio não proteico equivalente a proteína bruta.

6.1.3 Desempenho animal

O desempenho geral dos animais durante o período experimental é apresentado na Tabela 5. Os animais apresentaram peso inicial semelhante de, aproximadamente, 353 kg. Não foram observadas diferenças significativas entre níveis de suplementação e uso de aditivo em relação ao PC ($P > 0,05$), com um PC final médio de 459 kg. No entanto, foi observada uma diferença significativa entre os

períodos ($P < 0,01$), indicando um aumento significativo no PC ao longo do tempo (Figura 3).

Na avaliação do GMD, foi observado efeito de período ($P < 0,01$), sendo observado (média entre os tratamentos) 1,385 kg/dia no primeiro período, e ganhos de 0,949; 0,671 e 0,784 kg/dia no segundo, terceiro e quarto período respectivamente. Os animais tratados com suplementos contendo lasalocida apresentaram tendência ($P = 0,06$) (Tabela 5) de aumento no GMD (0,969 Kg/dia) em comparação aos animais que receberam suplementação controle (0,925 Kg/dia). No primeiro e quarto período o GMD de todos os tratamentos foram semelhantes ($P > 0,10$) No segundo período, o GMD observado no tratamento ProL foi maior em relação aos tratamentos AdC ($P < 0,01$) e AdL ($P = 0,04$) (Figura 4) e todos foram semelhantes ($P > 0,10$) ao tratamento ProC. No terceiro período, o tratamento ProL tendeu ($P = 0,10$) a maior GMD em relação ao tratamento AdC, ambos foram semelhantes ($P > 0,05$) aos tratamentos AdL e ProC.

Foi observado efeito do uso de aditivo ($P = 0,05$) para o ganho de peso vivo (GPV), em que, a adição de lasalocida (107,96 kg) promoveu incremento no ganho dos animais em relação aos suplementos controle (103,07 kg) ao final do período de 112 dias de avaliação. Também foi observada tendência ($P = 0,10$) para efeito do tipo de suplementação, com o suplemento proteico (107,53 kg) apresentando valores superiores ao suplemento adensado (103,50 kg) (Tabela 5).

Tabela 5. Desempenho de bovinos Nelore em função do tipo de suplementação e uso de aditivo de Lasalocida sódica (Taurotec®) na recria durante o período das águas.

Item	Adensado		Proteico		EPM	P-valor		
	Contr	Las	Contr	Las		Sup	Ad	Sup*Ad
PCi, kg	353	355	352	352	36,8508	0,61	0,81	0,94
PCf, kg	454	461	456	462	37,041	0,78	0,29	0,94
GMD, kg	0,911	0,948	0,940	0,991	0,0314	0,12	0,06	0,75
GPV, kg	101	106	105	110	4,7264	0,10	0,05	0,86
TL, UA/há-1	2,26	2,35	2,22	2,24	0,3126	0,25	0,39	0,57

Contr: controle; Las: Lasalocida; EPM: erro padrão médio; Sup: efeito do tipo de suplementação; Ad: efeito do uso de aditivo; Sup*Ad: interação entre tipo de suplemento e uso de aditivo; PCi: peso corporal inicial; PCf: peso corporal final; GMD: ganho médio diário; GPV: ganho de peso vivo; TL: taxa de lotação; UA: unidade animal 450 kg de peso corporal.

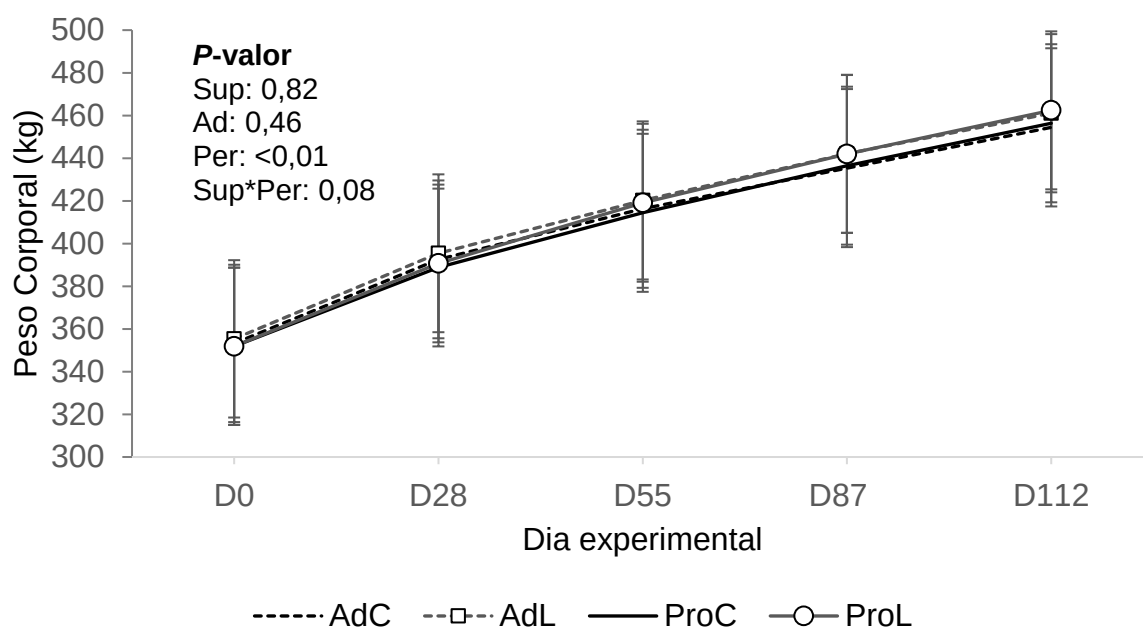
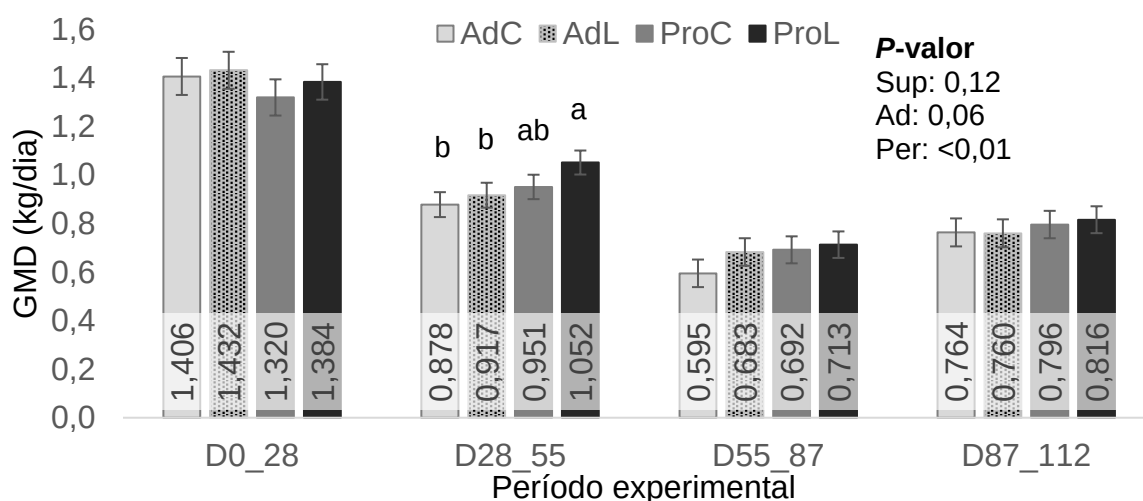


Figura 3. Evolução do peso corporal (PC) na recria de bovinos Nelore em função em função do tipo de suplementação e uso de aditivo de Lasalocida sódica (Taurotec®) durante o período das águas. AdC: adensado controle; AdL: adensado lasalocida; ProC: proteico controle; ProL: proteico lasalocida.



D0: 25/01/2022; D28: 22/02/2022; D29: 23/02/2022; D56: 22/03/2022; D57: 23/03/2022; D84: 19/04/2022; D85: 20/04/2022; D112: 17/05/2022.

Figura 4. Ganho médio diário (GMD) na recria de bovinos Nelore em função do tipo de suplementação e uso de aditivo de Lasalocida sódica (Taurotec®) na recria durante o período das águas. AdC: adensado controle; AdL: adensado lasalocida; ProC: proteico controle; ProL: proteico lasalocida.

6.2 Experimento 2 – Metabolismo

6.2.1 Características quantitativas e qualitativas da forragem

As características quantitativas e qualitativas da forragem do experimento de metabolismo estão demonstradas na Tabela 3. Dentre as características quantitativas da forragem, os tratamentos apresentaram, em média, altura de 27,3 cm, MF de 5829 KgMs/ha, densidade de 2,04 KgMS/m³, OF de 7,88 KgMS/KgPV e relação F:C de 1,54. As análises de composição química demonstraram, em média, 7,9% de MM, 61,9% de FDN, 28,4% de FDA, 2,5% de lignina, 12,4% de PB, 1,5% de EE, 79,9% de DIVMS, 5,7% de PIDN e 0,6% de PIDA.

6.2.2 Consumo de suplemento

Não foram registradas sobras para nenhum dos tratamentos ao longo de todo período experimental, ou seja, os animais consumiram integralmente o suplemento oferecido conforme previamente estabelecido na metodologia. Para os suplementos adensados o consumo foi fixado em 0,05% do PC e para os suplementos proteicos em 0,1% do PC.

6.2.3 Parâmetros ruminais

Não houve efeito de tipo de suplementação ($P = 0,76$) e uso de aditivo ($P = 0,16$) para o pH, porém, houve interação entre esses fatores ($P = 0,03$) para essa variável (Tabela 6). Os tratamentos AdC (6,52) e AdL (6,36) diferiram entre si ($P = 0,01$). Foi observado efeito do horário de coleta para os valores de pH ($P < 0,01$), em que, os maiores valores foram registrados antes do fornecimento do suplemento (6,55), que foi semelhante ($P = 0,13$) ao encontrado 6 horas após a suplementação (6,49). Os valores obtidos nos horários de 12 e 18 horas apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$), sendo os menores resultados observados no horário de 12

horas (6,32), seguido por aumento nas amostras recolhidas 18 horas após a suplementação (6,41).

Não foi observado efeito do tipo de suplementação, uso de aditivo e suas interações ($P > 0,05$) para as concentrações ruminais de N-NH_3 , entretanto, foi constatado efeito do horário de coleta ($P < 0,01$) (Tabela 6). Antes da suplementação, foram observados valores intermediários na concentração de N-NH_3 (8,83 mg/dL), as amostras colhidas 6 (11,77 mg/dL) e 12 horas (10,71 mg/dL) foram semelhantes entre si ($P = 0,23$), com redução às 18 horas após a suplementação (7,18 mg/dL).

A concentração total de AGCC apresentou efeito de horário de coleta ($P < 0,01$). Ao longo do dia, os resultados obtidos imediatamente antes da suplementação (104,34 mMol), 12 (100,95 mMol) e 18 horas (101,13 mMol) após foram semelhantes entre si ($P > 0,21$) e foram significativamente maiores ($P < 0,01$) que os valores observados 6 horas após a suplementação (91,54 mMol). Foi observada interação entre o uso de aditivo e horário de coleta ($P = 0,05$). Imediatamente antes da suplementação, o uso do aditivo resultou em maiores valores de AGCC totais (110,49 mMol) em relação aos suplementos sem lasalocida (98,18 mMol) ($P = 0,03$), enquanto nos outros horários os resultados foram semelhantes ($P > 0,05$) (Figura 5A). Além disso, houve tendência de interação entre tipo de suplementação, uso de aditivo e horário de coleta ($P = 0,08$). No horário 0 de coleta, o tratamento AdL tendeu a maior produção de AGCC totais (112,23) ($P = 0,09$) em comparação aos tratamentos AdC (99,0) e ProC (97,38) ($P = 0,06$), e todos foram semelhantes ao tratamento ProL (108,75) ($P > 0,1$). Seis horas após a suplementação, todos os tratamentos foram semelhantes entre si ($P > 0,05$). Doze horas após a suplementação, o tratamento AdL apresentou maiores valores (106,29) ($P < 0,01$) em relação ao tratamento AdC (94,04) e foi semelhante aos tratamentos ProC (103,12) ($P = 0,44$) e ProL (100,33) ($P = 0,15$). Dezoito horas após o fornecimento do suplemento, o tratamento ProL (106,15) tendeu a ser maior ($P = 0,07$) em relação ao tratamento AdC (93,83), e ambos foram semelhantes ($P > 0,05$) aos tratamentos AdL e ProC (Tabela 6 e Figura 5B).

Foi observado efeito de horário de coleta para quase todas variáveis sobre a proporção de AGCC individual e relação acetato:propionato (A:P) ($P < 0,01$), exceto para o butirato ($P = 0,22$) (Tabela 6). Houve tendência ($P = 0,10$) de interação entre uso de aditivo e horário de coleta para a variável acetato (Tabela 6). Antes da

suplementação (71,69 mMol/100mMol) e 18 horas após a suplementação (71,68 mMol/100mMol), a adição do aditivo resultou, numericamente, em maiores proporções de acetato em relação aos tratamentos controles (71,56 e 71,28 mMol/100mMol, nos respectivos horários). Seis e doze horas após a suplementação, foi constatado que os tratamentos que continham aditivo (71,11 e 70,28 mMol/100mMol, respectivamente) apresentaram menores proporções de acetato em relação aos tratamentos controles (71,61 e 70,61 mMol/100mMol) (Figura 6). Além disso, o suplemento adensado (0,75 mMol/100mMol) tendeu ($P = 0,098$) (Tabela 6) a maior proporção de valerato em relação ao suplemento proteico (0,70 mMol/100mMol).

Tabela 6. Efeito do tipo de suplementação e uso de aditivo de Lasalocida sódica (Taurotec®) sobre os parâmetros ruminais de pH, N-NH₃ e AGCC na recria de bovinos Nelore durante o período das águas.

Item	Adensado		Proteico		EPM	P-valor						
	Contr	Las	Contr	Las		Sup	Ad	Hor	Sup*Ad	Sup*Hor	Ad*Hor	Sup*Ad*Hor
pH	6,52 a	6,36 b	6,44 ab	6,47 ab	0,15	0,76	0,16	<0,01	0,03	0,56	0,92	0,49
N-NH ₃ , mg/dL	9,36	10,80	8,70	9,62	2,34	0,32	0,20	<0,01	0,77	0,26	0,19	0,36
AGCC total, mM	95,3	101	99,4	102	7,15	0,37	0,12	<0,01	0,58	0,30	0,05	0,08
AGCC, mol/100mol												
Acetato	71,0	71,2	71,5	71,2	0,58	0,59	0,87	<0,01	0,70	0,78	0,10	0,97
Propionato	17,0	17,5	17,2	17,3	0,51	0,84	0,45	<0,01	0,63	0,49	0,15	0,90
Butirato	9,17	8,88	8,83	8,98	0,19	0,55	0,72	0,22	0,26	0,72	0,35	0,79
Valerato	0,77	0,74	0,72	0,67	0,04	0,09	0,29	<0,01	0,78	0,47	0,31	0,38
Isobutirato	0,80	0,74	0,75	0,75	0,04	0,25	0,13	<0,01	0,15	0,56	0,20	0,68
Isovalerato	1,17	1,14	1,07	1,10	0,95	0,17	0,96	<0,01	0,48	0,18	0,34	0,75
A:P	4,22	4,11	4,20	4,16	0,14	0,88	0,48	<0,01	0,74	0,58	0,23	0,98

* Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade. Contr: controle; Las: lasalocida. EPM: erro padrão médio. Sup: efeito do tipo de suplementação; Ad: efeito do uso de aditivo; Hor: efeito do horário de coleta; Sup*Ad: interação entre tipo de suplementação e uso de aditivo; Sup*Hor: interação entre tipo de suplemento e horário de coleta; Ad*Hor: interação entre uso de suplemento e horário de coleta; Sup*Ad*Hor: interação entre tipo de suplemento, uso de aditivo e horário. AGCC: ácido graxo de cadeia curta; A:P: relação acetato:propionato. Contr= controle; Las= lasalocida.

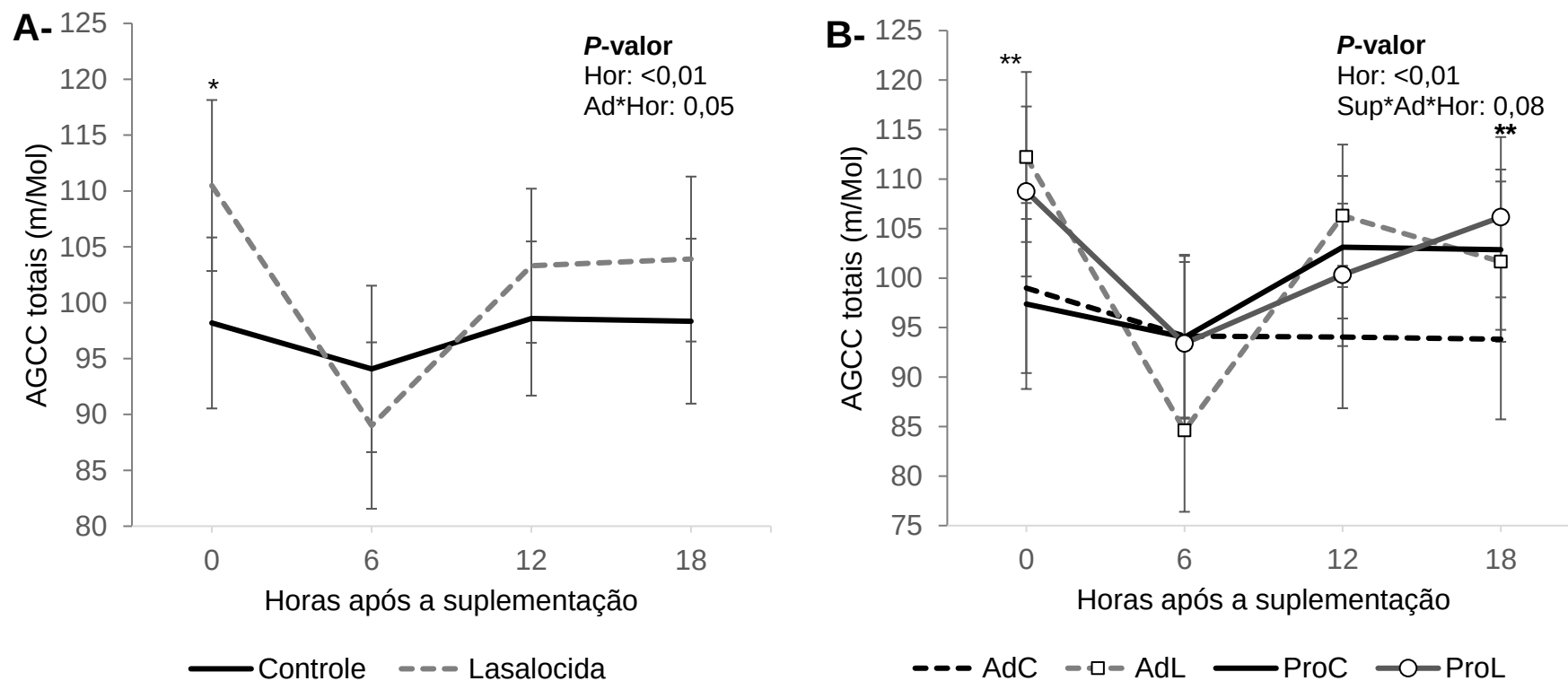


Figura 5. Concentrações ruminais médias de AGCC totais em diferentes horários após a suplementação em função do uso de aditivo de Lasalocida sódica (Taurotec®) **(A)** e do tipo de suplementação e uso de aditivo de Lasalocida sódica (Taurotec®) **(B)** na recria de bovinos Nelore durante o período das águas. AdC: adensado controle; AdL: adensado lasalocida; ProC: proteico controle; ProL: proteico lasalocida. Obs: *significativo ($P \leq 0,05$); **tendência ($P \geq 0,05 \leq 0,10$).

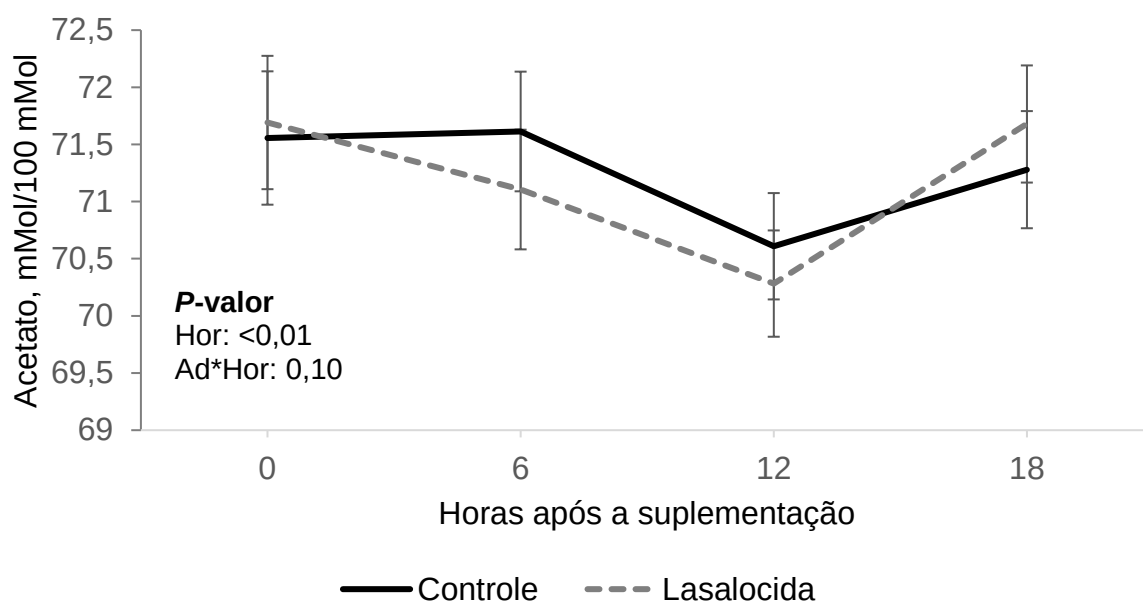


Figura 6. Proporção molar de Acetato no rúmen de bovinos Nelore submetidos a suplementação com ou sem o uso de aditivo de Lasalocida sódica (Taurotec®) na recria durante o período das águas.

6.2.4 Degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS)

Não foi observado efeito significativo para o tipo de suplementação ($P = 0,05$) e uso de aditivo ($P = 0,49$) para a taxa de degradação da MS da forragem. Houve apenas efeito de período de incubação ($P < 0,01$), com aumento da porção degradada ao longo do tempo (Figura 7).

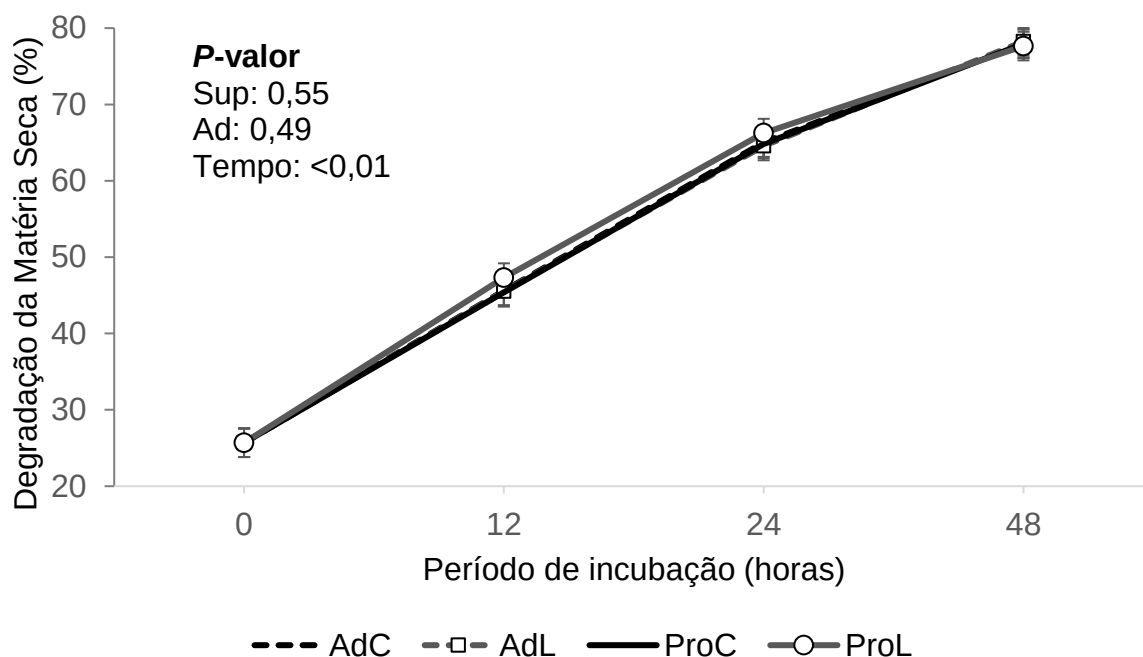


Figura 7. Taxa de degradação da matéria seca da forragem no rúmen de bovinos Nelore submetidos a suplementação com ou sem o uso de aditivo de Lasalocida sódica (Taurotec®) na recria durante o período das águas. AdC: adensado controle; AdL: adensado lasalocida; ProC: proteico controle; ProL: proteico lasalocida.

7. DISCUSSÃO

As características estruturais e de composição química do dossel forrageiro sofreram alterações ao longo dos períodos experimentais, afetando diretamente o desempenho dos animais. Isso ocorreu devido às variações do estágio fisiológico da planta, do pastejo dos animais e das alterações climáticas. Além disso, é importante considerar que a interação entre os animais e o pasto podem causar mudanças significativas na qualidade da forragem selecionada (Detmann et al., 2014).

No período chuvoso, as plantas apresentam crescimento intenso e variável devido ao aumento da luminosidade, temperatura e precipitação. Dessa forma, a produtividade do sistema será em função do potencial produtivo e qualidade do pasto, podendo ser interpretado por diferentes perspectivas. Atualmente, a qualidade está relacionada com sua capacidade em gerar ganho animal em função da ingestão de nutrientes e eficiência de conversão. Segundo Hodgson (1990), a ingestão de

nutrientes é determinada pelas suas concentrações no alimento e pelo consumo de forragem.

Embora o capim-marandu, quando manejado em alturas mais baixas de pastejo, apresente maior valor nutritivo da forragem consumida (Andrade, 2003), e maior eficiência de utilização (Gonçalves, 2002), valores ótimos de consumo, ganho de peso por animal e por hectare em pastagens de *Brachiaria urochloa* cv. Marandu foram observados entre 30 e 40 cm de altura do dossel forrageiro (Andrade, 2003; Sarmiento, 2003). Além disso, a persistência e produção do capim-marandu foram favorecidas dentro da amplitude de 20 a 40 cm para produção eficiente da forragem (Sbrissia, 2004). Esses achados indicam uma importância relativa maior do consumo sobre o desempenho animal e corroboram com a estimativa de que 60 a 90% das variações são explicadas pelo consumo, enquanto 10 a 40% correspondem às variações na digestibilidade (Mertens, 1994).

A altura foi constante, com média de 34,33 cm durante todo período experimental, entretanto, foi observado acúmulo da MF, aumento da OF e redução da relação folha:colmo ao longo dos períodos experimentais (Tabela 3 e Figura 1). Os resultados apresentados encontram-se na faixa de amplitude de altura (20 – 40 cm) associada a 95% da interceptação luminosa (Sbrissia, 2004). Ao interceptar 95% da luz incidente, atinge-se o índice de área foliar crítico e, a partir desse estágio, inicia-se o alongamento do colmo como resposta à competição por luz entre os perfilhos (Carnevalli et al., 2006). O alongamento do colmo nas gramíneas C4 ocorre com o desenvolvimento da planta no estágio vegetativo e sua maior participação está associada ao maior acúmulo de biomassa.

Nos estágios vegetativos iniciais, os colmos das gramíneas, geralmente, apresentam alta qualidade e com a maturidade, a qualidade cai proporcionalmente (Minson, 1990). Isso ocorre pelo fato de que o colmo, em relação às lâminas, apresenta maior proporção de tecidos passíveis de lignificação e espessamento da parede celular, comprometendo a qualidade da massa obtida.

De acordo com o sistema Corneel Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) sugerido por Sniffen et al. (1992), a proteína oriunda da forragem pode ser dividida em cinco frações distintas (A, B1, B2, B3, C). A fração A é 100% solúvel no rúmen (NNP), já as frações B1, B2 e B3 possuem, respectivamente, degradação

rápida, intermediária e lenta, enquanto a fração C representa a porção indisponível. Dessa forma, ocorre redução da disponibilidade da proteína devido ao aumento na proporção da fração C. Em estudos conduzidos por Velásquez et al. (2010), foi observado no período de abril a junho, em estados fisiológicos mais avançados da planta, redução da digestibilidade do capim-marandu pela elevação da fração B3 e C da proteína. Esses autores também verificaram redução da fração de nutrientes potencialmente digestíveis e da digestibilidade com o avanço da idade fisiológica, além do aumento da proporção de celulose, hemicelulose e lignina.

Outro aspecto a ser considerado é que o sombreamento das partes inferiores resulta em morte de perfilhos, aumentando a participação desses componentes (CV e material morto) na massa acumulada (Figura 2). Além do intenso alongamento do colmo comprometer a relação folha:colmo, a eficiência de utilização e o valor nutritivo da forragem (Silva et al., 1994), afeta também o comportamento ingestivo e o consumo da forragem (Stobbs, 1973). Rego et al. (2006) verificaram que a maior taxa de ingestão das forragens foi determinada pela proporção e massa de folhas verdes em pastos de capim-marandu.

As variáveis morfogênicas de aparecimento e alongamento foliar, vida útil das folhas, processos de perfilhamento e alongamento do colmo ocorrem na pastagem sob pastejo de lotação contínua devido ao pastejo seletivo praticado pelos animais, principalmente quando a pastagem é submetida a uma taxa de lotação abaixo da sua capacidade de suporte, caracterizado também por altas perdas por senescência. Nesse contexto, os animais exercem um pastejo seletivo por partes da planta de acordo com sua oferta, acessibilidade, aceitabilidade e valor nutricional, favorecendo o acúmulo de frações de menor aceitação (Carvalho Filho et al., 1984) e a formação de um mosaico no dossel. Assim, ao aplicar o método de pastejo sob lotação contínua, é relevante a adoção da pressão ótima de pastejo com o objetivo de prevenir o sub ou super-pastejo (Mott, 1960).

Dessa forma, o efeito do período observado no GMD dos animais se dá, principalmente, pelas variações das características estruturais do dossel. À medida que houve aumento da participação de colmo verde e material morto, foi observado uma redução gradativa do GMD e da DIVMS ao longo dos três primeiros períodos experimentais, com um aumento significativo no nível de lignina no terceiro período.

Mesmo não sendo o objetivo do presente estudo, fica evidente a importância do manejo da pastagem sobre a eficiência de utilização e desempenho dos animais.

Entretanto, no quarto e último período experimental, foi observado um aumento no GMD dos animais em relação ao terceiro período de avaliação. Em revisão, Sollenberger and Vanzant (2011) concluíram que existe interação de massa e valor nutritivo da forragem com ganho de peso diário. Estes autores indicaram que, apesar da MF determinar a proporção do ganho potencial que é atingido, o valor nutritivo determina o limite superior do ganho de peso, a inclinação do declínio em ganho de peso com aumento da intensidade de pastejo e o nível de MF em que o declínio se inicia. Ao formular uma curva de regressão entre MF e GMD com forragens de baixa e alta digestibilidade, Guerrero et al. (1984) determinou que a digestibilidade condiciona o limite superior no ganho de peso e determina a que nível de MF o ganho se torna constante.

Embora o último período tenha evidenciado o acúmulo de material morto e apresentado proporção inferior de folhas verdes (Figura 2), ao comparar com o GMD observado no terceiro período (0,670 kg/dia), foi observado valores mais elevados (0,783 kg/dia) no quarto período de avaliação. Isso pode ser explicado pelo aumento significativo nos teores de PB e DIVMS registrados (Tabela 3). Esse aumento pode ser atribuído à brotação de novos perfilhos, perceptível ao longo desse período. Durante o período compreendido entre 08/02/2022 (D14) e 12/03/2022 (D46), ocorreu um episódio de estiagem, tendo impacto no crescimento e desenvolvimento da vegetação. A partir do dia 13/03/2022 (D47), as chuvas retornaram, totalizando 247 mm distribuídos em 12 dias até o encerramento do terceiro período. Tal ocorrência impulsionou o surgimento de folhas jovens e, conseqüentemente, o incremento observado nos teores de PB e DIVMS.

Vale ressaltar que as amostras foram colhidas através de pastejo simulado no início de cada período de avaliação, ou seja, representa a fração da planta consumida pelos animais por meio da observação do pastejo seletivo praticado no momento da coleta. Os animais selecionam folhas e tecidos vivos e discriminam tecidos mortos resultando no valor nutritivo da forragem consumida pelo pastejo maior do que da MF (Fisher et al., 1991).

O consumo e a digestibilidade são dois aspectos essenciais que estão relacionados com a qualidade da forragem. Os animais possuem a capacidade de amenizar as adversidades quanto às características estruturais do dossel através da regulação do comportamento ingestivo. Segundo Carvalho et al. (2005), menores massas de bocado são compensadas por elevação da taxa de bocado e prolongamento do tempo de pastejo. Entretanto, de acordo com esses autores, essa habilidade é limitada devido a demanda de tempo para ócio e ruminação.

A quantidade de MS ingerida pelo animal, constitui-se no principal fator que influencia a produção de ruminantes a pasto, pois qualquer redução no consumo voluntário tem efeito negativo significativo sobre a eficiência de produção (Minson, 1990). Dessa forma, a elevada proporção de colmo e material morto refletem uma estrutura prejudicial ao pastejo, e que, não pode ser compensada pela alteração do comportamento, uma vez que, foi registrado no primeiro período valores de 51,70% proporção de folhas verdes e 75,8 e 785 g/kg de MS para as variáveis de PB e DIVMS respectivamente, apresentando o GMD de 1,385 kg/dia, enquanto no quarto período foi observado ganho de 0,784 kg/dia e 17,82%FV, 135,7 e 779 g/kg de MS de PB e DIVMS, respectivamente.

Além do efeito de período, também foi observado tendência ($P = 0,06$) para o efeito do uso de aditivo sobre o GMD dos animais (Figura 4). O uso da lasalocida (Taurotec®) promoveu aumento de 44g/dia/animal durante todo o período de avaliação independente do tipo de suplementação. Esses resultados são consistentes com a meta-análise realizada por Golder e Lean (2016), que, avaliando 31 estudos, constataram aumento de 40g/dia/animal com o uso de lasalocida como aditivo alimentar para bovinos.

Ao final do período de 112 dias de avaliação, foi registrada incremento de 4,03 kg no GPV dos animais tratados com o suplemento proteico em comparação ao suplemento adensado, enquanto a suplementação de lasalocida foi responsável por um aumento de 4,89 kg em relação aos suplementos sem aditivo. Ao decompor o efeito do ganho, sugere-se que 50,28% do incremento no ganho observado no tratamento ProL em relação ao AdC pode ser atribuído ao efeito do aditivo, 40,43% ao tipo de suplementação e 9,29% a possíveis interações entre os fatores. Assim,

pode-se inferir que o uso do aditivo foi mais eficiente em contribuir para o aumento do ganho de peso que a inclusão de proteína na dieta.

Diversos ionóforos estão disponíveis e frequentemente são atribuídos a um mecanismo de ação semelhante no rúmen (Bretschneider et al., 2008; Duffield et al., 2012; Tedeschi et al., 2003; Nagaraja, 1995; Golder e Lean; 2016). Esses estudos observaram que os efeitos no desempenho animal podem ser atribuídos, parcialmente, às mudanças nas rotas de fermentação, que constantemente aumentaram a proporção ruminal de propionato e reduziram as proporções de acetato e butirato em dietas a base de forragem e grãos. Isso ocorre através da seleção de microrganismos locais (Bergen e Bates, 1984), inibindo preferencialmente bactérias Gram-positivas, como espécies celulolíticas, proteolíticas e produtoras de lactato (Dinius et al., 1976; Richardson et al., 1976; Dennis et al., 1981), devido a sua capacidade de modificar o transporte de cátions das membranas celulares.

As proporções de AGCC ruminais são influenciadas pela dieta. Wolin et al. (1997) demonstraram que em dieta à base de forragem, as proporções ruminais de acetato, propionato e butirato são, geralmente, 70:20:10, com relação acetato:propionato de 3:1. Embora todos AGCC sejam utilizados eficientemente, o propionato representa cerca de 27 a 54% da glicose sintetizada pelo fígado (NASEM, 2016), e atua como sumidouro de hidrogênio, enquanto o acetato e o butirato são fonte de hidrogênio, sendo esse o principal substrato para a produção de metano (Wolin, 1960) e representa perda de energia para o animal (Johnson e Johnson, 1995). Com isso, estudos demonstram consistentemente que o uso de aditivos ionóforos promove o aumento da eficiência alimentar e do desempenho de ruminantes através de mudanças na fermentação ruminal (Duffield et al., 2012; Marques e Cooke, 2021).

No experimento de metabolismo, não foi observado efeito do uso de aditivo ($P > 0,10$) para as proporções ruminais de acetato, propionato e butirato com a dose média de fornecimento de lasalocida de 106 mg/dia por 21 dias. Em meta-análise realizada por Golder e Lean (2016), onde revisaram os impactos do uso da lasalocida sobre o desempenho e medidas ruminais de bovinos, foi constatado que a proporção de propionato ruminal aumentou 4,6% e o acetato diminuiu 3,2% quando >200 mg/dia de lasalocida foi ofertado. Esses autores também observaram que o efeito linear da dose de suplementação de lasalocida influenciou a heterogeneidade da proporção

molar de propionato e acetato, em que, com o aumento da dose de lasalocida foi verificado aumento na proporção de propionato e redução de acetato. Esses dados corroboram com estudo de Ellis et al. (2012) que observaram que a mudança no perfil de AGCC pode ser dependente da dose com o uso da monensina.

Em estudo realizado por Andersen e Horn (1987) com o objetivo de determinar os efeitos da lasalocida no ganho de peso, consumo e fermentação ruminal em pastagens de inverno utilizando as doses de 0, 100 ou 200 mg/dia, concluíram que 200 mg/dia foram eficazes no aumento do ganho de peso, entretanto não foram observadas tendências ou padrões claros nos efeitos do aditivo nas proporções ruminais de AGCC. Em contraste, Nocerini et al. (1985), avaliando as doses de 0, 200, 400 ou 600 mg/dia de lasalocida por um período de 12 dias observou que a lasalocida foi consistente em diminuir as concentrações de acetato e butirato e aumentar a concentração de propionato, contudo, foram observados efeitos lineares para a relação entre a dose de lasalocida e as proporções de AGCC, em que, à medida que a dose de lasalocida aumentou, as concentrações desses AGCC mudaram de forma previsível e consistente.

As diferenças encontradas nos padrões de fermentação com o uso da lasalocida em doses semelhantes, pode ser devido a sua seletividade para íons específicos. Segundo Russel e Strobel (1989), a eficácia dos ionóforos pode depender da composição da dieta, afetando a concentração e proporção de cátions no fluido ruminal, e a magnitude dos gradientes iônicos determina a direção do movimento de metais e prótons através da membrana celular.

Devido às diferenças no PC entre os animais do experimento de metabolismo e desempenho, a ingestão de lasalocida foi diferente nos estudos, uma vez que, o consumo do suplemento foi previamente fixado com base no PC e sua composição foi semelhante para ambos os experimentos. Assim, para os tratamentos com o aditivo, a dose de lasalocida foi determinada pela ingestão de suplemento, os quais continham em sua composição 0,66 e 0,33% de lasalocida sódica 15% (Taurotec®) no suplemento adensado e proteico respectivamente.

O consumo médio de suplemento para os tratamentos adensado e proteico foi de 0,200 e 0,399 kg/dia respectivamente no experimento de desempenho, e 0,107 e 0,212 kg/dia no experimento de metabolismo. Com base na composição dos

suplementos, a dose de lasalocida administrada foi em média de 198 e 106 mg/dia no experimento de desempenho e metabolismo respectivamente. Dessa forma, pode-se sugerir que a dose utilizada no estudo pode não ter sido suficiente para gerar resultados significativos nas medidas ruminais.

Os resultados de desempenho com o uso da lasalocida nos estudos de Golder e Lean (2016) sugerem que os maiores incrementos no GMD ocorrem em bovinos com PCi maior que 275 kg, uma vez que os benefícios observados no desempenho são limitados ao suplementar animais mais leves. Com isso, pode-se sugerir que os efeitos na fermentação ruminal também podem ser limitados em animais com peso inferior a 275 kg. Esses resultados corroboram com efeito observado no GPV ($P = 0,05$) e tendência no GMD ($P = 0,06$) dos animais de desempenho em função do uso do aditivo, embora não tenham sido observados efeitos significativos nas medidas ruminais.

Diferentemente do que foi observado para as proporções de AGCC, Golder e Lean (2016), constataram que a lasalocida aumentou a concentração de AGCC total em 6,46 mM em relação aos tratamentos controles, independentemente da dose fornecida. Segundo esses autores, o aumento na concentração de AGCC total em bovinos suplementados com lasalocida provavelmente reflete das mudanças nas populações bacterianas e pode ser benéfico para o animal hospedeiro. No presente estudo, apesar do efeito do aditivo não ter sido significativo ($P = 0,12$), o uso da lasalocida em suplementos de baixo consumo aumentou a concentração de AGCC total em 4,38 mM em relação aos suplementos controle.

Para os ruminantes, a fermentação ruminal de carboidratos é responsável por 60 a 75% da energia digestível, resultando em AGCC, metano, dióxido de carbono, amônia e células microbianas (Sutton, 1979; Wolin et al., 1997). Segundo Van Soest (1994), os AGCC produzidos apresentam capacidade de suprir cerca de 85% da exigência energética do ruminante. Em dietas de baixa densidade energética, como aquelas à base de forragem, o uso de ionóforos tem mostrado resultados consistentes em aumentar a energia digestível pelo melhor aproveitamento da energia sem alterar o CMS, resultando em melhor conversão alimentar e, conseqüentemente, maior ganho de peso (Nagaraja et al., 1981; Dennis et al., 1986; Bretschneider et al., 2008; Polizel et al., 2020; Golder e Lean, 2016).

A tendência da lasalocida em aumentar o AGCC total, pode-se sugerir maior aporte energético disponível a partir de um mesmo substrato para o animal, o que suporta, parcialmente, o incremento no GMD observado na avaliação de desempenho (Tabela 5). Esses achados corroboram com diversos estudos quem vêm relatando consistentemente que a suplementação com aditivos ionóforos aumentou o GMD através do aumento da eficiência alimentar de bovinos em pastejo sem afetar o CMS (Bretschneider et al., 2008; Golder e Lean, 2016; Marques e Cooke, 2021; Limede et al., 2021; Soares et al., 2021).

Embora tenha se observado efeito significativo para a interação entre o efeito do tipo de suplementação e uso de aditivo ($P = 0,03$) na avaliação do pH ruminal, a amplitude de variação foi reduzida, com o ponto mínimo registrado em 6,36. Segundo Hoover (1986), valores abaixo de 6,2 podem causar efeitos deletérios sobre a degradação fibrosa. Dessa forma, pode se inferir que as diferenças observadas não foram prejudiciais ao ambiente e saúde ruminal dos animais.

Outro fator frequentemente atribuído a suplementação com aditivos ionóforos é o efeito poupador de proteína, o que significa na redução da degradação proteica e desaminação de aminoácidos, indicando a melhor utilização dos compostos nitrogenados da dieta (Bergen e Bates, 1984). Para os ruminantes, a degradação de proteínas e aminoácidos no rúmen, frequentemente resultam em produção excessiva de amônia, excedendo a capacidade de utilização bacteriana, resultando em perda de nitrogênio dietético (Yang e Russel, 1993). Nesse contexto, uma parcela das melhorias observadas na eficiência e desempenho obtidos com o uso de aditivo pode ser atribuída à redução do acúmulo de amônia e nitrogênio microbiano (Chalupa et al., 1980) e ao aumento do influxo de proteína proveniente da dieta para o intestino delgado (Muntifering et al., 1981)

Em contraste com os resultados observados com o uso da monensina (Russel et al., 1998; Yang e Russel, 1993) e narasina (Polizel et al., 2020; Soares et al., 2021), em que o uso desses aditivos reduziu a concentração de amônia, Golder e Lean (2016) relataram que a administração de lasalocida aumentou a concentração ruminal de amônia em 1,44 mM em relação aos tratamentos controle. No presente estudo não foi constatado diferença significativa para a concentração de $N-NH_3$ em função do uso de lasalocida ($P = 0,20$), com uma média de 9,62 mg/dL, e se encontram acima da

concentração proposta por Detmann et al., (2009) de 8 mg/dL para otimização da degradação da fibra, atendendo a demanda de nitrogênio dos microrganismos fibrolíticos.

Vale ressaltar que a fase da recria frequentemente é negligenciada pelos produtores, uma vez que é considerada uma fase improdutiva em um sistema de produção de ciclo completo e não gera retorno financeiro imediato. Durante o verão, diferentemente do que é observado no período seco em que a suplementação é uma prática comum devido a produção de forragem desfavorável, a maior disponibilidade e qualidade da forragem proporciona ganhos aparentemente adequados para os animais (Reis et al., 2009). No entanto, diversos estudos associaram a baixa produtividade durante essa fase ao baixo nível tecnológico empregado (Berchielli e Carvalho, 2011; Resende e Siqueira, 2011).

A suplementação mineral a pasto pode ser encarada como o nível mais baixo de tecnificação em sistemas de produção extensivos. Um dos desafios frequentemente relatado com o uso dessa tecnologia é a grande variação e irregularidade de consumo dos animais. Pesquisas demonstraram que os ruminantes não manifestam apetite por minerais com exceção ao NaCl (cloreto de sódio) (Underwood e Suttle, 1999). Contudo, em circunstâncias onde deseja-se limitar o consumo de alimentos palatáveis, o NaCl é utilizado para limitar a ingestão voluntária e corresponde a cerca de 100 g NaCl/100 kg de PC (Rich e Gill, 1976).

Outro tipo de suplementação bastante utilizado é o sal mineral proteinado. Esse apresenta em sua composição adição de NNP a mistura mineral. Nesse nível de suplementação também frequentemente é observado irregularidade no consumo dos animais devido as altas concentrações de ureia que normalmente são encontradas. A ureia é um dos principais reguladores devido a sua elevada taxa de degradação no rúmen e o excesso de amônia produzida é absorvido pelo epitélio ruminal (Detmann et al., 2007) que, através de reflexos negativos, faz com que o animal restrinja ou altere o padrão de consumo do suplemento (Kertz et al., 1982).

O consumo diário de todos os suplementos foi constante durante todo período experimental, podendo ser este um indicativo de que os animais apresentavam avidez pelos mesmos, uma vez que o consumiram em sua totalidade (Tabela 4). Diante dos problemas relatados, o uso de suplementos de baixo consumo durante o período das

águas parece ser uma tecnologia promissora para aumentar a produtividade em sistemas extensivos e reduzir custos com a alimentação uma vez que há baixo nível de inclusão na dieta. Segundo Malafaia et al. (2009), o suplemento de baixo consumo é caracterizado pela associação de suplemento proteico e/ou energético contendo um regulador do consumo voluntário em maior quantidade em relação aos demais suplementos.

Além disso, o uso de suplemento de baixo consumo contribui para o fornecimento de proteína verdadeira que possui papel essencial em suprir a deficiência de aminoácidos limitantes (Poppi e McLenna, 2007). A adição do farelo de algodão, devido à sua alta palatabilidade, promove a fidelização do animal e regularização do consumo, viabilizando a veiculação de aditivos promotores de crescimento. Da mesma forma, Dixon et al. (2003) observaram que a inclusão de farelo de algodão ao suplemento mineral foi suficiente para elevar o consumo voluntário de substância pouco palatáveis como minerais e NNP por bovinos em pastejo.

Diversos trabalhos de pesquisa podem ser encontrados na literatura em condições ambientais semelhantes ao presente estudo com o objetivo de comparar o desempenho de bovinos em pastejo suplementados com sal mineral e suplementos proteicos e/ou energéticos. No caso de forragens que apresentam a relação NDT:PB equilibrada e alta disponibilidade de massa, onde o consumo voluntário é maximizado, a resposta no desempenho (0,872 a 1,130 kg/dia) de animais em pastejo durante o período chuvoso é satisfatória (Cabral et al., 2011; Barbero et al., 2015), visto que, nesse cenário, a suplementação com fontes proteicas e/ou energéticas pode apresentar efeito reduzido e inviabilizar sua utilização.

Entretanto, no Brasil, em condições de criação extensiva, tais ganhos não são frequentemente observados. Em um compilado de trabalhos de pesquisa em condições semelhantes ao estudo, ao fornecer apenas a suplementação mineral foi observado um GMD de 0,618 kg/dia (Sampaio et al., 2017; Roth et al., 2017; Barbosa et al., 2007; Moretti et al., 2013; Oliveira e Millen, 2014). Euclides et al. (2000), avaliando pastagens de braquiária sob sistema de pastejo contínuo com e sem adubação, observou ganhos de 0,400 a 0,570 kg/dia respectivamente. Todos esses

estudos demonstraram efeito positivo da suplementação proteica e/ou energética durante o período das águas.

Durante o período das águas, as forrageiras tropicais, quando bem manejadas, apresentam valores acima de 7% recomendado por Minson (1990) para que não haja limitação da atividade dos microrganismos ruminais. No entanto, esse nutriente não pode ser considerado estável e frequentemente possibilita ganhos inferiores ao potencial genético do animal (Resende et al., 2008; Sampaio, 2011; Moretti et al., 2013; Koscheck, 2013). Ao analisar o fracionamento proteico, alguns trabalhos relatam alto teor de NNP (Velásquez et al., 2010; Oliveira e Millen, 2014; Costa, 2016), enquanto outras constatarem alta proporção da PB na fração B3 e C (Oliveira et al., 2015) que ocorre principalmente com a maturidade fisiológica da planta (Velásquez et al., 2010). Dessa forma, observa-se a necessidade da suplementação aliada ao emprego de manejo de pastagem com os nutrientes limitantes para que se alcance a meta produtiva esperada em um sistema de produção economicamente eficiente por favorecer a redução da idade ao abate (Ramalho, 2006).

Segundo Paulino et al. (2001), existe um ganho latente na produção de bovinos em pastagens que deve ser explorado e representa uma possível fonte de energia de baixo custo. Para Detmann et al. (2009), esse conceito constitui-se na diferença entre as estimativas de ED observada nas concentrações de N-NH_3 inferiores a 8 mg/dL. Ainda segundo esses autores, as diferenças entre as concentrações de N-NH_3 para otimizar a degradação da FDN (8 mg/dL) e a ingestão (15 mg/dL) representa as diferenças nas necessidades de compostos nitrogenados entre os microrganismos e o animal.

Essa diferença pode indicar um mecanismo compensatório para equilibrar a relação EM:PM, em que, com o aumento na taxa de passagem devido ao aumento no consumo, é observado maior velocidade da atividade enzimática quando a concentração de N-NH_3 supera o valor ótimo para a degradação da fibra (Detmann et al., 2009). Dessa forma, o estímulo na ingestão de FDN até níveis próximos a 15 mg/dL implica em maior oferta de PM proveniente de proteína microbiana e melhor adequação do metabolismo animal, além de promover maior remoção de resíduos indegradáveis e a renovação de fibras no rúmen (Detmann et al., 2009). Esses

achados apoiam a maior eficiência observada em bovinos pastejando quando suplementados com compostos nitrogenados (Paulino et al., 2006)

No experimento de desempenho foi observado valores de PB do pastejo simulado entre 7,5 e 13,6%. Koscheck (2013), observou que os efeitos da suplementação nas águas no desempenho de bovinos estão relacionados ao teor de PB da forragem disponível. Em revisão feita pelo estudo os autores notaram que em pastagens com teor de proteína variando de 7 a 12%, a suplementação proteica foi mais eficiente em comparação a energética. Nesse contexto, esses autores demonstram que quando a PB foi limitante, a suplementação proteico-energética nas águas apresentou efeito nulo ou reduzido em relação ao suplemento proteico, representando apenas maior desembolso.

Além disso, mesmo o capim-marandu apresentando teores elevados de PB no verão, Costa (2016) observou excesso relativo de energia em relação à proteína, levando a um desequilíbrio desses nutrientes em relação à exigência do animal. Dessa forma, pode-se inferir que a proteína se torna o primeiro fator limitante e deve ser inicialmente suplementada mesmo no período das águas. Nessas condições, a suplementação energética pode apenas agravar a deficiência de PB e favorecer a redução do consumo e digestibilidade do pasto (Malafaia et al., 2003) devido ao incremento calórico pelo excesso de metabólitos energéticos associados à alta digestibilidade do suplemento (Poppi e McLennan, 1995; Detmann et al., 2005).

Com base nas informações encontradas na literatura, considerando a primeira fase do planejamento nutricional proposto por Detmann et al. (2010), identificar as limitações nutricionais da dieta, visando maximizar o consumo de forragem é fundamental para reduzir os custos do sistema de produção. Assim, a suplementação deve adequar a relação NDT:PB para maximizar a síntese de proteína microbiana. Após a identificação das limitações, a segunda fase consiste em atender as exigências dos animais para alcançar a meta produtiva estabelecida.

Resende et al. (2018) definiu o conceito do Boi 777 que tem como meta produtiva reduzir a idade ao abate e aumentar o peso da carcaça que permita abater o bovino com 21 @ em no máximo 24 meses. Para atingir tal meta é necessário que o animal, durante a fase de recria no período das águas, apresente GMD em torno de 1 kg/dia.

Os ganhos observados no experimento com a suplementação adensada ou proteica foram estatisticamente semelhantes ($P = 0,12$). A média observada durante todo o experimento para a suplementação adensada com o fornecimento de 0,5 g/kg de PC foi de 0,929 kg/dia, enquanto o suplemento proteico com o fornecimento de 1 g/kg de PC foi de 0,965 kg/dia, ambos com 30% de PB na sua composição. Assim, tanto o suplemento adensado quanto proteico apresentaram resultados satisfatórios. Entretanto, devido a diferença na inclusão da dieta, a tecnologia de suplementação adensada demonstrou ser mais atrativa economicamente dentro das condições avaliadas.

Contudo, a amplitude do ganho adicional em resposta a suplementação é influenciada pelas mudanças na composição química e estrutura do dossel forrageiro como já anteriormente discutido. Durante o primeiro período de avaliação (D0 a D28), o qual foi registrado alta oferta de folhas verdes e elevada DIVMS, o aumento no aporte de proteína dietética via suplemento proteico não refletiu em ganhos adicionais ($P = 0,35$). Durante o segundo período de avaliação, em que a ingestão de nutrientes foi mais prejudicada devido ao período de veranico que foi observado entre 08/02/2022 (D14) e 12/03/2022 (D46), com a redução no teor de PB associada ao acúmulo de material morto e alongamento do colmo, foi possível observar uma maior amplitude no GMD em relação ao tipo de suplementação. Nesse período, o suplemento proteico (1,00 kg/dia) foi superior ($P = 0,02$) em relação ao adensado (0,897 kg/dia) e indica que o maior fornecimento de PB, nessas condições, foi mais eficiente em adequar a relação NDT:PB da dieta basal.

Nos períodos subsequentes, não foram observadas diferenças no GMD entre os níveis de suplementação ($P > 0,05$) e indica que a proteína pode não ter sido o fator limitante e o menor GMD observado no terceiro e quarto período em relação ao primeiro pode ser explicado pela redução no CMS devido à fatores ambientais e não nutricionais, como a dificuldade de apreensão do alimento pelo animal atribuído as mudanças na estrutura e disponibilidade dos componentes do dossel forrageiro. Segundo Jasmieson e Hodgson (1979), a taxa de consumo por animais pastejando é comumente limitada pela baixa densidade vertical que limita o peso de bocado ideal. Assim, os níveis de suplemento devem ser ajustados para alcançar as metas de desempenho.

8. CONCLUSÕES

O uso da Lasalocida sódica 15% (Taurotec®) em suplementos de baixo consumo, durante o período das águas em animais em sistema de pastejo na fase da recria, promoveu incremento de 44 g/dia no ganho de peso e indica o melhor aproveitamento da energia consumida.

No entanto, a suplementação na dose de 106 mg/dia de Taurotec® não afetou consistentemente as proporções de AGCC. A concentração de AGCC total não foi diferente entre os tratamentos, contudo, foi observado aumento de 4,38 mM com o uso da lasalocida.

Em condições de alta oferta de forragem associado ao melhor valor nutritivo, normalmente observado em pastagens tropicais durante a época das águas, a inclusão de lasalocida no suplemento adensado com o nível de inclusão de 0,05% PC proporcionou ganhos semelhantes ao suplemento proteico convencional com o nível de inclusão de 0,1% PC, e demonstra ser uma tecnologia promissora para reduzir custos com a alimentação e aumentar a produtividade da atividade pecuária.

9. REFERÊNCIAS

- ABIEC (2023) – Associação Brasileira de Indústrias Exportadoras de Carne. Beef Report 2023. **Perfil da Pecuária no Brasil**. Disponível em: <<<https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2023>>>. Acesso em 31 de julho de 2023.
- Alves Neto, J. A. (2014). **Determinação da melhor dose de virginiamicina em suplementos para bovinos Nelore em pastejo**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Unesp Jaboticabal
- Andersen, M. A., & Horn, G. W. (1987). Effect of lasalocid on weight gains, ruminal fermentation and forage intake of stocker cattle grazing winter wheat pasture. **Journal of animal science**, 65(4), 865-871.
- Andrade, F. M. E. D. (2003). **Produção de forragem e valor alimentício do capim-marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte**. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo.
- AOAC, **Official Methods of Analysis of AOAC** (1995). International 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- Appuhamy, J. R. N., Strathe, A. B., Jayasundara, S., Wagner-Riddle, C., Dijkstra, J., France, J., & Kebreab, E. (2013). Anti-methanogenic effects of monensin in dairy and beef cattle: A meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, 96(8), 5161-5173.
- Arcuri, P. B., Lopes, F. C. F., & Carneiro, J. D. C. (2006). Microbiologia do rúmen. BERCHIELLI, TT; PIRES, AV; OLIVEIRA, SG de. **Nutrição dos ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 111-140.
- Argyle, J. L., & Baldwin, R. L. (1989). Effects of amino acids and peptides on rumen microbial growth yields. **Journal of Dairy Science**, 72(8), 2017-2027.
- Azzaz, H. H., Murad, H. A., & Morsy, T. A. (2015). Utility of ionophores for ruminant animals: a review. **Asian Journal of Animal Sciences**, 9(6), 254-265.
- Bagley, C. P., Feazel, J. I., Morrison, D. G., & Lucas, D. M. (1988). Effects of salinomycin on ruminal characteristics and performance of grazing beef steers. **Journal of Animal Science**, 66(3), 792-797.
- Baker, S. K. (1999). Rumen methanogens, and inhibition of methanogenesis. **Australian Journal of Agricultural Research**, 50(8), 1293-1298.
- Barbero, R. P., et al. (2015). Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, 209, 110-118.

Barbero, R. P., et al. (2017). Influence of post-weaning management system during the finishing phase on grasslands or feedlot on aiming to improvement of the beef cattle production. **Agricultural Systems**, 153, 23-31.

Barbosa, F. A., Graça, D. S., Maffei, W. E., Silva Júnior, F. V., & Souza, G. M. (2007). Desempenho e consumo de matéria seca de bovinos sob suplementação protéico-energética, durante a época de transição água-seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 59, 160-167.

Barreras, A., et al. (2013). Influence of ionophore supplementation on growth performance, dietary energetics and carcass characteristics in finishing cattle during period of heat stress. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, 26(11), 1553.

Beck, P., et al. (2016). Effect of supplementation of developing replacement heifers with monensin or bambarmycins on gain and pregnancy rates. **The Professional Animal Scientist**, 32(5), 619-626.

Bell, N. L., Anderson, R. C., Callaway, T. R., Franco, M. O., Sawyer, J. E., & Wickersham, T. A. (2017). Effect of monensin inclusion on intake, digestion, and ruminal fermentation parameters by *Bos taurus indicus* and *Bos taurus taurus* steers consuming bermudagrass hay. **Journal of animal science**, 95(6), 2736-2746.

Berchielli, T. T., Carvalho, P. C. (2011). Manejo alimentar na recria em pasto. Manejo Alimentar de Bovinos: **9º Simpósio sobre Nutrição de Bovinos**. Piracicaba, 315-340.

Bergen, W. G., & Bates, D. B. (1984). Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of animal science**, 58(6), 1465-1483.

Berger, J., Rachlin, A. I., Scott, W. E., Sternbach, L. H., & Goldberg, M. W. (1951). The isolation of three new crystalline antibiotics from streptomycetes. **Journal of the American Chemical Society**, 73(11), 5295-5298.

Berndt, A. (2010). Impacto da pecuária de corte brasileira sobre os gases do efeito estufa. **Anais do Simpósio Internacional da Bovinocultura de Corte**, Viçosa, Brasil, v. 3.

Booth, I. R. (1985). Regulation of cytoplasmic pH in bacteria. **Microbiological reviews**, 49(4), 359-378.

Brazle, F. K., & Laudert, S. B. (1998). Effects of feeding Rumensin® in a mineral mixture on steers grazing native grass pastures. Kansas **Agricultural Experiment Station Research Reports**, (1), 123-125.

BR-CORTE (2016) **Cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados**. 3ed. Viçosa: UFV/DZO.142p.

Bretschneider, G., Elizalde, J. C., & Pérez, F. A. (2008). The effect of feeding antibiotic growth promoters on the performance of beef cattle consuming forage-based diets: A review. **Livestock Science**, 114(2-3), 135-149.

Cabral, C. H. A., Bauer, M. O., Carvalho, R. C., Cabral, C. E. A., & Cabral, W. B. (2011). Desempenho e viabilidade econômica de novilhos suplementados nas águas mantidos em pastagem de capim-marandu. **Revista Caatinga**, 24(3), 173-181.

Carnevali, R. A., Da Silva, S. C., Bueno, A. D. O., Uebele, M. C., Bueno, F. O., Hodgson, J., ... & Moraes, J. P. G. (2006). Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical grasslands**, 40(3), 165.

Carvalho Filho, O. M., Corsi, M., & Camarão, A. P. (1984). Composição botânica da forragem disponível, selecionada por novilhos fistulados no esôfago em pastagem de colônia-soja perene. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 19(4), 511-518.

Carvalho, P. D. F., Genro, T. C., Gonçalves, E. N., & Baumont, R. (2005). A estrutura do pasto como conceito de manejo: reflexos sobre o consumo e a produtividade. In: **Volumosos na produção de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 316p.

Chalupa, W., Corbett, W., & Brethour, J. R. (1980). Effects of monensin and ampicillin on rumen fermentation. **Journal of Animal Science**, 51(1), 170-179.

Chen, M., & Wolin, M. J. (1979). Effect of monensin and lasalocid-sodium on the growth of methanogenic and rumen saccharolytic bacteria. **Applied and Environmental Microbiology**, 38(1), 72-77.

Cheng, K. J., & Costerton, J. W. (1977). Ultrastructure of *Butyrivibrio fibrisolvens*: a gram-positive bacterium. **Journal of bacteriology**, 129(3), 1506-1512.

Chow, J. M., Van Kessel, J. A. S., & Russell, J. B. (1994). Binding of radiolabeled monensin and lasalocid to ruminal microorganisms and feed. **Journal of animal science**, 72(6), 1630-1635.

Church, D. C. (1993). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Waveland press. 563p.

Cockwill, C. L., McAllister, T. A., Olson, M. E., Milligan, D. N., Ralston, B. J., Huisma, C., & Hand, R. K. (2000). Individual intake of mineral and molasses supplements by cows, heifers and calves. **Canadian Journal of Animal Science**, 80(4), 681-690.

Correia, P. S. (2006). **Estratégias de suplementação de bovinos de corte em pastagens durante o período das águas**. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo.

Costa, L. K. P., Santos, M. E. R., Silva, T. G. P., Carvalho, B. H. R., Pessoa, D. D., Galzerano, L., & Silva, N. A. M. (2016). Reduction of sward height in the fall/winter as strategy to optimize tillering in *Urochloa brizantha* syn. *Brachiaria brizantha*. **Archivos de zootecnia**, 65(252), 499-506.

De Vries, M. W. (1995). Estimating forage intake and quality in grazing cattle: a reconsideration of the hand-plucking method. **Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives**, 48(4), 370-375.

DelCurto, T., Weber, D. W., & Craig, A. M. (1989). Administration of lasalocid in a self-fed mineral carrier of hand-fed three times weekly to stocker cattle on pasture. **Nutrition reports international**, 39(4), 773-780.

Dennis, S. M., Nagaraja, T. G., & Bartley, E. E. (1981). Effect of lasalocid or monensin on lactate production from in vitro rumen fermentation of various carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, 64(12), 2350-2356.

Dennis, S. M., Nagaraja, T. G., & Dayton, A. D. (1986). Effect of lasalocid, monensin and thiopeptin on rumen protozoa. **Research in veterinary science**, 41(2), 251-256.

Detmann, E. (2012). Souza MA de, Valadares Filho SC, Queiroz AC de, Berchielli TT, Saliba EOS, Cabral LS, Pina DS, Ladeira MM, Azevedo JAG. **Métodos para Análise de Alimentos**. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal.(Suprema, Visconde do Rio Branco).

Detmann, E., et al. (2005). Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca/águas: digestibilidade aparente e parâmetros do metabolismo ruminal e dos compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 34, 1380-1391.

Detmann, E., et al. (2009). Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis–Menten kinetics. **Livestock Science**, 126(1-3), 136-146.

Detmann, E., Paulino, M. F., & VALADARES FILHO, S. D. C. (2010). Otimização do uso de recursos forrageiros basais. **Simpósio de produção de gado de corte**, 7(2010), 191-240.

Detmann, E., Paulino, M. F., Valadares Filho, S. C., & Lana, R. P. (2007). Fatores controladores de consumo em suplementos múltiplos fornecidos ad libitum para bovinos manejados a pasto. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, 55, 73-93.

Detmann, E., Valente, É. E., Batista, E. D., & Huhtanen, P. (2014). An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, 162, 141-153.

Dinius, D. A., Simpson, M. E., & Marsh, P. B. (1976). Effect of monensin fed with forage on digestion and the ruminal ecosystem of steers. **Journal of Animal Science**, 42(1), 229-234.

Dixon, R. M., White, A., Fry, P., & Petherick, J. C. (2003). Effects of supplement type and previous experience on variability in intake of supplements by heifers. **Australian Journal of Agricultural Research**, 54(6), 529-540.

Duffield, T. F., Merrill, J. K., & Bagg, R. N. (2012). Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. **Journal of Animal Science**, 90(12), 4583-4592.

Ellis, J. L., Dijkstra, J., Bannink, A., Kebreab, E., Hook, S. E., Archibeque, S., & France, J. (2012). Quantifying the effect of monensin dose on the rumen volatile fatty acid profile in high-grain-fed beef cattle. **Journal of Animal Science**, 90(8), 2717-2726.

EMBRAPA, Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária (1999) **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília, 412p.

Euclides Filho, K.; Euclides, V.P.B. Desenvolvimento recente da pecuária de corte brasileira e suas perspectivas. In: Pires, A.V. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba, FEALQ, v.1, p.760, 2010.

Euclides, V. P. B. (2001). Produção intensiva de carne bovina em pasto. **Anais. Simpósio de produção de gado de corte**, v.2, p. 55-82.

Euclides, V. P. B., Cardoso, E. G., Macedo, M. C. M., & Oliveira, M. D. (2000). Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29(6), 2200-2208.

Euclides, V.P.B.; Euclides Filho, K.; Arruda, Z.J.; Figueredo, G.R. Desempenho de Novilhos em Pastagens de *Brachiaria decumbens* Submetidos a Diferentes Regimes Alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.246- 254, 1998.

Faulkner, D. B., Klopfenstein, T. J., Trotter, T. N., & Britton, R. A. (1985). Monensin effects on digestibility, ruminal protein escape and microbial protein synthesis on high-fiber diets. **Journal of Animal Science**, 61(3), 654-660.

FDA. Center for Veterinary Medicine. Freedom of Information Summary. **NADA 096 – 298 supplement Bovatec® (lasalocid)**. Washington DC: Food and Drug Administration, 2001.

Fernandes, H. J., Paulino, M. F., Martins, R. G. R., Valadares Filho, S. D. C., Torres, R. D. A., Paiva, L. M., & Moraes, G. F. B. K. D. (2004). Ganho de peso, conversão alimentar, ingestão diária de nutrientes e digestibilidade de garrotes não-castrados de três grupos genéticos em recria e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 33, 2403-2411.

Fernandes, L. D. O., Reis, R. A., & Paes, J. M. V. (2010). Efeito da suplementação no desempenho de bovinos de corte em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência e Agrotecnologia**, 34, 240-248.

Fisher, D. S., Burns, J. C., Pond, K. R., Mochrie, R. D., & Timothy, D. H. (1991). Effects of grass species on grazing steers: I. Diet composition and ingestive mastication. **Journal of animal science**, 69(3), 1188-1198.

Goering, H.K, Van Soest, P.J. (1970). **Forage fiber analysis (Apparatus, reagentes, procedures and some applications)**. Washington, DC: USDA.

Goes, R. H. D. T., Mancio, A. B., Lana, R. D. P., Alves, D. D., Leão, M. I., & Silva, A. T. S. (2005). Recria de novilhos mestiços em pastagens de *Brachiaria brizantha*, com diferentes níveis de suplementação, na região Amazônica. Desempenho animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 34, 1740-1750.

Golder, H. M.; Lean, I. J. (2016). A meta-analysis of lasalocid effects on rumen measures, beef and dairy performance, and carcass traits in cattle. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 1, p. 306-326.

Gomes Júnior, P., Paulino, M. F., Detmann, E., Valadares Filho, S. D. C., Zervoudakis, J. T., & Lana, R. D. P. (2002). Desempenho de novilhos mestiços na fase de crescimento suplementados durante a época seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 31, 139-147.

Gomes, C. T. (2009). **Aditivos (monensina sódica, levedura e probióticos) para bovinos da raça Nelore terminados com rações com concentrado rico em co-produtos**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo

Gonçalves, A. D. C. (2002). **Características morfogênicas e padrões de desfolhação em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. Dissertação de Mestrado. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

Goodrich, R. D., Garrett, J. E., Gast, D. R., Kirick, M. A., Larson, D. A., & Meiske, J. C. (1984). Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of animal science**, 58(6), 1484-1498.

Guerrero, J. N., Conrad, B. E., Holt, E. C., & Wu, H. (1984). Prediction of Animal Performance on Bermudagrass Pasture from Available Forage 1. **Agronomy Journal**, 76(4), 577-580.

Gutierrez, R. R. V. (1997). **Efeito da monensina sódica misturada ao sal mineral no desempenho produtivo de bovinos da raça Nelore em pastagem de *Brachiaria decumbens***. Tese de Doutorado – Unesp Botucatu.

Hodgson, J. (1990). **Grazing management. Science into practice**. Ed. Longman Group & Technical UK Ltd. 203p.

Hoover, W. H. (1986). Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, 69(10), 2755-2766.

Huntington, G. B. (1997a). Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of animal science**, 75(3), 852-867.

Huntington, G. B. (1997b). Use of ionophores in grazing ruminants. In **American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings** (pp. 104-109).

Hvelplund, T., & Weisbjerg, M. R. (2000). In situ techniques for the estimation of protein degradability and postrumen availability. **Forage evaluation in ruminant nutrition.**, 233-258.

Jamieson, W. S., & Hodgson, J. (1979). The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing management. **Grass and forage Science**, 34(4), 261-271.

Johnson, K. A., & Johnson, D. E. (1995). Methane emissions from cattle. **Journal of animal science**, 73(8), 2483-2492.

Kertz, A. F., Koepke, M. K., Davidson, L. E., Betz, N. L., Norris, J. R., Skoch, L. V., ... & Hopkins, D. T. (1982). Factors influencing intake of high urea-containing rations by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 65(4), 587-604.

Kim, M., Eastridge, M. L., & Yu, Z. (2014). Investigation of ruminal bacterial diversity in dairy cattle fed supplementary monensin alone and in combination with fat, using pyrosequencing analysis. **Canadian journal of microbiology**, 60(2), 65-71.

Koike, S., & Kobayashi, Y. (2009). Fibrolytic rumen bacteria: their ecology and functions. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, 22(1), 131-138.

Koscheck, J. F. W. (2013). **Suplementos múltiplos na terminação de bovinos de corte em pastejo no período das águas**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Mato Grosso.

Lanna, D. P. D. (1997). Fatores condicionantes e predisponentes da puberdade e da idade de abate. **Simpósio sobre pecuária de corte**, 4, 41-78.

Limede, A. C., Marques, R. S., Polizel, D. M., Cappellozza, B. I., Miszura, A. A., Barroso, J. P. R., ... & Pires, A. V. (2021). Effects of supplementation with narasin, salinomycin, or flavomycin on performance and ruminal fermentation characteristics of *Bos indicus* Nellore cattle fed with forage-based diets. **Journal of Animal Science**, 99(4), skab005.

Malafaia, P., Cabral, L. D. S., Vieira, R. A. M., Costa, R. M., & Carvalho, C. D. (2003). Suplementação protéico-energética para bovinos criados em pastagens: Aspectos teóricos e principais resultados publicados no Brasil. **Livestock Research for Rural Development**, 15(12), 1-32.

Marques, R. D. S., & Cooke, R. F. (2021). Effects of ionophores on ruminal function of beef cattle. **Animals**, 11(10), 2871.

McGuffey, R. K., Richardson, L. F., & Wilkinson, J. I. D. (2001). Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, 84, E194-E203.

Medeiros, S. R. D., Almeida, R., & Lanna, D. P. D. (2010). Manejo da recria: eficiência do crescimento da desmama à terminação. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba, FEALQ, v.1, p.760

Medeiros, S. R., & Lanna, D. P. D. (1999). Uso de aditivos na bovinocultura de corte. **Anais**. Goiana: CBNA, 1999. p. 171-190.

Mertens, D. (1994). Regulation of forage intake. **Forage quality, evaluation, and utilization**, p. 450-493.

Millen, D. D., Pacheco, R. D. L., Arrigoni, M. D. B., Galyean, M. L., & Vasconcelos, J. T. (2009). A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of animal science**, 87(10), 3427-3439.

Millen, D. D., Pacheco, R. D. L., Meyer, P. M., Rodrigues, P. H. M., & De Beni Arrigoni, M. (2011). Current outlook and future perspectives of beef production in Brazil. **Animal frontiers**, 1(2), 46-52.

Minson, D.J. (1990). **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 483p.

Monção, F. P. (2017). **Suplementação e uso da virginiamicina como moduladores do desempenho de bovinos nelore na recria e seus efeitos na terminação em confinamento**. Tese de Doutorado – Unesp, Jaboticabal.

Moore, J. E., Brant, M. H., Kunkle, W. E., & Hopkins, D. I. (1999). Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**, 77(suppl_2), 122-135.

Moore, J.E. (1980). Forage Crops. In: HOVELAND, C.S. (ed). Crop Quality, Storage and Utilization. **Crop Science Society of America**. Madison, Wisconsin.

Moretti, M. H. (2015). **Estratégias alimentares para a recria e terminação de tourinhos Nelore**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Unesp Jaboticabal.

Moretti, M. H., et al. (2013). Performance of Nelore young bulls on Marandu grass pasture with protein supplementation. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 42, 438-446.

Morvan, B., Bonnemoy, F., Fonty, G., & Gouet, P. (1996). Quantitative determination of H₂-utilizing acetogenic and sulfate-reducing bacteria and methanogenic archaea from digestive tract of different mammals. **Current microbiology**, 32, 129-133.

Mott, G. O. (1960). Grazing pressure and the measurement of pasture production. **Grazing pressure and the measurement of pasture production.**

Mott, G. O., & Lucas, H. L. (1952). The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In **International grassland congress** (Vol. 6, No. 1952, pp. 1380-1395).

Muntifering, R. B., Theurer, B., & Noon, T. H. (1981). Effects of monensin on site and extent of whole corn digestion and bacterial protein synthesis in beef steers. **Journal of Animal Science**, 53(6), 1565-1573.

Nagaraja, T. G., & Taylor, M. B. (1987). Susceptibility and resistance of ruminal bacteria to antimicrobial feed additives. **Applied and Environmental Microbiology**, 53(7), 1620-1625.

Nagaraja, T. G., Avery, T. B., Bartley, E. E., Galitzer, S. J., & Dayton, A. D. (1981). Prevention of lactic acidosis in cattle by lasalocid or monensin. **Journal of Animal Science**, 53(1), 206-216.

Nagaraja, T. G., Newbold, C. J., Van Nevel, C. J., & Demeyer, D. I. (1997). Manipulation of ruminal fermentation. **The rumen microbial ecosystem**, 523-632.

Nagaraja, T.G (1995). Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding. John Wiley & Sons, Ltd.; Hoboken, NJ, USA. **Ionophores and antibiotics in ruminantes**; pp. 173-204.

NASEM (2016). National Academies of Sciences Engineering and Medicine. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. The National Academies Press; Washington, DC, USA

Nicodemo, M. L. F. (2001). **Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 54p. (Documento / Embrapa de Corte, 106).

Nocerini, M. R., Honeyfield, D. C., Carlson, J. R., & Breeze, R. G. (1985). Reduction of 3-methylindole production and prevention of acute bovine pulmonary edema and emphysema with lasalocid. **Journal of Animal Science**, 60(1), 232-238.

Nogueira, M.P (2018). Por que preciso produzir 21@ em até 24 meses. **Entendendo o conceito Boi 777**, v.777, p.3.

NRC (1996) – **National Research Council** – NRC. Nutrient requeriments of beef cattle. 7.ed. rev. Natioinal Academy Press, Washington, D. C. 242p.

Nuzback, D. E., Nagaraja, T. G. Influence of sodium and potassium concentrations on in vitro lactic acid inhibition and propionic acid enchancement by lasalocid or monesin. **Conference on Rumen Function**, v. 19, p. 30, 1987.

Oliveira, A. P., Casagrande, D. R., Bertipaglia, L. M. A., Barbero, R. P., Berchielli, T. T., Ruggieri, A. C., & Reis, R. A. (2015). Supplementation for beef cattle on Marandu grass pastures with different herbage allowances. *Animal Production Science*, 56(1), 123-129.

Oliveira, C. A., & Millen, D. D. (2014). Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. ***Animal Feed Science and Technology***, 197, 64-75.

Ovchinnikov, Y. A. (1979). Physico-chemical basis of ion transport through biological membranes: ionophores and ion channels. ***European Journal of Biochemistry***, 94(2), 321-336.

Owens, F. N., Dubeski, P., & Hanson, C. F. (1993). Factors that alter the growth and development of ruminants. ***Journal of animal science***, 71(11), 3138-3150.

Owens, F. N., Gill, D. R., Secrist, D. S., & Coleman, S. W. (1995). Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. ***Journal of animal science***, 73(10), 3152-3172.

Painter, G. R., Pollack, R., & Pressman, B. C. (1982). Conformational dynamics of the carboxylic ionophore lasalocid A underlying cation complexation-decomplexation and membrane transport. ***Biochemistry***, 21(22), 5613-5620.

Palmquist, D. L., & Conrad, H. R. (1971). Origin of plasma fatty acids in lactating cows fed high grain or high fat diets. ***Journal of Dairy science***, 54(7), 1025-1033.

Paster, B. J., Russell, J. B., Yang, C. M. J., Chow, J. M., Woese, C. R., & Tanner, R. (1993). Phylogeny of the ammonia-producing ruminal bacteria *Peptostreptococcus anaerobius*, *Clostridium sticklandii*, and *Clostridium aminophilum* sp. nov. ***International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology***, 43(1), 107-110.

Paulino, M. F., Detmann, E., & Valadares Filho, S. C. (2006). Suplementação animal em pasto: energética ou protéica. ***Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem***, v. 3(2006), p. 359-392.

Paulino, M. F., Detmann, E., & Zervoudakis, J. T. (2001). Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastejo. ***Simpósio de produção de gado de corte***, v.2, p.187-231.

Paulino, M. F., Detmann, E., Valente, E. E. L., & Barros, L. D. (2008). Nutrição de bovinos em pastejo. ***Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem***, v. 4(2008), p. 131-169.

Paulino, M. F., et al. (2004). Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. ***Simpósio de produção de gado de corte***, v.4(2004), p. 93-139.

Phillips, M. W., & Gordon, G. L. R. (1992). Fungistatic and fungicidal effects of the ionophores monensin and tetronasin on the rumen fungus *Neocallimastix* sp. LM1. **Letters in applied microbiology**, 15(3), 116-119.

Polizel, D. M., Cappellozza, B. I., Hoe, F., Lopes, C. N., Barroso, J. P., Miszura, A., ... & Pires, A. V. (2020). Effects of narasin supplementation on dry matter intake and rumen fermentation characteristics of *Bos indicus* steers fed a high-forage diet. **Translational Animal Science**, 4(1), 118-128.

Poppi, D. P., & McLenna, S. R. (2007). Otimizando o desempenho de bovinos em pastejo com suplementação protéica e energética. **Requisitos de Qualidade na Bovinocultura de Corte**. FEALQ: Piracicaba p. 163 – 181.

Poppi, D. P., & McLennan, S. R. (1995). Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of animal science**, 73(1), 278-290.

Porto, M. O., Paulino, M. F., Valadares Filho, S. D. C., Sales, M. F. L., Detmann, E., & Cavali, J. (2008). Formas de utilização do milho em suplementos para novilhos na fase de terminação em pastagem no período das águas: desempenho e parâmetros nutricionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37, 2251-2260.

Potter, E. L., Cooley, C. O., Richardson, L. F., Raun, A. P., & Rathmacher, R. P. (1976). Effect monensin on performance of cattle forage. **Journal of Animal Science**, 43(3), 665-669.

Potter, E. L., Muller, R. D., Wray, M. I., Carroll, L. H., & Meyer, R. M. (1986). Effect of monensin on the performance of cattle on pasture or fed harvested forages in confinement. **Journal of animal science**, 62(3), 583-592.

Pressman, B. C. (1976). Biological applications of ionophores. **Annual review of biochemistry**, 45(1), 501-530.

Ramalho, T. R. A. (2006). **Suplementação protéica ou energética para bovinos recriados em pastagens tropicais**. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo).

Rego, F. C. D. A., Damasceno, J. C., Martins, E. N., Cortes, C., Fukumoto, N. M., Reis, R. A., Melo, G. D., Bertipaglia, L. M. A., & Oliveira, A. P. (2005). Otimização da utilização da forragem disponível através da suplementação estratégica. **Volumosos na produção de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 187-238.

Reis, R. A., Ruggieri, A. C., Casagrande, D. R., & Páscoa, A. G. (2009). Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38, 147-159.

Reis, R. A., Ruggieri, A. C., Oliveira, A. A., Azenha, M. V., & Casagrande, D. R. (2012). Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 13, 642-655.

Reis, R. A., Teixeira, I. A. M. A., & Siqueira, G. R. (2006). Impacto da qualidade da forragem na produção animal. **Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**, 43, 580-608.

Reis, R. A.; Siqueira, G. R.; Casagrande, D. R (2010). Suplementação alimentar para bovinos em pastagens. Pires, A. V. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba, FEALQ, v.1, p.760.

Resende, F. D., Sampaio, R. L., Siqueira, G. R., Reis, R., Faria, M., & Ferreira, L. (2008). Estratégias de suplementação na recria e terminação de bovinos de corte. Efeitos do nível de suplementação na recria sobre o desempenho na terminação. **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, v. 45.

Resende, F., & Siqueira, G. R. (2011). Estratégias de suplementação de bovinos de corte recriados em pastagens durante o período das águas. **Pesquisa & Tecnologia**, v.8 (n.2).

Resende, F.D.; Siqueira, G.R.; Oliveira, I.V. (2018). **Entendendo o conceito Boi 777**, v.777, p.3.

Restle, J., Soares, A. B., Ferreira, M. V. B., Brondani, I. L., & Calça, K. G. (1999). Suplementação associada com lasalocida para novilhos em terminação em pastagem cultivada de inverno. **Ciência Rural**, 29, 555-559.

Rich, T. D., Armbruster, S., & Gill, D. R. (1976). G76-324 Limiting Feed Intake With Salt. **Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension**, 274.

Richardson, L. F., Raun, A. P., Potter, E. L., Cooley, C. O., & Rathmacher, R. P. (1976). Effect of monensin on rumen fermentation in vitro and in vivo. **Journal of Animal Science**, 43(3), 657-664.

Robertson, J. B. (1981). The detergent system of analysis and its application to human foods. **The analysis of dietary fibres in food.**, 123-158.

Roeschi, L., & Santos, G. T. D. (2006). Influência de variáveis químicas e estruturais do dossel sobre a taxa de ingestão instantânea em bovinos manejados em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 35, 691-698.

Roso, C., & Restle, J. (2001). Lasalocida sódica suplementada via sal para fêmeas de corte mantidas em pastagem cultivada de estação fria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30, 830-834.

Roth, M. D. T. P., et al (2013). Supplementation of Nellore young bulls on Marandu grass pastures in the dry period of the year. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 42, 447-455.

Roth, M. T. P., Resende, F. D., Oliveira, I. M., Fernandes, R. M., Custódio, L., & Siqueira, G. R. (2017). Does supplementation during previous phase influence performance during the growing and finishing phase in Nellore cattle?. **Livestock Science**, v.204, p.122-128.

Roth, M.T.P; Resende, F.D.; Siqueira G.R. (2010) Estratégias de suplementação na recria de bovinos de corte manejado em pastagem de capim Tanzânia durante o verão. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 47., Salvador, BA. Anais... Salvador, BA: SBZ, CD-ROM.

Russel, J.B. (1987) A proposed model of monensina action in inhibiting rumen bacterial growth: effects on ion flux and proton motive force. **Journal of Animal Science**. 64:1519.

Russell, J. B., & Houlihan, A. J. (2003). Ionophore resistance of ruminal bacteria and its potential impact on human health. **FEMS microbiology reviews**, 27(1), 65-74.

Russell, J. B., & Strobel, H. (1989). Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied and environmental microbiology**, v. 55(1), p.1-6.

Russell, J. B., Strobel, H. J., & Chen, G. J. (1988). Enrichment and isolation of a ruminal bacterium with a very high specific activity of ammonia production. **Applied and environmental microbiology**, 54(4), 872-877.

Sampaio, R. L. (2011). **Estratégias de suplementação na recria e terminação de bovinos de corte**. Tese de Doutorado em Zootecnia – Unesp Jaboticabal

Sampaio, R. L., et al. (2017). The nutritional interrelationship between the growing and finishing phases in crossbred cattle raised in a tropical system. **Tropical Animal Health and Production**, 49, 1015-1024.

Sarmiento, D. O. D. L. (2003). **Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. Dissertação de Mestrado - Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

SAS 9.4, **Statistical System Institute “SAS User’s Guide: Statistic”**. SAS Institute INC., Cary, NC, 2002.

Sbrissia, A. F. (2004). **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua**. Dissertação de Mestrado - Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

Schären, M., et al. (2017). Differential effects of monensin and a blend of essential oils on rumen microbiota composition of transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 100(4), 2765-2783.

Shumard, R. F. (1968). Monensin, a new biologically active compound. VI. Anticoccidial activity. **Antimicrob. Agents Chemother**, 1967, 369-377.

Silva, D. (2004). SC Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: the basis for planning efficient grazing management practices. In **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY** (Vol. 2).

Silva, D. D., Gomide, J. A., & Queiroz, A. D. (1994). Pressão de pastejo em pastagem de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott). 2. Efeito sobre o valor nutritivo, consumo de pasto e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 23(3), 453-464.

Siqueira, G.R.; Benatti, J.M.B.; Silva, R.C.; Fernandes, R.M.; Campos, A.F (2012). Aditivos para bovinos em pastejo. 7th symposium on beef cattle. **International congress beef cattle**, São Paulo-SP .

Siqueira, G.R.; Moretti, M.H.; Fernandes, R.M.; Resende, F.D. Suplementação animal a pasto para aumento da rentabilidade da pecuária de corte. In: **SEMANA DA ZOOTECNIA**, VII, 2014, Rio Pomba, MG.Anais... Rio Pomba, MG:IF, 2014. 1 CD-ROM.

Sniffen, C.J. O'Connor, J.D. Van Soest, P.J. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**. v.70, p.3562-3577.

Soares, L. C. B., et al. (2021). Effects of narasin supplementation frequency on intake, ruminal fermentation parameters, and nutrient digestibility of *Bos indicus* Nellore steers fed with forage-based diets. **Translational Animal Science**, 5(3), txab125.

Sollenberger, L. E., & Vanzant, E. S. (2011). Interrelationships among forage nutritive value and quantity and individual animal performance. **Crop Science**, 51(2), 420-432.

Sollenberger, L.E., Cherney, D.J.R. (1995). Evaluating forage production and quality. In: BARNES, RF, MILLER, DA, NELSON, CJ. **Forages: the science of grassland agriculture**. Ames: University Press, v.2, p.97-110.

Sprott, L. R., Goehring, T. B., Beverly, J. R., & Corah, L. R. (1988). Effects of ionophores on cow herd production: A review. **Journal of Animal Science**, 66(6), 1340-1346.

Stobbs, T. H. (1973). The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II.* Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, 24(6), 821-829.

Sutton, J. D. (1979). Carbohydrate fermentation in the rumen—variations on a theme. **Proceedings of the Nutrition Society**, 38(3), 275-281.

Tedeschi, L. O., Fox, D. G., & Tylutki, T. P. (2003). Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets. **Journal of environmental quality**, v.32(n.5), p.1591-1602.

Thiago, L. D. S., & Silva, J. D. (2001). **Suplementação de bovinos em pastejo** (Vol. 108). Campo Grande: Embrapa Gado de Corte.

Underwood, E. J., & Suttle, N. F. (1999). **The mineral nutrition of livestock**. 3rd edition. London: CAB Internacional. 664 p.

Van Nevel, C. J., & Demeyer, D. (1977). Effect of monensin on rumen metabolism in vitro. **Applied and Environmental Microbiology**, 34(3), 251-257.

Van Soest, P.J. (1994). **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University. 476p.

Velásquez, P. A. T., Berchielli, T. T., Reis, R. A., Rivera, A. R., Dian, P. H. M., & Teixeira, I. A. M. D. A. (2010). Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade in vitro de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39, 1206-1213.

Weimer, P. J., Stevenson, D. M., Mertens, D. R., & Thomas, E. E. (2008). Effect of monensin feeding and withdrawal on populations of individual bacterial species in the rumen of lactating dairy cows fed high-starch rations. **Applied Microbiology and Biotechnology**, 80, 135-145.

Whetstone, H. D., Davis, C. L., & Bryant, M. P. (1981). Effect of monensin on breakdown of protein by ruminant microorganisms in vitro. **Journal of Animal Science**, 53(3), 803-809.

Wilman, D., ACUÑA P, G. H., & Michaud, P. J. (1994). Concentrations of N, P, K, Ca, Mg and Na in perennial ryegrass and white clover leaves of different ages. **Grass and Forage Science**, 49(4), 422-428.

Wolin, M. J. (1960). A theoretical rumen fermentation balance. **Journal of Dairy Science**, 43(10), 1452-1459.

Wolin, M. J., Miller, T. L., & Stewart, C. S. (1997). Microbe-microbe interactions. In **The rumen microbial ecosystem** (pp. 467-491). Dordrecht: Springer Netherlands.

Yang, C. M., & Russell, J. B. (1993). Effect of monensin on the specific activity of ammonia production by ruminal bacteria and disappearance of amino nitrogen from the rumen. **Applied and environmental microbiology**, 59(10), 3250-3254.

Zinn, R. A. (1986). Effect of salinomycin supplementation on characteristics of digestion and feedlot performance of cattle. **Journal of Animal Science**, 63(6), 1996-2004.