

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
Campus de Jaboticabal - Departamento De Zootecnia

**EFICIÊNCIA DE DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO NA
QUALIDADE DO CAPIM-MARANDU**

Natalia Vilas Boas Fonseca
Zootecnista

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
Campus de Jaboticabal - Departamento De Zootecnia

**EFICIÊNCIA DE DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO NA
QUALIDADE DO CAPIM-MARANDU**

Natalia Vilas Boas Fonseca

Orientador: **Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis**
Coorientador: **Dr. Abmael da Silva Cardoso**

Dissertação de mestrado apresentada à
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
– Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte
das exigências para a obtenção do Título de
Mestre em Zootecnia.

2021

F676e

Fonseca, Natalia Vilas Boas

Eficiência de diferentes fontes de nitrogênio na qualidade do capim

Marandu / Natalia Vilas Boas Fonseca. -- Jaboticabal, 2021

81 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Ricardo Andrade Reis

Coorientador: Abmael da Silva Cardoso

1. Bovino de Corte. 2. Fertilizantes para pastagens. 3. Pastagens
Manejo. 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.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFICIÊNCIA DE DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO NA QUALIDADE DO CAPIM MARANDU

AUTORA: NATALIA VILAS BOAS FONSECA

ORIENTADOR: RICARDO ANDRADE REIS

COORIENTADOR: ABMAEL DA SILVA CARDOSO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. RICARDO ANDRADE REIS (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Profa. Dra. ANA CLÁUDIA RUGGIERI (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Prof. Dr. RONDINELI PAVEZZI BARBERO (Participação Virtual)
Departamento de Produção Animal / Universidade Federal Rural - Rio de Janeiro/RJ

Jaboticabal, 25 de fevereiro de 2021

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Natalia Vilas Boas Fonseca – Nascida na cidade de Ribeirão Preto – SP, no dia 31 de maio de 1995, filha de João Batista Simionato Fonseca e Maria Aparecida Rocha Vilas Boas Fonseca. Em fevereiro de 2014 ingressou no curso de Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, câmpus de Jaboticabal-SP, graduando-se em fevereiro de 2019, durante a graduação foi bolsista de iniciação científica financiada pela FAPESP. Em março de 2019 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia, na mesma instituição sob orientação do Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis e coorientação do Dr. Abmael da Silva Cardoso.

DEDICATÓRIA

À minha família, em especial aos meus pais, João e Cidinha, e à minha irmã Marília, pelo amor, dedicação, confiança e apoio incondicionais em todos os sentidos e momentos, e imprescindíveis para que eu chegasse a esta etapa da minha vida.

Obrigada pelos grandes esforços destinados à minha formação, vocês são meus exemplos, pois me ensinaram o amor, a bondade, a fé e a coragem.

Pelos erros no caminho, minhas sinceras desculpas! Pelos acertos, agradeço a Deus e compartilho com todos que caminham comigo.

...dedico

A DEUS

...ofereço

AGRADECIMENTOS

Primeiramente eu agradeço Deus por iluminar os meus caminhos, por ter me dado força e ter concedido a graça de poder realizar este trabalho.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Obrigada por me ensinarem o significado de família, por terem investido na minha educação, por me apoiarem em todas as minhas escolhas, por me incentivarem a ir em busca de meus sonhos e objetivos. Obrigada por serem a minha base e o meu porto seguro.

Agradeço a minha mãe, heroína que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço, e por seu amor incondicional.

Ao meu pai que apesar de todas as dificuldades me fortaleceu sendo sempre para mim grande exemplo de força, coragem e sabedoria.

A minha irmã que nunca duvidou que eu fosse capaz, sendo sempre um ponto de equilíbrio e um porto seguro em minha vida. Obrigada meus tios, tias, primos, primas e madrinha que nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação na presente, obrigada pela contribuição valiosa.

A minha companheira de apartamento e de vida, por toda cumplicidade, companheirismo e amizade, Mayara, muito obrigada, minha gratidão eterna por te-la em minha vida. Ao Luís Filipe, por ter entrado na minha vida para somar, por todo seu amor, lealdade, confiança e por sempre me colocar como prioridade em sua vida. Aos meus companheiros de graduação e pós-graduação: Laís e Caio, vocês são essenciais na minha vida.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, pela receptibilidade, pela formação profissional, pelas inúmeras oportunidades e por sempre nos orientar no caminho profissional.

Ao Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis, por sua orientação, apoio, incentivo e confiança no trabalho realizado, agradeço em especial por sua amizade, sendo sempre muito receptivo e atencioso, agradeço também por sempre me motivar nesta linda profissão.

Ao Dr. Abmael da Silva Cardoso, por sua coorientação, por sua confiança, apoio, amizade e disponibilidade, por sempre acreditar no meu potencial e me

incentivar, você é luz no meu caminho e eu aprendi muito com você.

À minha companheira de experimento, Andressa, por não apenas ter dividido o trabalho comigo, mas por toda a amizade, companheirismo e ensinamentos. Obrigada por estar ao meu lado em todos momentos. Aos meus companheiros e amigos do setor, em especial, Guilherme e Fernando, que juntos construímos um lindo ciclo. Aos companheiros da pós, os estagiários do setor e os amigos adquiridos ao longo da caminhada: Macumbinha, Marina, Débora, Rhaony, Iago, Alessandra, Matheus, Benta, Sentido, Tite, Bocoio, Caipira, Daterra, Quililide, Oreia, Sapatero, Jorge, Prendado, Ribiti, Mazzaropi, Nono, Juninho, Izabela, Manilha, Resumo, Wonka, Hippo, Isabela, Xodó, Maranhão, Lutti, Deborah, Knastra.

Meus agradecimentos aos amigos de Santa Rosa de Viterbo que sempre foram companheiros, cúmplices e incentivadores, que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com toda certeza, aproveito e peço perdão pelos momentos de ausência.

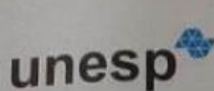
E a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Peço a Deus que lhes dê muita sabedoria, e que sejam sempre abençoados.

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Sumário

1.	CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1.1.	INTRODUÇÃO	1
1.2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
1.2.1.	Manejo de Pastagens	3
1.2.2.	Consumo e Digestibilidade	5
1.2.3.	Desempenho Animal	7
1.2.4.	Fertilização nitrogenada	8
1.2.5.	Balanço de nitrogênio	12
1.3.	OBJETIVOS	15
1.4.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
2.	CAPÍTULO 2 – FONTES DE ADUBOS NITROGENADOS NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE CAPIM-MARANDU NO PERÍODO DAS ÁGUAS.....	27
2.1.	INTRODUÇÃO	28
2.2.	MATERIAL E MÉTODOS	29
2.2.1.	Local e área experimental	29
2.2.2.	Experimento, animais e método do pastejo	30
2.2.3.	Tratamentos e delineamento experimental	31
2.2.4.	Massa, composição morfológica, oferta e taxa de acúmulo de forragem.....	32
2.2.5.	Valor nutritivo	33
2.2.6.	Desempenho dos animais	34
2.2.7.	Análises estatísticas	34
2.3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
2.4.	CONCLUSÕES	42
2.5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
3.	CAPÍTULO 3 – EFICIÊNCIA DE USO DE NITROGÊNIO E SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA DE BOVINOS EM PASTAGENS DE CAPIM- MARANDU ADUBADOS COM DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO.....	48



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



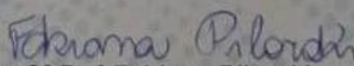
CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado **"Eficiência de uso de nitrogênio, valor nutritivo e desempenho de bovinos na recria em pastagens de capim Marandu adubado com diferentes fontes de nitrogênio"**, protocolo nº 011343/19, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 13 de setembro de 2019.

Vigência do Projeto	01/12/2019 a 15/05/2020
Espécie / Linhagem	Nelore
Nº de animais	72
Peso / Idade	230 kg e 14 meses de idade
Sexo	Macho
Origem	Produtor da Região de Jaboticabal

Jaboticabal, 13 de setembro de 2019.


Prof.ª Dr.ª Fabiana Pilarski
Coordenadora – CEUA

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n CEP 14884-900 - Jaboticabal/ SP - Brasil
tel 16 3209 7100 - www.fcav.unesp.br

EFICIÊNCIA DE DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO NA QUALIDADE DO CAPIM-MARANDU

RESUMO: Foram avaliados os efeitos de diferentes fontes de adubos nitrogenados aplicados em pastagens de *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante a estação chuvosa sobre a massa de forragem (MF), eficiência de uso do nitrogênio, componentes estruturais das plantas forrageiras, qualidade da forragem e produção animal. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com quatro tratamentos e três repetições (piquetes por tratamento). As fontes de nitrogênio (N) estudadas foram: ureia, sulfato de amônio, nitrato de amônio, com dosagem aplicada de 150 kg N por ha parcelada em 3 doses de 50 kg N por ha, além de um tratamento controle, sem fertilizante nitrogenado. Massa de forragem, taxa de acúmulo de forragem, taxa de lotação e ganho por área foram superiores nos tratamentos utilizando nitrogênio, independente da fonte de N ($p < 0,05$) em relação ao controle. Os teores de fibra em detergente neutro corrigidos para cinza e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA) foram menores na forragem dos pastos adubados com sulfato e nitrato de amônio. Os teores de proteína bruta (PB), foram maiores nos pastos adubados com sulfato e nitrato de amônio ($p = 0,0001$). A digestibilidade da matéria seca (MS) foi superior nos pastos fertilizados, independentemente da fonte de N ($p = 0,0016$) e não houve alteração no consumo de matéria seca nos animais mantidos nos diferentes pastos avaliados ($p = 0,5755$). A porcentagem de N retido foi maior nos animais mantidos nos pastos adubados com nitrato de amônio e controle, enquanto que a maior produção de proteína microbiana foi mensurada nos animais mantidos nos pastos adubados com nitrato de amônio. Portanto, a utilização de nitrogênio no sistema pastoril, independentemente da fonte, é uma alternativa viável para elevar a produção de massa do capim-marandu, o valor nutritivo e a produção animal individual e por área.

Palavras-chave: bovinocultura de corte, manejo da adubação, pastagens, recria, valor nutritivo.

EFFICIENCY OF DIFFERENT NITROGEN SOURCES ON THE QUALITY OF MARANDU GRASS

ABSTRACT: The effects of different sources of nitrogen fertilizers applied to pastures of *Urochloa brizantha* cv. Marandu were evaluated during the rainy season on forage mass (FM), nitrogen use efficiency, structural components of forage plants, quality of forage and animal performance. The experimental design was randomized cookies (CRB) with four treatments and three repetitions (paddocks per treatment). The sources of nitrogen (N) studied were: urea, ammonium sulfate, ammonium nitrate, with applied dosage of 150 kg N per ha divided into 3 times, in addition to a control treatment, without nitrogen fertilizer. Forage mass, forage accumulation rate, stocking rate and area gain were higher in treatments with nitrogen application, regardless of the N source ($p < 0.05$) in relation to the control. The levels of neutral detergent fiber corrected for ash and protein (NDFcp), acid detergent fiber (FDA) were lower in pasture fertilized with sulfate and ammonium nitrate. Crude protein (CP) was higher in the sulfate and ammonium nitrate treatments ($p = 0.0001$). The digestibility of dry matter (DM) was higher in plants fertilized, regardless of the source of N ($p = 0.0016$) and there was no change in dry matter consumption among animals grazing evaluated pastures ($p = 0.5755$) evaluated. The percentage of N retained was higher in the pasture fertilized with ammonium nitrate and control treatments, while the highest production of microbial protein was measured in the animals grazing pastures fertilized with ammonium nitrate and urea. Therefore, the use of nitrogen in the pastoral system, regardless of the source, is a viable alternative to increase the mass production of Marandu grass, the nutritional value and the individual and area animal production.

KeyWords: beef cattle, management of fertilization, nutritional value, pasture, rearing.

1. CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, com aproximadamente 215 milhões de cabeças, sendo o maior exportador mundial de carne bovina (ABIEC, 2020). Aproximadamente 90% da produção nacional de bovinos de corte caracterizam-se por seu desenvolvimento exclusivamente em pastagens, das quais, as forrageiras tropicais representam um dos recursos alimentares mais práticos e econômicos para a produção animal (Carvalho e Zen, 2017).

Os sistemas de produção em pastagem, no Brasil, em sua grande maioria, são caracterizados pelo baixo uso de inovações tecnológicas, comprometendo assim, a produtividade e lucratividade do mesmo (De Souza Ramos et al., 2017). Para atingir elevados resultados nestes sistemas, faz-se necessário o uso de tecnologias, de formas e intensidades adequadas. Dentre as técnicas utilizadas para elevar a eficiência e produtividade do sistema, destacam-se o manejo das pastagens, a adubação nitrogenada (Galindo et al., 2018), suplementação da dieta para corrigir as deficiências nutricionais do pasto e uso de animais com potencial genético (Romanzini et al., 2018).

O desafio da intensificação sustentável do uso das pastagens consiste em manter o equilíbrio do ecossistema e aumentar a produtividade por animal e por área, utilizando práticas de manejo, que respeitem os limites do solo e da forrageira, mantendo a produção de forragem com elevado valor nutritivo (Reis et al., 2012; Cardoso et al., 2016).

Dentre todos os nutrientes minerais, o nitrogênio (N) é o mais importante para o crescimento da planta forrageira, destacando-se a importância da prática de fertilização nitrogenada (De Souza et al., 2016). Esta prática tem como principal resultado o aumento da produção de massa de forragem, em consequência, pode-se elevar a taxa de lotação (Delevatti et al., 2019). Segundo Dupas et al. (2016), ao elevar o nitrogênio disponível no solo, têm-se como resposta, melhoria do teor e qualidade das frações proteicas.

As fontes mais utilizadas para adubação nitrogenada são ureia (44 a 46% N), sulfato de amônio (20 a 21% N) e nitrato de amônio (32 a 33% N) (Costa et al., 2006). Com relação a nutrição animal, há uma possível adversidade na utilização de adubos nitrogenados, destacando-se o uso da ureia, uma vez que os pastos adubado com N apresentam altos teores de PB, mas a principal fonte de energia para os microrganismos são o carboidratos estruturais de lenta degradação ruminal, o que resulta em desbalanço no fornecimento de energia e proteína no rúmen (Costa et al., 2011). Segundo McCarthy et al. (1989), a velocidade de degradação ruminal, exercida pela população microbiana, age sobre o equilíbrio de fluxo de substratos disponíveis para os próprios microrganismos ruminais, sendo assim, animais em pastejo, particularmente em áreas adubadas, sofrerão um aporte excessivo de nitrogênio amoniacal no rúmen.

Buscar uma fonte de fertilizante nitrogenado que potencialize a eficiência de utilização do N, reduzindo os impactos ambientais têm sido foco de pesquisas, (Bono et al., 2019; Delevatti et al., 2019 e Carmona et al., 2020). A eficiência do uso de N no rúmen é a estratégia mais eficaz para reduzir as perdas de N (Tamminga, 1996).

Ao se elevar o teor de proteína bruta (PB) ocorrerão alterações na proporção das frações nitrogenadas da planta forrageira, podendo acarretar em alterações no ciclo de N no animal, produção de proteína microbiana e balanço de N, além disso, animais consumindo capim com um aporte maior de PB apresentam melhoria no desempenho (De Jesus et al., 2011 e Delevatti et al., 2019). Através da adubação nitrogenada, adoção da interceptação luminosa (IL) de 95% pode-se aumentar a porção de fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd) e obter menores valores de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), como consequência tem-se maior digestibilidade da matéria orgânica (Delevatti et al., 2019).

Neste sentido o presente estudo tem como hipótese que a a adubação nitrogenada aumentará o teor de proteína e reduzirá o teor de fibra da forragem, a inclusão de N irá aumentar a produtividade em relação a não utilização, a fonte nitrato de amônio apresentará a maior EUN pelo animal quando comparado com a fonte ureia e sulfato de amônio, as frações solúveis de N na planta aumentarão com

o uso das fontes de N comparado ao não adubado. Objetivou avaliar o efeito da aplicação de diferentes fontes de adubo nitrogenado em pastos de capim-marandu sobre a massa e oferta de forragem, a taxa de lotação, a composição morfológica e química dos pastos, assim como o fracionamento de compostos nitrogenados, desempenho e balanço de nitrogênio dos animais.

1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2.1 Manejo de Pastagens

O manejo de pastagens é fundamental nos sistemas de produção de bovinos de corte brasileiros. Tendo em vista as condições climáticas favoráveis, bem como condições topográficas apropriadas ao desenvolvimento de gramínea forrageira, a produção majoritariamente é realizada em sistemas de pastejo (Edvan, 2018).

Estima-se que mais de 70% das pastagens cultivadas no Brasil encontram-se em algum estágio de degradação, fato este que compromete a sustentabilidade dos sistemas de produção (Borghi et al., 2018). Em contrapartida pastagens bem manejadas permitem a otimização do uso das terras e contribuem para o sequestro de carbono, e dentre as alternativas de manejo, o uso de nitrogênio (N) é essencial para que tal otimização aconteça (Berça et al., 2019).

O principal componente da alimentação na pecuária de corte brasileira é o pasto (Euclides, 2000). As plantas forrageiras são fontes de nutrientes para o crescimento e terminação dos animais, com isso, tem-se a importância do manejo correto das pastagens. O desempenho animal é determinado, principalmente pela oferta de forragem, porém com a mesma oferta pode-se gerar grandes variações em sua composição e estrutura. Assim, o manejo do pastejo exerce papel primordial no contexto alimentar animal, quanto à massa de forragem e estrutura do dossel forrageiro (Reis et al., 2012).

Segundo Da Silva & Pedreira (1997), o manejo das pastagens faz parte do sistema de produção e tem por princípio a manipulação dos fatores solo-planta-animal, buscando um equilíbrio entre o suprimento e a demanda por esse alimento, sendo o objetivo permitir que os animais colham tecido foliar de alta qualidade antes que a forragem entre em senescência.

A *Urochloa brizantha* cv. Marandu (capim-marandu), é uma planta forrageira

com expressiva participação na produção de bovinos de corte no Brasil (De Carvalho Souza & Martuscello 2017), devido às características favoráveis ao seu cultivo na maior parte do território nacional. Representa cerca de 50% das áreas de pastagens cultivadas na região Centro-Oeste e 65% na região Norte do país (Medica et al., 2017).

Os diferentes manejos de pastejo adotados em determinadas condições e sistemas produtivos resultam em mudanças na intensidade de desfolha das plantas, o que causa alterações na arquitetura do dossel, mudando as proporções dos componentes morfológicos, que constituem tanto a estrutura vertical, quanto a horizontal do mesmo (Santos et al., 2018). As alterações nas proporções desses componentes provocam mudanças na composição química da forragem disponível ao consumo animal, uma vez que o aumento de colmos em relação às folhas tende a diminuir as frações digestíveis e elevar as menos digestíveis e indigestíveis, pois os colmos são estruturas de sustentação caracterizadas pela presença de carboidratos estruturais (Carvalho et al., 2007). Por outro lado, os manejos que resultam na maior presença de lâminas foliares na estrutura do dossel tendem a atender de forma mais eficiente às exigências nutricionais dos animais em produção mantidos nesses sistemas, devido a sua composição química (Barbero et al., 2015).

Casagrande et al. (2011) relataram a importância do manejo do pasto de capins tropicais, com base na altura do dossel sobre as respostas de plantas e animais. A adoção da altura como critério do manejo permite o controle da massa de forragem e da taxa de lotação que, por sua vez, favorece a determinação simultânea da qualidade e da quantidade de forragem e a manutenção da sustentabilidade do sistema. Neste contexto, pastos mantidos sob lotação contínua e manejados com ajuste da taxa de lotação determinada por critério de manejo, como a interceptação luminosa de 95% (Santana et al., 2017), altura, massa ou oferta de forragem, proporcionam contínua ingestão de folhas jovens pelos animais, de modo que a digestibilidade da forragem consumida seja elevada (Reis et al., 2012) e então, conhecer a estrutura do dossel forrageiro e o valor nutritivo da forragem, considerando suas variações durante o ano, é fundamental (Jaguaribe et al., 2019).

Barbero et al. (2015) e Koscheck et al. (2020) verificaram que sistema de pastejo manejados sob lotação contínua e carga variável em pastos de capim-

marandu, que a altura de manejo ideal para manter elevados ganhos individuais e por área é de 25 cm.

Estudos conduzidos com o capim-marandu manejados a 25 cm de altura e adubados com 180 kg N/ha sendo a fonte utilizada ureia, evidenciaram alta produção de folhas, acarretando baixos valores de componentes da fração fibrosa (FDNi em torno de 16%), altos valores de carboidratos não fibrosos (CNF em torno de 18,9%), valores de fibra em detergente neutro livre de cinzas e proteína (FDNcp) de 56% e valores de PB de 13,5% (Delevatti et al., 2019). O aumento do teor de proteína em pastos adubados foi observado por Alves et al. (2008); Cecato et al. (2004); Ribeiro & Pereira. (2010); Delevatti et al. (2019).

Observando baixo valores de FDNcp e de FDNi, e consequentemente altos valores de FDNpd (fibra em detergente neutro potencialmente digestível) e de CNF, elevam-se valores de Dig MO (digestibilidade da matéria orgânica) e de nutrientes digestíveis totais (Dig NDT) para cerca de 60 a 65%, tendo valores da relação g PB/kg MO próximo de 200 g PB/kg MO. Sendo assim, a fertilização com N associado com critérios de manejo explanados anteriormente, apresenta-se como uma alternativa viável para aumentar os teores de PB, proteína solúvel e digestibilidade de capim-marandu, reduzindo, consequentemente, os teores de carboidratos totais de fibras em detergente neutro e ácido (Delevatti et al., 2019).

Segundo Mott (1960) aumentando a taxa de lotação, objetivando-se elevar o ganho por área, a oferta de forragem diminui e consequentemente, o ganho individual é reduzido. Todavia, o uso de adubação, pode melhorar ambos os ganhos sem perder o ponto de equilíbrio, em razão de que, esta técnica tem como característica elevar o aporte de nutrientes no solo para melhorar a produção da planta forrageira, além de ter significativos benefícios no valor nutritivo e características morfológicas do pasto (Corsi e Martha JR, 1997), observando-se sempre os critérios de manejo adequado para a espécie forrageira utilizada (Delevatti et al., 2019).

1.2.2 Consumo e Digestibilidade

O consumo de nutrientes é o principal fator que limita a produção de animais mantidos em pastagens, sendo a variação no desempenho gerada, principalmente

pela qualidade e quantidade da forragem disponível e ao consumo de energia digestível (Reis et al., 2009). O consumo voluntário influencia a eficiência com que os nutrientes ingeridos são utilizados (Mertens & Grant, 2020).

De acordo com Allen (1996), a regulação do consumo em ruminantes ocorre de duas formas: 1) se a dieta apresentar baixa densidade energética, o consumo será limitado pelo enchimento do rúmen (mecanismo físico), ou 2) se a densidade energética da dieta for alta em relação às exigências do animal, o consumo será limitado pela sua demanda energética (mecanismo químico), ainda que o rúmen não esteja repleto. Ainda, segundo o mesmo autor, variações no consumo são mais impactantes sobre o desempenho que a composição das dietas, pois influenciam diretamente a taxa de passagem e o consumo de nutrientes.

O consumo de forragens é consequência direta da estrutura do dossel, a qual determina a acessibilidade e a facilidade de colheita, normalmente desenvolvida durante o processo de seleção praticado pelos animais em pastejo, e afeta a quantidade de nutrientes ingerida (Paula et al., 2012), estando assim diretamente relacionado ao resultado final dos sistemas de produção animal.

De acordo com Poppi et al. (1987), o consumo de forragem pelos animais em pastejo é determinado por duas classes de fatores: a não-nutricional associada à estrutura do pasto, como massa de forragem, altura, densidade volumétrica, proporção de colmo, de material morto e relação folha:colmo que influenciam diretamente o consumo por alterações na massa de bocado e na taxa de bocados/min. a nutricional relacionada ao valor nutritivo da forragem e fatores metabólicos.

Carvalho et al. (2001) reportaram que pastos manejados com maior intensidade de pastejo, apesar de apresentarem maior relação folha:colmo e valor nutritivo, restringem o consumo pela menor oferta de forragem e folhas verdes, podendo resultar em menor desempenho animal, devido à maior busca por alimento dentro da área de pastejo e menor tamanho dos bocados. A folha verde é a fração mais selecionada pelos animais durante o consumo, devido ao seu maior valor nutritivo, podendo representar mais de 80% da forragem consumida pelos animais (Paciullo et al., 2001). Sendo assim, o controle na altura do dossel, o qual resulta do acompanhamento da massa de forragem e da taxa de lotação presente na área,

interferem na quantidade e qualidade da forragem disponível (Reis et al., 2009).

De acordo com Echeverria et al. (2016) a taxa de lotação possui efeito direto sobre redução nos teores de fibra e aumento da proteína e consequentemente na digestibilidade dos nutrientes contidos na forragem. Isso sugere que a oferta de forragem ideal para maximizar ganho de peso varia de acordo com o valor nutritivo da mesma.

1.2.3 Desempenho Animal

A resposta do sistema de produção animal fundamentado no uso de pastagens, não é a massa de forragem produzida, mas sim o desempenho animal final, medido em ganho de peso ou produção de litros de leite por animal e por área (Manzatto et al., 2014).

Casagrande et al. (2013) reportaram que ao intensificar o manejo do pastejo, aumentando a taxa de lotação e manejando pastos mais baixos é possível aumentar o ganho por área, porém, o ganho individual pode ser comprometido quando a suplementação não é utilizada, sendo assim, analisar todo o sistema torna-se importante, uma vez que os ganhos por animal podem ser pequenos, porém os ganhos por área são elevados. Euclides et al. (1999), Corrêa (2000) e Delevatti et al. (2019) em estudos observaram que, pastos adubados com doses maiores de nitrogênio suportaram maiores taxas de lotação, as quais resultaram em maiores produtividades.

Segundo Mott (1960), uma situação de baixa taxa de lotação, o desempenho individual é maior, por outro lado, o ganho por área aumenta de acordo com o aumento da taxa de lotação. Dessa forma, no ponto de maior ganho por área o ganho individual não foi maximizado, devido à baixa oferta de forragem, situação causadora de baixo consumo de alimento pelos animais, por conseguinte, uma alternativa para aumentar a taxa de lotação das pastagens, além da suplementação da dieta, seria por meio da maior produção de forragem, que pode ser obtida com a utilização de fertilizantes nitrogenados.

Sollenberger e Vanzant (2011) relataram que de 60 a 90% das variações no desempenho de animais em pastejo poderiam ser explicadas pela oferta de forragem, levando em consideração uma mesma espécie forrageira, numa escala de

baixa a alta massa de forragem. No entanto, quando a oferta não consiste no fator limitante ao consumo, 50% de tais variações podem ser explicadas pelo valor nutritivo da forrageira disponível ao consumo animal (Oliveira, 2014).

Durante o período de águas, animais mantidos em pastagens adubadas com 180 kg de N/ha, na forma de ureia, manejadas sob interceptação luminosa de 95% e sem suplementação, podem apresentar ganho médio superior a 800 g/dia (Delevatti et al., 2019; Hoffmann et al., 2021). O aumento na adubação nitrogenada de 50 kg/ha para 100 kg/ha e de 200 kg/ha para 300 kg/ha, acarretou respectivamente em 1,9 e 1,2 kg de peso vivo a mais por hectare, para cada quilograma adicional de N aplicado, ou seja, aumentou-se o ganho por área (Euclides et al., 1999).

1.2.4 Fertilização nitrogenada

O nitrogênio é o principal nutriente para manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras, responsável por características ligadas ao porte da planta, tais como o tamanho das folhas, tamanho do colmo, formação e desenvolvimento dos perfilhos (Pedreira, 2001). Sendo assim, o N é o elemento que mais limita a produtividade dos pastos (Factori et al., 2017) e apresenta correlação positiva com o crescimento e quantidade de folhas, aumentando o valor nutritivo das forragens e a produção de matéria seca (Aguilar et al., 2016).

O N promove diversas alterações fisiológicas em gramíneas forrageiras, como aumento no número, tamanho, peso e taxa de aparecimento de perfilhos e folhas, e alongamento do colmo, que são fatores importantes na produção de massa seca e estão diretamente relacionados ao valor nutritivo da planta forrageira, resultando na elevação de índices zootécnicos (Santana et al, 2017). Tal condição pôde ser comprovada por Pedreira et al. (2001) que ao avaliarem a deficiência de nitrogênio, observaram inibição no perfilhamento e, ao aumentarem o suprimento de N, ocorreu um acréscimo no número de perfilhos por planta.

A adubação nitrogenada, além de aumentar a produção de massa seca, eleva o teor de PB da forragem e, em alguns casos, diminuem o teor de fibra, contribuindo dessa forma para a melhoria da sua qualidade (Dupas et al, 2016). A eficiência da adubação nitrogenada depende de alguns fatores, como época, parcelamento das aplicações, condições climáticas e o manejo correto dos pastos, de tal forma que se

possa aproveitar a forragem disponível, convertendo-a em produto animal (Bernardi et al., 2018).

Em estudo Magalhães et al. (2007) compararam a não utilização de N com a fertilização de 300 kg de N/ha /ano, sendo relatado uma produção de matéria seca de folha do capim braquiária de até 3.678 kg/ha em resposta a adubação. Ao elevar o N disponível no solo, têm-se como resposta, melhoria do teor de PB e alterações na qualidade da proteína (Dupas et al., 2016).

O aumento do teor de PB e as alterações na proporção das frações nitrogenadas da forrageira podem acarretar alterações no ciclo de N no animal, principalmente em relação ao N excretado via urina (Detmann et al., 2014). O sistema de fracionamento de proteínas de Cornell foi recentemente atualizado e carece de dados de forrageiras tropicais e de como a adubação de forragens com diferentes fontes de N alteram as frações de proteína.

Gramíneas tropicais manejadas com doses elevadas de N (150 a 500 kg N/ha) possuem de 40 a 50% dos compostos nitrogenados na forma solúvel (Poppi & McLennan, 1995). De acordo com Higgs et al. (2015) os compostos nitrogenados podem ser classificados em: Fração A1 - representa o nitrogênio amoniacal, sendo solúvel e prontamente degradável no rúmen; Fração A2 - proteína verdadeira solúvel, também de rápida degradação ruminal; Fração B1 - parte da proteína que não é solúvel, não faz parte da parede celular e também não é nitrogênio amoniacal e apresenta degradação média; Fração B2 - parte da proteína aderida na FDN e é disponível, porém com taxa de degradação muito lenta; Fração C - é a proteína indisponível contida na FDA, associada à lignina e altamente resistente à degradação microbiana e enzimática. Sendo assim, pastos adubados com fertilizantes nitrogenados e bem manejados, apresentam alta fração da proteína de rápida degradação ruminal (Santos et al., 2007; Delevatti et al., 2019), notando-se um aumento das frações nitrogenada A2 e, principalmente A1.

Dentre as fontes de nitrogênio que podem ser usadas na adubação de pastagens, as mais utilizadas são ureia (44 a 46% N), sulfato de amônio (20 a 21% N) e nitrato de amônio (32 a 33% N) (Costa et al., 2006). Corsi et al. (2004) questionaram que as diferentes fontes nitrogenadas podem influenciar a produção de forragem. Pelos motivos citados, torna-se imperioso o aumento da eficiência de

uso dos fertilizantes nitrogenados (EUN) visando o incremento na produtividade das culturas, a redução de custos e a mitigação dos possíveis impactos ambientais negativos.

Ureia

A fonte nitrogenada pode interferir sobre o resultado econômico da adubação nitrogenada de pastagens e, dentre os diversos produtos disponíveis no mercado, destaca-se a ureia, sendo um dos fertilizantes nitrogenados mais utilizados no Brasil (IPNI, 2014). Quando aplicada no solo, a ureia rapidamente sofre hidrólise pela ação da enzima urease, liberando amônia (NH_3) e gás carbônico (CO_2) para a atmosfera (Jenkinson, 2001). Essa reação promove elevação no pH do solo próximo aos grânulos de fertilizantes, devido a liberação de H^+ para o meio, favorecendo a transformação do NH_4^+ (amônio) em NH_3 , uma forma gasosa passível de perda por volatilização. Rochette et al. (2013) apresentaram que as perdas de N aplicado na forma de ureia podem chegar a 68% do total aplicado, em diversas condições de manejo.

Em estudo Tasca et al. (2011) relataram que a fertilização com ureia a priori provoca aumento do pH do solo, principalmente ao redor dos grânulos do adubo, este fato acontece por ser uma molécula de reação básica, no entanto, após a nitrificação do amônio, o pH decresce para valores inferiores aos originais, devido a hidrólise da ureia.

Além das perdas de N na forma de amônia, podem também ocorrer remoções significativas de N do sistema solo-planta por lixiviação do nitrato. A lixiviação é um processo de arraste do N nos solos com o movimento descendente da água, para fora da zona de absorção das raízes, no entanto, pode-se observar que as perdas por lixiviação são baixas, exceto em condições de dosagens elevadas, como, quando é utilizada a dose de 800 kg de N/ha (Dal Molin et al., 2018). Tal elevação acarretará ainda maiores emissões de óxido nitroso (N_2O), provocando menor eficiência de uso de N e maiores preocupações ambientais (Liu et al., 2017). No entanto esse fertilizante apresenta como vantagem menor custo por unidade de N, alta concentração de N que reduz o custo de transporte de cada aplicação e alta solubilidade (Fageria, 2014).

Sulfato de Amônio

O sulfato de amônio destaca-se entre os fertilizantes nitrogenados como aquele a causar a menor perda de N por volatilização, as quais frequentemente são inferiores a 1% do nitrogênio aplicado. Destaca-se também, a melhor eficiência no crescimento vegetal em resposta a aplicação deste fertilizante em relação à ureia, devido às menores perdas de N por volatilização da amônia (Galindo et al., 2018). Além do que, é uma fonte de enxofre (24% S), no entanto deve-se reportar que tradicionalmente possui maior custo por quilograma de N (Primavesi et al., 2004).

O fornecimento de enxofre é profundamente benéfico para as pastagens estabelecidas na região do cerrado, pois estes solos, normalmente apresentam-se insuficientes neste nutriente (Sousa et al., 2001). Além disso, o suprimento adequado de enxofre no solo eleva a resposta da forrageira ao N aplicado, podendo melhorar a eficiência de uso de fertilizantes nitrogenados. Este fato se dá, pois, há uma intrínseca ligação entre os metabolismos de N e do S na planta (Galindo et al., 2018). O S pertence ao grupo dos nutrientes pouco móveis na planta, redistribuído moderadamente e essa distribuição está relacionada à nutrição com N (Marschner, 2012).

A desvantagem na utilização do sulfato de amônio como fonte de N, é a maior acidificação do solo, dado que, para neutralizar a acidificação gerada no solo, em razão da aplicação de um kg de N na forma sulfato de amônio é necessário 5,4 kg de carbonato de cálcio, já um kg de N na forma de nitrato ou ureia, são necessários 1,8 kg de carbonato de cálcio (Cabral et al., 2016). Ainda assim, pesquisas em andamento visando a recuperação de pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, sob doses e fontes de N, têm mostrado as respostas em relação à produção de massa seca ao N na forma de sulfato de amônio são sempre superiores às aquelas obtidas pela aplicação de N na forma de ureia (Bono et al., 2019).

Em estudo, Werner et al. (1996) relataram que a relação N:S de pastos de *Urochloa* sp. variam de 10 a 15:1, sendo assim, concluiu-se que para cada quilograma de S deficiente na forrageira, poderia haver um excedente de 10 a 15 kg de N, este excedente estaria propenso a perder-se do sistema solo-planta. Portanto o fornecimento de S via sulfato de amônio, fez com que, fosse secundária a perda de N, melhorando sua eficiência de utilização. Outro ponto importante é que os

aminoácidos sulfurados (metionina e cistina), essenciais para os bovinos, podem ter sua síntese realizada de forma mais eficiente (Forbes e France, 1993), devido a utilização desta fonte de adubo, que pode alterar tanto o fracionamento de proteína como a eficiência de uso de N pelos animais. Tal ponto justifica-se pois como o S participa da formação destes dois aminoácidos essenciais, sua deficiência interrompe a síntese de proteínas (NRC, 2016).

Nitrato de Amônio

As plantas divergem-se na preferência dentre as formas de N, absorvendo preferivelmente as formas inorgânicas como nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+) via sistema radicular, em clima tropical o nitrato é a principal forma de aquisição de N pelas plantas (Williams & Miller, 2001). Entretanto, alguns fatores afetam esta absorção, tais como, proporção de NO_3^- , NH_4^+ , pH do solo, temperatura e teor de carboidratos nas raízes (Lemos, 1996). Quando o pH do solo está próximo a neutralidade, o NH_4^+ é o mais absorvido, quando a temperatura apresenta-se inferior, a absorção de NH_4^+ ocorre de forma mais rápida e um maior teor de carboidratos nas raízes favorece a absorção de NH_4^+ (Lima et al., 2018). Sendo assim, o fornecimento de N na forma de nitrato de amônio minimiza as perdas de N por volatilização de NH_3 quando comparado à ureia, aumentando a eficiência de uso de N pelas plantas.

O nitrato de amônio afeta o teor de PB da forrageira, assim como, das frações nitrogenadas, principalmente o teor de nitrogênio não proteico (NNP) quando comparado com a utilização de ureia devido sua rápida absorção (Adejoro et al., 2020).

1.2.5 Balanço de nitrogênio

O primeiro passo para que haja elevados índices de EUN é o conhecimento das formas de perdas desse nutriente no sistema solo-planta-animal, uma vez que este possibilita a definição de estratégias visando aumentar essa eficiência de uso e minimizar o impacto ambiental do N aplicado (Costa et al., 2006). Em se tratando especificamente da EUN, vários fatores interferem na mesma, tais como fonte de nitrogênio, condições do solo e climáticas, grau de fracionamento e dose aplicada,

potencial de resposta da planta, presença e potencial do animal, entre outros (Castagnara et al., 2011).

A determinação do balanço de nitrogênio nos ruminantes é realizado pela diferença entre as entradas e as saídas de N no metabolismo animal, sendo assim, o N fornecido pela dieta, o N metabólico endógeno proveniente da oxidação de aminoácidos e o N reciclado para o rúmen pelo sangue ou saliva são considerados como entradas de N, enquanto que as saídas do nutriente compreendem a NH_3 (amônia), a proteína não degradada (dietética ou endógena) e proteína microbiana (Pmic) (Silva et al., 2019) excretados via urina e fezes.

A proteína proveniente da dieta pode ser dividida em degradável no rúmen (PDR) e não degradável no rúmen (PNDR). Parte da PDR sofre ação de microorganismos ruminais para sua degradação e é utilizada para crescimento e síntese de proteína microbiana, podendo ser perdida na forma de ureia, pela urina quando excede a quantidade exigida (Bach et al., 2005), ou pode ser absorvido pelo epitélio ruminal na forma de NH_3 . Desta forma, esse composto é retirado da circulação sanguínea pelo fígado e excretada na urina na forma de ureia como ilustrado na Figura 1 (Oliveira et al., 2007).

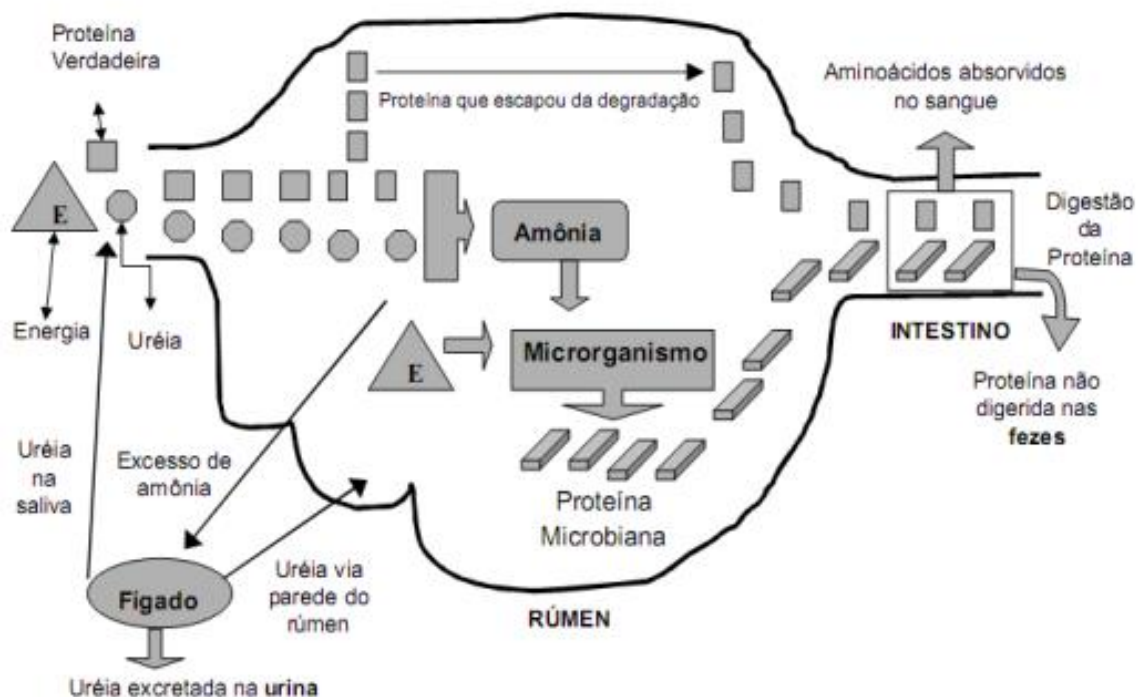


Figura 1. Esquema simplificado do metabolismo das proteínas nos ruminantes.

Fonte: Adaptado por Teixeira, 1992.

A maximização do crescimento microbiano e da quantidade de PDR que é capturada pelas células microbianas do rúmen, aumentando a formação de aminoácidos e diminuindo as perdas de N vem se tornando um dos objetivos principais da nutrição de ruminantes. Quando a taxa de degradação de proteína excede a taxa de fermentação de carboidratos, grandes quantidades de N podem ser perdidas como NH_3 e, em contrapartida, quando a taxa de fermentação de carboidratos excede a de degradação de proteína, a síntese de proteína microbiana pode diminuir (Nocek & Russell, 1988).

Poppi e McLennan (1995) sugerem que quando a relação entre o teor de PB do alimento e quantidade de matéria orgânica digestível (MOD) for próximo de 160 g PB/kg MOD, ocorre máxima eficiência na síntese de Pmic e transferência de proteína ingerida para o intestino. Por outro lado, quando essa relação excede 210 g PB/kg MOD, podem ocorrer perdas de N e/ou transferência incompleta de proteína, caracterizando baixo aproveitamento da PB da forragem no processo de digestão ruminal e síntese de Pmic, ou seja, a PDR é perdida devido a falta de energia para o sincronismo.

Em estudo, Vandehaar e St-Pierre (2006) relacionam a excreção de N nas fezes ao N não digerido no rúmen, à Pmic não digerida no intestino delgado e às fontes endógenas. Dessa forma, Costa-Roura et al. (2020) apontam que a redução da perda de N através da urina ou fezes é possível através da redução do nível de N dietético e degradação da proteína, e também mediante melhoria na eficiência de captura do N degradado no rúmen por meio da síntese de Pmic. Estudos que avaliem a EUN em sistemas de produção bovina se mostram promissores, na medida em que seu uso ineficiente além de resultar em perdas excessivas e prejudiciais ao meio ambiente gera perdas econômicas (Oenema & Pietrzak, 2002).

A alta degradabilidade dos compostos nitrogenados, somada ao alto conteúdo de carboidratos estruturais de lenta degradação da forragem promovem falta de sincronismo entre N e esqueletos de carbonos oriundos da degradação dos carboidratos no rúmen, comprometendo a EUN e a síntese de Pmic (Detmann et al., 2014). Esta condição, no entanto, gera perdas excessivas de compostos nitrogenados no ambiente ruminal na forma de ureia pela urina, gerando déficit proteico em relação às exigências para ganhos elevados (Poppi et al., 1997), que

além de resultar em perdas econômicas, pode ser prejudicial ao meio ambiente devido as perdas de N na forma de NH_3 volatilizada, emissão de N_2O e lixiviação de nitrato (Hristov et al., 2013).

Em casos de animais com excesso de N na dieta, comum em pastagens altamente adubadas, a excreção de NH_3 através da urina é elevada o que pode acarretar prejuízos ao meio ambiente (Poppi & Mclellan, 1995, Cardoso et al., 2016). Nestes casos mensurar a EUN no rúmen é uma estratégia eficaz para reduzir as perdas de N (Tamminga, 1996), surgindo então à necessidade de buscar fertilizantes nitrogenados que aumentem a EUN tanto na planta, quanto posteriormente no animal.

Ao se elevar o teor de PB da forragem ocorrerão alterações na proporção das frações nitrogenadas da planta forrageira, podendo acarretar em alterações no ciclo de N no animal, produção de Pmic e relação de N excretado via urina e fezes (Carmona et al., 2020).

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral do presente estudo é avaliar o efeito da aplicação de diferentes fontes de adubo nitrogenado em pastos de capim-marandu sobre a massa e oferta de forragem, a taxa de lotação, a composição morfológica e química dos pastos, o fracionamento de compostos nitrogenados, assim como a eficiência de uso de N pelo capim-marandu, desempenho e o balanço de nitrogênio dos animais.

1.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abiec – **Associação Brasileira Das Indústrias Exportadoras De Carnes**. Censo Agropecuário 2019. Disponível em: < <http://abiec.com.br/>>

Adejoro FA, Hassen A, Akanmu, AM e Morgavi, DP (2020). Substituir a ureia por nitrato como fonte de nitrogênio não protéico aumenta o crescimento dos cordeiros e reduz a produção de metano, enquanto o tanino de acácia não tem efeito. **Animal Feed Science and Technology** , 259 , 114360.

Aguilar PBD, Teixeira FA, Silva FFD, Pires AJV, Nascimento PVN, Santos OOD (2016) Economic viability of production of Nellore heifers on *Urochloa brizantha* cv. Marandu pastures deferred and fertilized with nitrogen. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 38(1), 69-76.

Allen MS (1996) Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 12, p. 3063-3075.

Bach A, Calsamiglia S, Stern MD (2005) Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. E9-E21.

Barbero RP, Malheiros EB, Araújo TLR, Nave RLG, Mulliniks JT, Berchielli TT, Ruggieri AC, Reis RA (2015) Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 209, p. 110-118.

Berça AS, Cardoso AS, Longhini VZ, Tedeschi LO, Boddey RM, Berndt A, Reis RA, Ruggieri AC (2019) Methane production and nitrogen balance of dairy heifers grazing palisade grass cv. Marandu alone or with forage peanut. **Journal of animal science**, v. 97, n. 11, p. 4625-4634.

Bernardi A, Silva AWL, Baretta D (2018) Meta-analytic study of response of nitrogen fertilization on perennial summer grasses. **Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia**, 70(2), 545-553.

Bono JAM, Dos Santos Rufino R, Gonçalves RC (2019) Fertilizantes Nitrogenados em Cobertura para Pastagem Marandu (*Brachiaria brizantha*) no Mato Grosso do

Sul. **Uniciências**, 23(2), 127-132.

Borghi E, Neto MMG, Resende RMS, Zimmer AH, Almeida RG, Macedo MCM (2018) **Recuperação de pastagens degradadas**. Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E).

Cabral CEA, Da Silva Cabral L, Silva EMB, Dos Santos Carvalho K, Kroth BE, Cabral CHA (2016) Resposta da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a fertilizantes nitrogenados associados ao fosfato natural reativo. **Comunicata Scientiae**, 7(1), 66-72.

Cardoso AS, Berndt A, Leytem A, Alves BJR, De Carvalho IDN, De Barros Soares LH, Urquiaga S, Boddey RM (2016) Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use. **Agricultural Systems**, v.143, p. 86-92.

Carmona P, Costa DFA, Silva LFP (2020) Feed efficiency and nitrogen use rankings of *Bos indicus* steers differ on low and high protein diets. **Animal Feed Science and Technology**, p. 114493.

Carvalho PCDF, Trindade JKD, Macari S, Fisher V, Poli CHEC, Lang CR (2007) Consumo de forragens por bovinos em pastejo. **Simpósio Sobre Manejo Da Pastagem**, 24, 177-218.

Carvalho PCF, Marçal GK, Ribeiro Filho HMN, Poli CHEC, Trindade JK, Oliveira JOR, Nabinger C, Moraes A (2001) Pastagens altas podem limitar o consumo dos animais. Anais... Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, Piracicaba. p.853-871.

Carvalho TBDe, Zen SDe (2017) The beef cattle chain in Brazil: evolution and trends. **Revista iPecege**, v.3, n.1, p.85-99.

Casagrande DR, Azenha MV, Vieira BR, Resende FD, Faria MH, Berchielli TT, Ruggieri AC, Reis RA (2013) Performance and carcass quality of feedlot or pasture finished Nellore heifers according to feeding managements in the postweaning phase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.12, p.899-908.

Casagrande DR, Ruggieri AC, Moretti MH, Berchielli TT, Vieira BR, Roth APTP, Reis RA (2011) canopy structure and performance of beef heifers under supplementation in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pastures maintained with three grazing intensities in a continuous stocking system. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2074-2082.

Castagnara DD, Zoz T, Krutzmann A, Uhlein A, Mesquita EE, Neres MA, De Oliveira PSR (2011) Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, 32(4), 1637-1647.

Cecato U, Pereira LAF, Jobim CC, Martins EN, Branco AF, Galbeiro S, Machado A O (2004) Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a composição químico-bromatológica do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandu). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 26(3), 399-407.

Corrêa LA (2000) Pastejo rotacionado para produção de bovinos de corte. **Simpósio De Forragicultura e Pastagens**, Lavras, p.149-177.

Corsi M, Martha JR GB (1997) Manutenção da fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo rotacionado. Anais... Simpósio Sobre Manejo Da Pastagem, 14., Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 1997. p.161- 193.

Corsi M, Menezes MJT, Goulart RCD (2004) Manejo do pastejo para altas taxas de lotação. Anais... Simpósio Goiano Sobre Manejo E Nutrição De Bovinos De Corte E Leite. 6., 2004, Goiânia. CNBA, p. 299-321.

Costa KDP, De Oliveira IP, Faquin V (2006) **Adubação nitrogenada para pastagens do gênero *Brachiaria* em solos do Cerrado**. Embrapa Arroz e Feijão- Documentos (INFOTECA-E).

Costa VAC, Detmann E, Paulino MF, Valadares Filho SDC, Henriques LT, Carvalho IPCD, Valente TNP (2011) Consumo e dinâmica ruminal da fibra em detergente neutro em bovinos em pastejo no período das águas recebendo suplementação com nitrogênio não-proteico e/ou proteína verdadeira. **Revista Brasileira de Zootecnia**,

40(12), 2805-2814.

Costa-Roura S, Balcells J, De La Fuente G, Mora-Gil J, Llanes N, Villalba D (2020) Effects of protein restriction on performance, ruminal fermentation and microbial community composition in Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Animal Feed Science and Technology**, 114479.

Da Silva SC, Pedreira CGS (1997) Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. Anais... **Simpósio Sobre Ecossistemas De Pastagens**, 3., Jaboticabal, FUNEP, p. 1-62.

Dal Molin SJ, Ernani PR, Soldatelli P, Cassol PC (2018) Leaching and Recovering of Nitrogen Following N Fertilizers Application to the Soil in a Laboratory Study. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 49(9), 1099-1106.

De Carvalho Souza MT, Martuscello JA (2017) Produtividade de cultivares forrageiros no nordeste brasileiro. **PUBVET**, 12, 147.

De Jesus EF, Conti LHA, Tomazi T, Migliano MEDA, Barreiro JR, De Rezende Naves J, Dos Santos MV (2011) Teores de proteína bruta e fontes nitrogenadas em dietas com cana-de-açúcar na alimentação de vacas leiteiras. **Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal**, 190-211.

De Souza PT, Banyas VL, Dias M, Stein VC, Cadore R, Schumacher PV (2016) Physiological Characteristics, Root Mass and Crude Protein of Brachiaria Brizantha Cv. Marandu under Inoculation or Nitrogen Fertilization. Anis... 10th International Rangeland Congress p. 224.

De Souza Ramos DG, Oliveira F, Freires L, Das Neves Neto JT, Braga ÍA (2017) Cadeia Produtiva da Carne Bovina no Brasil. **Revista Interação Interdisciplinar** 1(1), 229-244.

Delevatti LM, Romanzini EP, Koscheck JFW, Araujo TLR, Renesto DM, Ferrari AC, Barbero RP, Mulliniks JT, Reis RA (2019) Forage management intensification and supplementation strategy: Intake and metabolic parameters on beef cattle production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 247, p. 74-82.

Detmann E, Valente EE, Batista ED, 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.

Dupas E, Buzetti S, Rabelo FHS, Sarto A, Cheng NC, Filho MCMT, Galindo FS, Dinalli RP, De Niro Gazola R (2016) Nitrogen recovery, use efficiency, dry matter yield, and chemical composition of palisade grass fertilized with nitrogen sources in the Cerrado biome. **Australian Journal of Crop Science**, 10(9), 1330.

Echeverria JR, Euclides VPB, Sbrissia AF, Montagner DB, Barbosa RA, Nantes NN (2016) Acúmulo de forragem e valor nutritivo do híbrido de Urochloa'BRS RB331 Ipyporã' sob pastejo intermitente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 51(7), 880-889.

Edvan RL (2018) **Sistemas Conservacionistas de Recuperação de Pastagem Degradada**. Appris Editora e Livraria Eireli-ME, 2018.

Euclides VPB (2000) **Alternativas para intensificação da produção de carne bovina em pastagem**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 65p.

Euclides VPB, Macedo MCM, Oliveira MP (1999) Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* em pastejo. Anais... Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 36., 1999, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBZ, 1 CD-ROM.

Factori MA, Gomes Silva PC, Gonçalves DM, Neto S, Neto AS, Maratti CHZ, Tiritan CS (2017) Produtividade De Massa De Forragem E Proteína Bruta Do Capim Mombaça Irrigado Em Função Da Adubação Nitrogenada. **Colloquium Agrariae**, vol. 13, No. 3.

Fageria NK (2014) Nitrogen management in crop production. Boca Raton: CRC.

Forbes JM, France J (1993) Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. Oxon: **Cab International**, 515p.

Galindo FS, Buzetti S, Teixeira Filho MCM, Dupas E, Carvalho FDC (2018) Manejo da adubação nitrogenada no capim-mombaça em função de fontes e doses de

nitrogênio. **Revista de Ciências Agrárias**, 41(4), 31-40.

Gomes ENO (2016) **Oferta de forragem na produção e viabilidade econômica de novilhas nelore em pastagem de brachiaria brizantha**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Higgs RJ, Chase LE, Ross DA, Van Amburgh ME (2015) Updating the Cornell Net Carbohydrate and Protein System feed library and analyzing model sensitivity to feed inputs. **Journal of dairy science**, v. 98, n. 9, p. 6340-6360.

Hoffmann A, Cardoso AS, Fonseca NVB, Romanzini EP, Siniscalchi D, Berndt A, Ruggieri AC, Reis RA (2021) Effects of supplementation with corn distillers' dried grains on animal performance, nitrogen balance, and enteric CH₄ emissions of Nellore fed a hightropical forage diet. **Animal: An International Journal of Animal Bioscience**, (no prelo).

Hristov AN et al (2013) Special topics—Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 11, p. 5045-5069.

IPNI. Fertilizantes. 2014. Disponível em: <http://brasil.ipni.net/article/brs-3132#aparente>.

Jaguaribe TL, Soares N, Rodrigues PR, Bellan J, Paciullo D, Morenz M, Gomide CDM (2019) Estrutura do dossel, massa de forragem e produção de leite em pastagem de cultivares de *Brachiaria sp.* Anais... Workshop De Iniciação Científica Da Embrapa Gado De Leite, 23., Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora.

Jenkinson DS (2001) The impact of humans on the nitrogen cycle, with focus on temperate agriculture. **Plant Soil**, v.228, p.3-15.

Koscheck JFW, Romanzini EP, Barbero RP, Delevatti LM, Ferrari AC, Mulliniks JT, Mousquer CJ, Berchielli TT, Reis RA (2020) How do animal performance and methane emissions vary with forage management intensification and supplementation? **Animal Production Science**, v.X, p.X.

Lemos GB (1996) **Crescimento e atividade das enzimas de assimilação do nitrogênio em plantas jovens de seringueira (Hevea brasiliensis Muell. Arg.) cultivadas com diferentes relações de nitrato e amônio**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Lima JES, Nascente AS, Da Silveira PM, Leandro WM (2018) Volatilização da amônia da ureia estabilizada com NBPT na adubação em cobertura da *Urochloa ruziziensis*. **In Colloquium Agrariae**. Vol. 14, No. 1, pp. 92-100.

Liu S, Wang JJ, Tian Z, Wang X, Harrison S (2017) Ammonia and greenhouse gas emissions from a subtropical wheat field under different nitrogen fertilization strategies. **Journal of Environmental Sciences**, 57, 196-210.

Magalhães AF, Pires AJV, Carvalho GGPD, Silva FFD, Sousa RS, Veloso CM (2007) Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1240-1246.

Manzatto CV, Pereira SEM, Pedreira BC (2014) Zoneamento de risco edáfico de ocorrência da SMB nas áreas antropizadas do Mato Grosso. Anais... Simpósio De Pecuária Integrada, Sinop, MT. Intensificação da produção animal em pastagens. 294 p. p. 203-216.

Marschner H (2012) **Mineral nutrition of higher plants**. 3rd ed. Melbourne: Elsevier, 651 p.

McCarthy Jr RD, Klusmeyer TH, Vicini JL, Clark JH, Nelson DR (1989) Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. **Journal of Animal Science** , v.70, n.8, p.2002- 2009,

Medica JAS, Reis NS, Santos MER (2017) Caracterização morfológica em pastos de capim Marandu submetidos a frequências de desfolhação e níveis de adubação. **Ciência Animal Brasileira**, v. 18.

Mertens DR, Grant RJ (2020) Digestibility, and intake. **Forages: the science of grassland agriculture**, 2, 609-631.

Mott GO (1960) Grazing pressures and the measurement of pastures production. Anais... International Grassland Congress, 8., 1960, Proceedings... Reading: p.606-611.

National Academies Of Sciences, Engineering, And Medicine (2016) **Nutrient requirements of beef cattle.** 8th revised edn. (National Academies Press: Washington, DC).

Nocek JE, Russell JB (1988) Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 8, p. 2070-2107.

Oenema O, Pietrzak S (2002) Nutrient management in food production: Achieving agronomic and environmental targets. Ambio: **A Journal of the Human Environment**, v.31, p.159-168.

Oliveira AS, Campos JMS, Valadares Filho SC, Assis AJ, Teixeira RMA, Renno LN, Pina DS, Oliveira GS (2007) Substituição do milho pela casca de café ou de soja em dietas para vacas leiteiras: comportamento ingestivo, concentração de nitrogênio ureico no plasma e no leite, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 36(1):205-215.

Oliveira AA (2014) **Manejo do pasto de capim marandu e suplementação com diferentes fontes de energia na recria de tourinhos nelore.** Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária. Tese (Doutorado em Zootecnia).

Paciullo DSC, Gomide JÁ, Queiroz DS, Da Silva EAM (2001) Composição química e digestibilidade in vitro de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção do perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.3, p.964-974.

Paula CCL, Euclides VPB, Montagner DB, Lempp B, Difante GS, Carloto MN (2012) Estrutura do dossel, consumo e desempenho animal em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 64(1), 169-176.

Pedreira CGS, Mello ACLDe, Otani L (2001) O processo de produção de forragem em pastagens. *Anais... Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 38, p. 772-807.

Poppi DP, Hughes TP, L'huillier PJ (1997) Intake of pasture by grazing ruminants. *Anais... NICOL, A.M Livestock feeding on pasture*. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production, p.55-64.

Poppi DP, Hughes TP, L'Huillier PJ (1987) Intake of pasture by grazing ruminants. **Livestock feeding on pasture**. New Zeal. Soc. Anim. Prod.7, 55–64.

Poppi DP, Mclennan SR (1995) Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, p.278-290.

Primavesi AC, Primavesi O, Correa LDA, Cantarella H, Da Silva AG, De Freitas AR (2004) **Adubação nitrogenada em capim-Coastcross: Efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio**. Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em periódico indexado (ALICE).

Reis RA, Ruggieri AC, Casagrande DR, Páscoa AG (2009) Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.147- 159.

Reis RR, Ruggieri AC, Oliveira AA, Azenha MV, Casagrande DR (2012) Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, p. 642-655.

Ribeiro KG, Pereira OG (2010) Valor nutritivo do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Veterinária e Zootecnia**, v.17, n.12, p.560-567.

Rochette P, Angers DA, Chantigny MH, Gasser MO, Macdonald JD, Pelster DE, Bertrand N (2013) NH_3 volatilization, soil NH_4^+ concentration and soil pH following subsurface banding of urea at increasing rates. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 83, p. 261-268.

Romanzini EP, Bernardes PA, Munari DP, Reis RA, Malheiros EB (2018) A review of

three important points that can improve the beef cattle productivity in Brazil. **Animal Husbandry, Dairy and Veterinary Science**, v.2, n.3, p.1-4.

Santana EAR (2017) **Composição morfológica e valor alimentício de capim-marandu e comportamento de bovinos nelore em sistemas integrados de produção agropecuária**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

Santos ER, Carvalho BR, Rodrigues PM, Basso KC, De Carvalho AN (2018) Características estruturais do capim-marandu diferido com alturas e doses de nitrogênio variáveis. **Archivos de zootecnia**, 67(259), 420-426.

Santos FAP, Correia OS, Ramalho TR, Costa DFA (2007) Sistemas intensivos de recria de bovinos com suplementação em pastagens e confinamento. Anais... Simpósio sobre Bovinocultura de Corte: Requisitos de qualidade na bovinocultura de corte. 6, Piracicaba, p. 183-219, 2007.

Silva LFP, Dixon RM, Costa DFA (2019) Nitrogen recycling and feed efficiency of cattle fed protein-restricted diets. **Animal Production Science**, 59(11), 2093-2107.

Sollenberger LE, Vanzant ES (2011) Interrelationships among forage nutritive value and quantity and individual animal performance. **Crop Science**, v.51, p.420-432. 2011.

Sousa DMGDe, Vilela L, Lobato E, Soares WV (2001) **Uso de gesso, calcário e adubos para pastagens no cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 22 p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 12).

Tamminga S (1996) A review on environmental impacts of nutritional strategies in ruminants. **Journal of Animal Science**. 74:3112–3124.

Tasca FA, Ernani PR, Rogeri DA, Gatiboni LC, Cassol PC (2011) Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 35(2), 493-502.

Teixeira JC (1992) **Nutrição de ruminantes**. Lavras, MG: Edições FAEPE. 239p.

Vandehaar MJ, St-Pierre N (2006) Major advances in nutrition: relevance to the sustainability of the dairy industry. **Journal of dairy science**, v. 89, n. 4, p. 1280-1291.

Werner JC, Paulino VT, Cantarella H (1996) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, p. 263-273. (IAC. Boletim técnico, 100).

2. CAPÍTULO 2 – FONTES DE ADUBOS NITROGENADOS NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE CAPIM-MARANDU NO PERÍODO DAS ÁGUAS

Resumo: Foram avaliados os efeitos de diferentes fontes de adubos nitrogenados aplicados em pastagens de *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante a estação chuvosa sobre a massa, qualidade da forragem e produção animal. O experimento foi conduzido segundo o delineamento em blocos casualizados (DBC) com quatro tratamentos e três repetições (piquetes). As fontes de nitrogênio (N) estudadas foram: ureia, sulfato de amônio, nitrato de amônio (150 kg N ha^{-1}), além de um tratamento controle, sem fertilizante nitrogenado. A massa de forragem, taxa de acúmulo de forragem, taxa de lotação e ganho por área foram superiores nos pastos nos quais foram utilizados nitrogênio, independente da fonte de N ($p < 0,05$). Os teores de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA) foram menores nos pastos adubados com sulfato e nitrato de amônio. Os teores de proteína bruta (PB), foram maiores nos pastos adubados com sulfato ou nitrato de amônio ($p = 0,0001$). A digestibilidade da matéria seca (MS) foi superior nos pastos fertilizados, ($p = 0,0016$), e não houve diferença no consumo de matéria seca dos animais mantidos nos pastos submetidos aos diferentes tratamentos ($p = 0,5755$). Portanto, a aplicação de nitrogênio no sistema pastoril, independentemente da fonte, é uma alternativa viável para elevar a produção de massa e a qualidade do capim-marandu, bem como as produções por animal e por área.

Palavras-chave: bovinocultura de corte, manejo da adubação, pastagens, recria, valor nutritivo.

2.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de carne bovina, apresentando o maior rebanho mundial de aproximadamente 213,68 milhões de cabeças (ABIEC, 2020). O Produto Interno Bruto (PIB) da pecuária contribui com 8,7% para o PIB total brasileiro. Apesar de sua grande relevância para a economia nacional e internacional, a pecuária brasileira apresenta baixos índices produtivos de produção animal baseados em sistemas de pastejo com baixo nível tecnológico, que resultam em pastagens muitas vezes degradadas ou abaixo do seu potencial produtivo (Romanzini et al., 2018).

O conceito de intensificação sustentável (IS) se apresenta como uma importante ferramenta que visa aumentar a produtividade da cadeia da carne bovina, além de contribuir para a redução gradativa e proporcional do impacto ambiental (Tedeschi et al., 2015). O manejo das pastagens realizado por meio de ajuste da taxa de lotação em função da oferta de forragem, adubação, podem aumentar os ganhos por animal e por área (Barbero et al., 2015, Delevatti et al., 2019, Koscheck et al., 2020), atuando assim como ferramentas eficientes nos processos de IS dos sistemas de produção a pasto.

O Brasil apresenta grande potencial para elevar a produtividade da carne bovina adotando estratégias de IS, pois a pastagem constitui a base da alimentação dos rebanhos (Cardoso et al., 2020), e assim, a eficiência na utilização dos pastos nem sempre corresponde ao potencial esperado (Barbero et al., 2015). A adubação nitrogenada é uma das estratégias de maior eficiência para aumentar a produção e qualidade da forragem, pois proporciona maior emissão de perfilhos e folhas verdes, responsáveis pela maior produção de massa seca (Rezende et al., 2011), proporcionando estrutura do pasto que resulta em maior consumo de forragem, propiciando maior taxa de lotação (Delevatti et al., 2019). O nitrogênio (N) proveniente da adubação, associado ao manejo das pastagens melhora o valor nutritivo da forragem, devido ao aumento dos teores das frações nitrogenadas solúveis e redução do teor de fibras (Delevatti et al., 2019).

Dentre os fertilizantes nitrogenados mais utilizados, destacam-se a ureia (44 a 46% de N), o nitrato de amônio (30 a 33% de N) e o sulfato de amônio (20 a 21% de N) (Rochette et al., 2013), cada um com características particulares quando

utilizados nos sistemas de produção a pasto.

Embora seja conhecidos os benefícios da adubação nitrogenada ainda não se conhece os efeitos de diferentes fontes de adubos sobre a produção de forragem e animal. Frente as diferentes possibilidades de fertilizantes nitrogenados disponíveis ao uso no manejo do pasto, o presente estudo tem como hipótese que a adubação nitrogenada aumentará o teor de proteína e reduzirá o teor de fibra da forragem, a inclusão de N irá aumentar a produtividade em relação a não utilização, a fonte nitrato de amônio proporcionará maior produtividade de forragem e animal em relação a fonte ureia. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da aplicação de diferentes fontes de adubo nitrogenado (ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio) sobre a massa, qualidade da forragem e produção animal na recria de tourinhos nelore mantidos em pastos de capim-marandu durante o período das águas.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos adotados seguiram os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotados pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), em reunião ordinária em 13 de setembro de 2019 (Protocolo nº 011343/19).

2.2.1 Local e área experimental

O estudo foi conduzido no Setor de Forragicultura e Pastagens da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, pertencente à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCAV/Unesp), situada no município de Jaboticabal/SP. O local apresenta latitude de 21°14'05" S, longitude de 48°17'09" W e 615 m de altitude. Os dados meteorológicos (Tabela 1) durante o período experimental foram extraídos de um conjunto de dados pertencentes ao acervo do Departamento de Ciências Exatas da Estação Agroclimatológica desta mesma IES.

Tabela 1. Valores mensais mínimos e máximos da temperatura, armazenamento de água no solo, evapotranspiração real, deficiência, excedente, precipitação pluvial e dias de chuvas durante o período experimental.

Mês/Ano	Temperatura (°C)		ARM (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Chuva (mm)	Dias de Chuva
	Máxima	Mínima						
Dez/19	30,6	20,5	41	130	0	0	167,7	17
Jan/20	31,6	20,5	100	131	0	220	350,4	20
Fev/20	29,8	20,3	100	106	0	75	181,1	18
Mar/20	31,4	18,5	91	111	0	0	101,9	6
Abr/20	30,1	16,1	30	47	33	0	32,6	1

ARM: armazenamento de água no solo; ETR: evapotranspiração real; DEF: deficiência; EXC: excedente. Dados obtidos do Departamento de Ciências Exatas de FCAV/Jaboticabal, localizada a 800 m da área experimental.

A área experimental na qual foram realizadas as avaliações dos animais em pastejo, é formada com *Urochloa brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf cv Marandu, onde foram utilizados 12 piquetes experimentais, uma área de 9,6 ha, além de 1 ha de piquete reserva. Amostras de solo foram coletadas no dia 15/05/2019 para realização de análises de fertilidade, a fim de efetuar correções antes de se iniciar o experimento. Os pastos receberam adubação de correção de P e K em todos os piquetes de acordo com os resultados da análise de solo, atendendo o preconizado por Werner et al., (1996).

2.2.2 Experimento, animais e método do pastejo

O experimento foi conduzido durante a fase de recria dos animais, em condição de pastejo, durante o período das águas entre dezembro 2019 e abril 2020. Foram utilizados 66 tourinhos da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) com peso corporal (PC) inicial médio de aproximadamente 230 kg. O método de pastejo utilizado foi o pastejo contínuo com taxa de lotação variada, dos 66 animais, 45 foram utilizados como animais “testers” e os outros 21 como reguladores, de acordo com a técnica “put and take” (Mott e Lucas, 1952) para manutenção da altura dos pastos em 25 cm, equivalente à interceptação luminosa (IL) de 95%. Esta altura foi adotada com base em estudos realizados por Barbero et al. (2015), Santana et al. (2017) e Koschesk et al. (2020) que relataram elevados ganhos individuais e por área, quando adotaram este critério de manejo no capim-marandu.

2.2.3 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram compostos por três fontes de fertilizantes nitrogenados sendo ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio, aplicados na mesma dosagem de nitrogênio (150 kg N/ha/ano), além de um tratamento controle, sem adição de N. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC), com três repetições por tratamento (piquetes), 12 unidades experimentais. O período experimental compreendeu 112 dias. As estratégias de amostragem dependeram da variável estudada. As avaliações das variáveis massa de forragem, composição morfológica e química foram realizadas a cada 28 dias. O desempenho animal foi avaliado ao dia 84. O consumo e a digestibilidade foram avaliadas entre os dias 90 e 100 do período experimental. Anteriormente ao período experimental os animais foram submetidos a 15 dias de adaptação as condições experimentais, durante a adaptação e todo período de avaliações, os animais receberam suplemento mineral (*ad libitum*).

As adubações foram parceladas em três aplicações de 50 kg/ha ao longo do período experimental, sendo a primeira realizada no dia 11 de dezembro 2019, logo após o pastejo de uniformização, a segunda adubação ocorreu no dia 31 de janeiro de 2020 e a última no dia 28 de fevereiro de 2020, aplicações estas dependentes das condições climáticas. O ajuste de taxa de lotação foi em função da altura pré-estabelecida de forma que todos os piquetes tinham no mínimo três animais “testers” durante todo o período de avaliação.

De forma a evitar o confundimento pela interação entre os nutrientes das fontes de adubos nitrogenados, os tratamentos receberam a mesma quantidade de N, P, K e S conforme a Tabela 2. O tratamento 150 kg de N/ha na forma de sulfato de amônio, forneceu 180 kg de S/ha. Para igualar a quantidade de S nos outros tratamentos, utilizou-se gesso agrícola, optou-se por fornecer 80 kg de P e 80 kg de K.

Tabela 2. Quantidade de cada elemento e a fonte de fertilizante utilizada por tratamento.

Aplicado (kg/ha)	Tratamento			
	Ureia	SA	NA	CO
Nitrogênio	150	150	150	-
Ureia (45%N)	333	-	-	-
Sulfato de Amônio (20%N)	-	750	-	-
Nitrato de Amônio (33%N)	-	-	450	-
Fósforo e Potássio	80	80	80	80
Formulado NPK: 0-20-20	400	400	400	400
Enxofre	180	180	180	180
Gesso Agrícola (15%S)	1200	-	1200	1200
Sulfato de Amônio (24%S)	-	750	-	-

CO: tratamento controle, sem adição de fertilizante nitrogenado; UR: fertilização com ureia (150 kg de N/ha); SA: fertilização com sulfato de amônio (150 kg de N/ha); NA: fertilização com nitrato de amônio (150 kg de N/ha); N: nitrogênio; S: enxofre; NPK: nitrogênio, fósforo e potássio.

2.2.4 Massa, composição morfológica, oferta e taxa de acúmulo de forragem

A altura média do dossel foi avaliada a cada 7 dias, a partir da medição de 80 pontos aleatórios por hectare com auxílio de uma bengala graduada, para ajustar a lotação e assim manter a altura do pasto em 25 cm (Barthram, 1985). As avaliações da massa foram feitas a cada 28 dias totalizando 4 avaliações durante o período experimental, por meio do corte e coleta de amostras de forragem em cada piquete, considerando a média das alturas.

A estimativa da massa de forragem (MF) foi realizada por meio do corte e coleta de quatro amostras de forragem em pontos representativos (altura média) em cada piquete. A forragem foi cortada rente ao solo em área delimitada por aro circular de 0,25m². As amostras foram pesadas inicialmente, depois sub amostradas em 2 partes, sendo uma para determinação da composição morfológica dos pastos, separadas manualmente em material morto (folha e colmo), colmos verdes (bainha foliar e colmo) e folhas verdes, e uma para estimativa da disponibilidade de massa seca total (MST, kg MS/ha) de forragem de cada piquete. As amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 55° C por 72h e pesadas.

A oferta de forragem (OF) foi calculada em função da MF e da carga animal em cada piquete. A produção de forragem foi determinada através do método das

gaiolas de exclusão (Klingman et al., 1943). Para a estimativa do acúmulo de forragem, foram utilizadas 2 gaiolas de exclusão de 1m² por piquete, sendo 6 por tratamento. A cada 28 dias, as gaiolas foram alocadas em pontos representativos da altura média do dossel, com características semelhantes às áreas sob pastejo. A massa de forragem, dentro e fora da gaiola, foi obtido por corte ao nível do solo. Após cada corte, as gaiolas foram realocadas em outros pontos do piquete, seguindo a mesma metodologia. O acúmulo de forragem em kg/ha/dia de MS foi determinada pela diferença entre as MF dentro (corte atual) e fora (corte anterior) da gaiola, dividida pelo número de dias entre as amostragens. As amostras foram pesadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C, por 72h.

2.2.5 Valor nutritivo

Para determinação do valor nutritivo da forragem as amostras do pasto que representam a fração consumida pelos animais foram coletadas a cada 28 dias através do método "*hand-plucking*" (Halls, 1954) que consiste em colher a forragem após prévia observação do hábito de pastejo dos animais. As amostras frescas foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 72h. Após a pré-secagem, todas as amostras de forragem, foram processadas em moinho do tipo Willey, com peneira de malha com crivo de 1mm, exceto para análises de FDNi (fibra em detergente neutro indigestível) que foram moídas em peneira de malha com crivo de 2mm, conforme Valente et al. (2011).

As amostras foram quantificadas quanto aos teores de matéria seca (MS, método 934.01), matéria orgânica (MO, método 942.05), extrato etéreo (EE, método 954.02) de acordo com a AOAC (1990). O N total (e posteriormente a proteína bruta (PB), multiplicando-se N total por 6,25) pelo método de Kjeldahl (método INCT-CA N-001/1), constituintes da fração fibrosa, como fibra em detergente neutro (FDN; método INCT-CA F-001/1), fibra em detergente ácido (FDA; método INCT-CA F-003/1) e lignina pelo método da hidrólise ácida da celulose (INCT-CA F 005/1).

O nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) da forragem foram determinados pelo método INCT-CA N-001/1 (Kjeldahl). A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foi obtida por procedimento de incubação *in situ* por 288h de acordo com Valente et al., (2011).

As avaliações de consumo, de digestibilidade aparente dos nutrientes foram realizadas entre os dias 90 e 100 após o início do experimento. Para estimativa da produção fecal foi utilizado como marcador externo o óxido crômico (Cr_2O_3), fornecido na dose de 10 gramas durante 10 dias, sendo sete dias de adaptação e três dias de coleta de fezes. O Cr_2O_3 foi acondicionado em cartuchos de papel e fornecido via sonda esofágica, às 8h00. As coletas de fezes foram realizadas uma vez por dia, em dias e horários distintos (7h00, 11h00 e 16h00), posteriormente, as amostras foram secas a 55°C por 72h, processadas e armazenadas para posterior análise química, a determinação da matéria seca foi mediante a secagem desse material a 105 °C por 16h. O consumo de forragem foi calculado a partir das estimativas de excreção fecal e da FDNi como marcador interno.

2.2.6 Desempenho dos animais

O ganho médio diário (GMD) dos animais foi avaliado por meio das pesagens no dia 0 e 84 do período experimental e após jejum prévio alimentar e hídrico de 14h. Foram realizadas pesagens a cada 28 dias sem jejum prévio para ajuste na taxa de lotação, monitoramento dos animais, aplicação de vermífugos e vacinas obrigatórias, quando necessário.

O ganho por área foi calculado considerando os ganhos individuais médios dos animais “testers” e o número de animais em cada piquete durante o período avaliado, considerando o número de animais dias. Os animais usados como reguladores foram considerados nos cálculos para determinação da taxa de lotação e ganho por área considerando os dias de ocupação destes em cada piquete. (Mott e Lucas, 1952). O peso corporal total dos animais mantidos em cada piquete, em cada período determinado, permitiu determinar a taxa de lotação em unidades animal por hectare (1 UA considerou 450 kg PC/ha), bem como a oferta de MS total, e de lâminas foliares.

2.2.7 Análises estatísticas

Médias de cada variável coletada foram calculadas para cada piquete. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC). As análises estatísticas compreenderam quatro tratamentos e três repetições por tratamento

(n = 12). A normalidade dos erros e a homocedasticidade dos dados foram verificadas pelos procedimentos PROC UNIVARIATE do SAS® (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2008). O modelo matemático foi representado por:

$$Y_{ij} = m + b_j + t_i + e_{ij}$$

em que: Y_{ij} é o valor observado da característica estudada, no tratamento i e no bloco j , m é a média geral (de todas as observações) do experimento, t_i é o efeito do tratamento i ; e_{ij} é o erro aleatório. Os tratamentos foram comparados usando o teste de Tukey ($P < 0,05$) usando o PROC MIXED de SAS® (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2008).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fontes de adubo nitrogenado afetaram a massa de forragem ($p < 0,001$) e composição morfológica (folha verde, colmo verde e material morto) do capim-marandu ($p < 0,05$), independente da fonte, a massa de forragem aumentou em relação ao controle (Tabela 3).

Tabela 3. Massa de forragem, frações morfológicas e composição bromatológica de pastos de capim-marandu adubados com diferentes fontes de nitrogênio durante fase de recria de tourinhos nelore.

Variáveis	Tratamento				EPM	p-Valor
	CO	UR	SA	NA		
Massa de Forragem (t.MS/ha)	5,9b	7,4a	7,6a	6,8a	0,019	<0,001
TAF ¹ (kg.MS/dia)	37,2b	77,2a	82,5a	81,4a	0,573	0,001
Oferta de forragem (kg.MS/kg.PC)	4,9	4,2	4,3	3,8	0,195	0,131
Folha Verde (%)	28,3	28,3	29,7	28,0	0,013	0,891
Colmo Verde (%)	26,3b	32,7a	30,9a	31,4a	0,002	0,001
Material Morto (%)	45,3a	38,7b	39,4b	40,4b	0,007	0,003
<i>Composição Química (%MS)</i>						
Matéria Orgânica	90,9b	91,7a	91,5ab	91,1ab	<0,001	0,008
FDNcp ²	60,3a	58,5ab	56,8b	57,5b	0,004	<0,001
FDNpd ³	38,3a	36,2ab	35,1b	34,1b	0,904	<0,001
FDNi ⁴	21,9	21,3	21,7	22,3	0,203	0,886
FDA ⁵	34,5a	33,1ab	32,2b	32,2b	0,005	<0,001
CNF ⁶	17,3a	15,8b	15,1b	14,7b	0,970	<0,001
Proteína Bruta	11,7c	15,9b	17,9a	17,6a	0,002	<0,001

Na linha, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CO: tratamento controle, sem adição de fertilizante nitrogenado; UR: fertilização com ureia (150 kg de N/ha); SA: fertilização com sulfato de amônio (150 kg de N/ha); NA: fertilização com nitrato de amônio (150 kg de N/ha); EPM: erro padrão da média. ¹Taxa de acúmulo de forragem; ²Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; ³Fibra insolúvel em detergente neutro potencialmente digestível; ⁴Fibra insolúvel em detergente neutro indigestível; ⁵Fibra insolúvel em detergente ácido; ⁶Carboidratos não fibrosos.

O capim-marandu apresenta alta capacidade responsiva à adubação nitrogenada e a ausência desse nutriente limita o aparecimento de novos perfilhos (Guelfi-silva et al., 2013), resultando na redução da produção de massa seca e no potencial de recuperação da pastagem degradada. O N exerce papel importante no desenvolvimento de perfilhos e, conseqüentemente, na produção de massa, pois faz parte das proteínas e ácidos nucléicos, os quais participam ativamente da síntese de compostos orgânicos, que formam a estrutura do perfilho (Malavolta, 2006).

A análise dos dados da Tabela 3 evidenciou alterações na massa da forragem, observando-se que os pastos não adubados (tratamento CO) a porcentagem de material morto foi superior ($p=0,003$). Segundo Pereira et al. (2011) a aplicação de N também estimula o perfilhamento, resultando em maior número de perfilhos no dossel, no entanto, os mesmos, são menores, já a ausência de

adubação nitrogenada resulta em desenvolvimento individual dos perfilhos (maiores), porém com menor densidade populacional, ou seja, menor massa total.

O menor acúmulo de forragem foi observado nos pastos do tratamento Controle, em relação aos demais. A taxa de acúmulo de forragem é o resultado do balanço entre os processos de produção e de senescência da forragem (Fagundes et al., 2005), sendo que o N é essencial para o crescimento de raízes e fotossíntese, desta forma quando aplicado aumenta a produção, provavelmente, sendo o fato que interferiu na diferença da TAF entre os tratamentos ($p<0,001$).

O manejo dos pastos do capim-marandu segundo o critério de interceptação luminosa de 95% proposto por Brougham (1958), adotando a altura de 25 cm de acordo com dados de pesquisa de Santana et al., (2017), propiciou a obtenção de forragem de qualidade, semelhante a trabalhos conduzidos na mesma área (Barbero et al., 2015; Delevatti et al., 2019) em função da alta emissão de novos tecidos, o que proporciona alta porcentagem de folhas no dossel e o fato de não ocorrer alteração na porcentagem de folhas verdes, permitiu acesso dos animais a essa fração (Cardoso et al., 2020; Delevatti et al., 2019).

Quando a oferta de folha verde é limitante, o animal passa a ingerir folha seca e colmo, reduzindo a qualidade da dieta ingerida (Delevatti et al., 2019), contudo, trabalhando com a altura do dossel de 25 cm, não houve variação na oferta de forragem entre os tratamentos ($p=0,131$).

De acordo com Silva et al. (2013) a adubação pode proporcionar aumento considerável na massa seca de colmo em relação a não aplicação de N, de forma que, é esperado que a proporção de colmos seja maior quanto mais elevado o nível de adubação, e as plantas não adubadas, quando pastejada diminuem o alongamento do colmo com mais intensidade. De acordo com Alexandrino et al. (2005) a menor quantidade de massa seca de colmos das plantas forrageiras, na ausência de adubação N, deve-se ao menor alongamento do colmo e ao baixo perfilhamento.

Os teores de PB, FDNcp e FDNpd (Tabela 3) foram influenciados pelas fontes de N e a utilização ou não da mesma ($p<0,05$). A concentração de FDNcp e FDNpd diminuíram com a aplicação de N, exceto no tratamento ureia, que foi igual ao controle. Essa alteração nas concentrações pode ocorrer devido ao aumento da

PB e de outros componentes solúveis, que se acumularam no conteúdo celular e causaram diluição da parede celular (Peyraud e Astigarraga, 1998). É importante considerar que a FDN_{pd} é obtida através do cálculo: FDN_{cp} – FDN_i (Deswysen e Ellis, 1990).

A aplicação de N afetou os teores de proteína bruta (PB) da forragem ($p < 0,001$) sendo tal elevação causada pelo aumento da síntese de aminoácidos, proteínas, nitrato, peptídeos (Dupas et al., 2016). O teor de PB foi inferior no tratamento controle, já dentre os tratamentos fertilizados, a ureia foi responsável pela menor porcentagem de PB da forragem se comparada aos tratamentos sulfato e nitrato de amônio ($p = 0,0001$). Esse fato pode ser explicado em função das transformações desse fertilizante no solo, visto que a aplicação do N foi realizada a lanço em cobertura, resultando, em maiores perdas do nutriente na forma de gases para a atmosfera (Oliveira et al., 2007), limitando, com isso, as respostas ao mesmo.

As diferenças na PB, FDA e FDN_{cp} entre as fontes de N pode ter ocorrido devido às transformações da ureia na superfície do solo, resultando em grandes perdas de N para a atmosfera na forma de NH₃ e N₂O (Martha Júnior et al., 2004). De acordo com a análise dos dados da Tabela 3, observa-se que a fibra em detergente ácido (FDA) diminuiu com a aplicação de N, enquanto os teores de FDN_i não foram afetados ($p = 0,8860$).

Segundo a avaliação dos dados da Tabela 4, apenas o consumo de proteína bruta foi diferente ($p = 0,0122$) entre os tratamentos avaliados, em virtude, da maior porcentagem de PB na composição química dos pastos submetido aos tratamentos fertilizados (Tabela 3). O consumo de pasto é dependente da quantidade e da qualidade da forragem ofertada. Os fatores não nutricionais que afetam o consumo de matéria seca (MS) são a massa da forragem (kg MS/ha), composição estrutural (por exemplo, relação folha:colmo) e oferta de forragem (kg de massa de forragem disponível por kg de peso corporal) (Poppi et al., 1987).

Tabela 4. Consumo de nutrientes e coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes de tourinhos mantidos em pastagem de capim-marandu, adubados com diferentes fontes de nitrogênio, no período das águas.

Variáveis	Tratamento				EPM	p-Valor
	CO	UR	SA	NA		
<i>Consumo de Nutrientes</i>						
CMST (kg/dia)	7,46	8,77	8,09	8,12	0,248	0,575
CMS (%PC)	1,95	2,08	2,13	2,2	0,001	0,537
CMO (kg/dia)	6,82	8,05	7,41	7,43	0,228	0,553
CMOD (kg/dia)	4,61	5,95	5,26	5,23	0,440	0,234
CPB (kg/dia)	0,91b	1,42a	1,39a	1,45a	0,024	0,012
CFDNcp (kg/dia)	4,63	5,09	4,66	4,21	0,301	0,659
CNDT (kg/dia)	4,77	4,75	4,89	4,81	0,334	0,866
<i>Digestibilidade Aparente (%)</i>						
DMS	61,9b	71,4a	69,9a	71,5a	188,02	0,001
DMO	65,9b	73,8a	71,7a	73,1a	1930,3	0,001
DPB	63,7	64,1	63,9	67,7	3232,6	0,265
DFDNcp	63,4	68,5	63,9	65,2	2468,9	0,087

Na linha, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CO: tratamento controle, sem adição de fertilizante nitrogenado; UR: fertilização com ureia (150 kg de N/ha); SA: fertilização com sulfato de amônio (150 kg de N/ha); NA: fertilização com nitrato de amônio (150 kg de N/ha); EPM: erro padrão da média; CMST: consumo de matéria seca total; CMO: consumo de matéria orgânica; CMOD: consumo de matéria orgânica digestível; CPB: consumo de proteína bruta; CFDNcp: consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; DMS: digestibilidade da matéria seca; DMO: digestibilidade da matéria orgânica; DPB: digestibilidade da proteína bruta; DFDNcp: digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

O consumo de matéria seca total (CMST) não foi afetado ($p=0,5755$) em função das diferentes fontes de N utilizadas (Tabela 4), ou ausência da mesma, considerando que o consumo de pasto é regido por fatores nutricionais e não nutricionais. Os fatores nutricionais, segundo Reis et al. (2009) são aqueles decorrentes da dieta basal, sendo grande a influência determinada pela fibra insolúvel que participa diretamente no efeito de enchimento ruminal. Entretanto, fatores não nutricionais estão ligados ao efeito promovido pela planta através da estrutura do dossel disponível ao consumo e ao efeito dos animais na seleção da forragem, tamanho e taxa de bocados e tempo de pastejo, sendo que, o manejo do pasto adotado faz com que seja muito homogêneo todas essas variáveis (Reis et al., 2009).

Trabalhando com ajuste na taxa de lotação e altura de 25 cm, não houve diferenças no consumo de nutrientes, exceto a proteína bruta, devido ao valor

nutritivo da forragem, caracterizada por elevada oferta de forragem e baixas frações indigestíveis da mesma (Tabela 3). Considerando que a digestibilidade do alimento está relacionada com a capacidade de permitir que o animal utilize os nutrientes em maior ou menor proporção (Coelho Da Silva e Leão, 1979). Devido à qualidade da fibra presente neste estudo, apresentando uma elevada digestibilidade da matéria seca (Tabela 4), a taxa de passagem consequentemente também será maior, sendo esses fatores não nutricionais que podem afetar o consumo. Segundo Mertens e Grant, (2020) a ingestão de alimento é responsável por 70% da variação no potencial de produção animal e os 30% restantes é advindo da digestibilidade e eficiência de utilização dos alimentos.

A digestibilidade da matéria seca e da matéria orgânica foi superior quando aplicou N, independentemente da fonte utilizada ($p=0,001$). Este fato pode ser explicado devido a composição química da forragem consumida, sendo observado maior porcentagem de FDNcp e menor porcentagem de PB e também uma maior concentração de material morto no tratamento controle (Tabela 3).

O ganho médio diário (GMD) não foi afetado pelas fonte de N, ou ausência da mesma ($p=0,3576$, Tabela 5). Esse fato pode ser explicado através do manejo de pastejo adotado, pois, em um sistema que utilizam a técnica “put and take”, a taxa de lotação é ajustada para atingir a meta de manejo, que neste caso foi 25 cm de altura, dessa maneira o maior efeito da aplicação de N no desempenho animal pôde ser observado no ganho por área.

Tabela 5. Desempenho de tourinhos nelores recriados em pastagem de capim-marandu, adubados com diferentes fontes de nitrogênio, no período das águas.

Variáveis	Tratamento				EPM	p -Valor
	CO	UR	SA	NA		
Peso Inicial (kg)	310	306	283	275	-	-
Peso Final (kg)	381	377	350	343	-	-
GMD (kg/dia)	0,85	0,84	0,79	0,80	0,027	0,357
Taxa de lotação (UA/ha)	2,69b	5,75a	6,04a	5,98a	0,023	0,0001
Ganho área (@/ha)	21,87b	42,63a	45,15a	47,57a	0,262	0,003

Na linha, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CO: tratamento controle, sem adição de fertilizante nitrogenado; UR: fertilização com ureia (150 kg de N/ha); SA: fertilização com sulfato de amônio (150 kg de N/ha); NA: fertilização com nitrato de amônio (150 kg de N/ha); EPM: erro padrão da média; GMD: ganho médio diário.

A adubação nitrogenada do pasto tem como principal resultado o aumento da produção de massa de forragem (Santos et al., 2010), resultando no aumento da taxa de lotação e, conseqüentemente, elevado ganho por área como apresentado na Tabela 5. Devido ao ajuste na lotação para manter a altura de 25 cm, IL de 95%, dispunha menos animais nos pastos controle e também menor massa (Tabela 3), no entanto a quantidade de nutrientes disponível foi semelhante por animal, dado isso os ganhos por animal serem próximos. Sendo que o manejo adotado não influencia o ganho individual, quando não há uma suplementação (Casagrande et al., 2013), similar ao ocorrido no presente estudo.

Delevatti et al. (2019) avaliaram a produção de forragem, e os ganhos de peso por animal e por área; estes autores reportaram GMD de 0,939; 0,985; 0,879 e 0,967 kg/dia, respectivamente nos animais recriados em pastos não adubados e naqueles adubados com 90, 180 e 270 kg N/ha. Os valores observados confirmam a alta qualidade dos pastos do capim-marandu manejado em pastejo contínua e carga variável, mantendo a altura de 25 cm.

Mesmo apresentando maior teor de PB e menor teor de FDNcp quando utilizou-se o N, não houve diferença no GMD entre os tratamentos. Esse fato, também pode ser explicado pela falta de sincronismo entre energia e proteína no rúmen, ou seja, a alta degradabilidade dos compostos nitrogenados, somada ao alto conteúdo de carboidratos estruturais de lenta degradação da forragem promovem falta de sincronismo entre N e esqueletos de carbono oriundos da degradação dos carboidratos no rúmen. Esta condição, no entanto, gera perdas excessivas de compostos nitrogenados do ambiente ruminal na forma de amônia (NH₃) pela urina, gerando déficit proteico em relação às exigências para ganhos elevados (Poppi et al., 1997). O maior consumo de PB não foi suficiente para elevar o ganho de peso, sendo que, o que limitou o ganho possivelmente tenha sido a falta de energia (NRC, 2001).

Um efeito positivo oriundo da adubação nitrogenada, independente da fonte, foi encontrado na taxa de lotação e no ganho por área ($p < 0,001$). O aumento na taxa de lotação ocorreu devido ao maior acúmulo de forragem (Tabela 3), sendo que, esses aumentos podem ser obtidos com a fertilização com N e o manejo do capim-marandu a 25 cm de altura do dossel. A média da taxa de lotação brasileira é de 1,3

UA/ha (Wedekin et al., 2017), muito inferior aos resultados deste estudo. A utilização das fontes de N, também aumentou o ganho por área, consequência da maior taxa de lotação, resultados semelhantes foram observados por Cecato et al., (2017).

2.4 CONCLUSÕES

Concluí-se que a utilização de nitrogênio nos sistemas de produção de bovinos de corte em pastagem, durante a estação chuvosa, independentemente da fonte utilizada, é uma alternativa para elevar as produções de massa e animal por área. As fontes nitrato e sulfato de amônio, diminuíram o teor de fibra do capim-marandu, fatores que afetaram diretamente o valor nutritivo.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abiec – **Associação Brasileira Das Indústrias Exportadoras De Carnes**. Censo Agropecuário 2019. Disponível em: < <http://abiec.com.br/>>

Alexandrino E, Nascimento Júnior D, Regazzi AJ, Mosquim PR, Rocha FC, Souza DP (2005) Características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e frequências de cortes. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 01, p. 17-24, 2005.

AOAC. **Official Methods of Analysis**, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, 1990.

Barbero RP, Malheiros EB, Araújo TLR, Nave RLG, Mulliniks JT, Berchielli TT, Ruggieri AC, Reis RA (2015) Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 209, p. 110-118.

Barthram GT (1985) Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: ALCOCK, M.M. (Ed.) **Biennial Report of the Hill Farming Research Organization**. Midlothian: Hill Farming Research Organization, p.29-30.

Brougham R W (1958) Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of

pasture plants. **Australian Journal of Agricultural Research**, 9, 39–52.

Cardoso AS, Barbero RP, Romanzini EP, Teobaldo RW, Ongaratto F, Fernandes MHRR, Ruggieri AC, Reis RA (2020) Intensification: A Key Strategy to Achieve Great Animal and Environmental Beef Cattle Production Sustainability in Brachiaria Grasslands. **Sustainability**, v. 12, p. 6656.

Casagrande DR, Azenha MV, Vieira BR, Resende FD, Faria MH, Berchielli TT, Ruggieri AC, Reis RA (2013) Performance and carcass quality of feedlot or pasture finished Nelore heifers according to feeding managements in the postweaning phase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.12, p.899-908.

Cecato U, Junior JA, De Almeida Rego FC, Galbeiro S, Paris W, Scapim CA, Fakir GM (2017) Animal performance, production, and quality of Tanzania grass fertilized with nitrogen. **Semina: Ciências Agrárias**, 38(6), 3861-3870.

Coelho Da Silva JF, Leão MI (1979) Fundamentos de nutrição dos ruminantes. Piracicaba: **Livroceres**, 380 p.

Deswysen Ag e Ellis Wc (1990) Fragmentação e escape ruminal de partículas relacionadas a variações no consumo voluntário, comportamento de mastigação e extensão da digestão de FDN potencialmente digestível em novilhas. **Journal of Animal Science** , 68 (11), 3871-3879.

Delevatti LM, Romanzini EP, Koscheck JFW, Araujo TLR, Renesto DM, Ferrari AC, Barbero RP, Mulliniks JT, Reis RA (2019) Forage management intensification and supplementation strategy: Intake and metabolic parameters on beef cattle production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 247, p. 74-82.

Dupas E, Buzetti S, Rabelo FHS, Sarto A, Cheng NC, Filho MCMT, Galindo FS, Dinalli RP, De Niro Gazola R (2016) Nitrogen recovery, use efficiency, dry matter yield, and chemical composition of palisade grass fertilized with nitrogen sources in the Cerrado biome. **Australian Journal of Crop Science**, 10(9), 1330.

Fagundes JL, Fonseca DMD, Gomide JA, Nascimento Junior DD, Vitor CMT, Moraes RVD, Martuscello JA (2005) Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 40(4), 397-403.

Guelfi-Silva DR, De Pinho Costa KA, Faquin V, De Oliveira IP, Bernardes TF (2013) Rates and sources of nitrogen in the recovery of the structural and productive characteristics of marandu grass. **Revista Ciência Agronômica**, 44(1), 184.

Halls LK (1954) The Approximation of Cattle Diet through Herbage Sampling. **Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives**, v. 7, n. 6, p. 269-270.

Klingman DL, Miles SR, Mott GO (1943) The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. **Journal of the American Society of Agronomy**, 35(9), 739– 746.

Koscheck JFW, Romanzini EP, Barbero RP, Delevatti LM, Ferrari AC, Mulliniks JT, Mousquer CJ, Berchielli TT, Reis RA (2020) How do animal performance and methane emissions vary with forage management intensification and supplementation? **Animal Production Science**, v.X, p.X.

Malavolta E (2006) Manual de nutrição mineral de plantas. **São Paulo: Ceres**, 638 p.

Martha Júnior GB et al (2004) Manejo da adubação nitrogenada em pastagens Anais... Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 21: 2004, Piracicaba, SP. Anais..Piracicaba, SP, p. 155-215.

Mertens DR (2020) GRANT, R.J. Digestibility, and intake. **Forages: the science of grassland agriculture**, 2, 609-631.

Mott GO, Lucas HL (1952) The design conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures Anais... International Grassland Congress, 6,

1952, Pensylvania. Proceedings ...Pensylvania State College, p.1380-1395.

Nutrient Requirements Of Dairy Cattle 7ed. Washington, D.C.; **National Academic Press**, 381p. 2001.

Oliveira ASD, Campos JMDS, Valadares Filho SDC, Assis AJD, Teixeira RMA, Rennó LN, Oliveira GSD (2007) Substituição do milho pela casca de café ou de soja em dietas para vacas leiteiras: comportamento ingestivo, concentração de nitrogênio uréico no plasma e no leite, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36(1), 205-215.

Pereira VV, Fonseca DMD, Martuscello JA, Braz TGDS, Santos MV, Cecon PR (2011) Características morfogênicas e estruturais de capim-mombaça em três densidades de cultivo adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40(12), 2681-2689.

Peyraud J e Astigarraga L (1998) Revisão do efeito da fertilização com nitrogênio na composição química, ingestão, digestão e valor nutritivo da erva fresca: Consequências na nutrição animal e balanço de N. **Animal Feed Science and Technology**, 72 , 235-259.

Poppi DP, Hughes TP, L'Huillier PJ (1987) Intake of pasture by grazing ruminants. **Livestock feeding on pasture. New Zeal. Soc. Anim. Prod.**7, 55–64.

Poppi, DP., McLennan, SR., Bediye, S., De Vega, A., Zorrilla-Rios, J, 1997. Forage quality: strategies for increasing nutritive value of forages. In International Grassland Congress (Vol. 18, pp. 307-322).

Reis RA, Ruggieri AC, Casagrande DR, Páscoa AG (2009) Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.147- 159.

Rezende AV, Lima JF, Rabelo CHS, Rabelo FHS, Nogueira DA, Carvalho M, Faria Jr CNA, Barbosa LA (2011) Características morfofisiológicas da *Brachiaria brizantha*

cv. Marandu em resposta à adubação fosfatada. **Agrarian**, v. 4, n. 14, p. 335-343.

Rochette P, Angers DA, Chantigny MH, Gasser MO, Macdonald JD, Pelster DE, Bertrand N (2013) NH_3 volatilization, soil NH_4^+ concentration and soil pH following subsurface banding of urea at increasing rates. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 83, p. 261-268.

Romanzini EP, Bernardes PA, Munari DP, Reis RA, Malheiros EB (2018) A review of three important points that can improve the beef cattle productivity in Brazil. **Animal Husbandry, Dairy and Veterinary Science**, v.2, n.3, p.1-4.

Santana SS, Brito LF, Azenha MV, Oliveira AA, Malheiros EB, Ruggieri AC, Reis RA (2017) Canopy characteristics and tillering dynamics of Marandu palisade grass pastures in the rainy–dry transition season. **Grass and Forage Science**, 72(2), 261-270.

Santos MER, Fonseca DMD, Balbino EM, Silva SPD, Monnerat JPIDS (2010) Valor nutritivo de perfilhos e componentes morfológicos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39(9), 1919-1927.

Silva DRG, Costa KAP, Faquin V, Oliveira IP, Bernardes TF (2013) Taxas e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu. **Rev. Cienc. Agron.** 44 , 184–191.

Tedeschi LO, Muir JP, Riley DG, Fox DG (2015) The role of ruminant animals in sustainable livestock intensification programs. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, 22(5), 452-465.

Valente TNP, Detmann E, Valadares Filho SDC, Queiroz ACD, Sampaio CB, Gomes DI (2011) Avaliação dos teores de fibra em detergente neutro em forragens, concentrados e fezes bovinas moídas em diferentes tamanhos e em sacos de

diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40(5), 1148-1154.

Wedekin I, Pinazza LA, Lemos FK, Vivo VM (2017) **Economia da Pecuária de Corte Fundamentos e o ciclo de preços**, 33–35.

Werner JC, Paulino VT, Cantarella H (1996) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, p. 263-273. (IAC. Boletim técnico, 100).

3. CAPÍTULO 3 – EFICIÊNCIA DE USO DE NITROGÊNIO E SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA DE BOVINOS EM PASTAGENS DE CAPIM-MARANDU ADUBADOS COM DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO

O artigo a seguir esta redigido conforme as normas de publicação do periódico Livestock Science

CAPÍTULO 3 – EFICIÊNCIA DE USO DE NITROGÊNIO E SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA DE BOVINOS EM PASTAGENS DE CAPIM-MARANDU ADUBADOS COM DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO

Resumo: O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos de diferentes fontes de adubos nitrogenados aplicados em pastagens de *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante a estação chuvosa sobre a eficiência de uso de nitrogênio (N) nas plantas, eficiência de uso nos animais e síntese de proteína microbiana. O método de pastejo utilizado foi o contínuo com taxa de lotação variável para manutenção da altura dos pastos em 25 cm, equivalente à interceptação luminosa de 95%. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com quatro tratamentos e três repetições (piquetes por tratamento). As fontes de N estudadas foram: ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio, com dosagem aplicada de 150 kg N por ha parcelada em 3 vezes, além de um tratamento controle, sem fertilizante nitrogenado. A recuperação de N na planta apresentou diferença entre as fontes ($p=0,047$), sendo maior na fonte sulfato de amônio. A porcentagem de N retido foi maior nos animais mantidos nos pastos adubados com nitrato de amônio e controle ($p=0,007$), enquanto que a maior produção de proteína microbiana foi observada nos animais mantidos em pastagens adubadas com nitrato de amônio ($p=0,004$). Com base nos dados, conclui-se que as diferentes fontes de N no sistema pastoril, ou a não utilização da mesma, interfere na eficiência de uso de N pelos animais e na síntese de proteína microbiana, sendo que, a fonte sulfato de amônio e nitrato de amônio foram mais eficientes em relação ao balanço de N.

Palavras-chave: bovinocultura de corte, manejo da adubação, pastejo, recria.

Introdução

No Brasil, os sistemas de produção em pastagem, em sua grande maioria, ainda são caracterizados pelo baixo uso de inovações tecnológicas, comprometendo assim, a produtividade e lucratividade do mesmo (De Souza Ramos et al., 2017). Para atingir elevados resultados nestes sistemas, faz-se necessário o uso de tecnologias, destacando-se a adubação nitrogenada (Galindo et al., 2018).

Atualmente a fonte de nitrogênio (N) mais utilizada para adubação tem sido a ureia, no entanto as fontes nitrato de amônio e sulfato de amônio apresentam como altamente promissoras para utilização em pastagens (Costa et al., 2010). Para identificarmos o real potencial da utilização destas fontes necessitamos conhecer a produção de proteína microbiana e a eficiência de uso de N pelo animal e pela planta em experimentos de pastejo.

Ao elevar o nitrogênio disponível no solo, tem-se como resposta, melhoria do teor e qualidade das frações proteicas na planta (Dupas et al., 2016; Delevatti et al.,

2019), podendo acarretar alterações no ciclo de N no animal, produção de proteína microbiana e balanço de N (De Jesus et al., 2011 e Delevatti et al., 2019), o aumento da eficiência de uso de N (EUN) no rúmen é a estratégia mais eficaz para reduzir as perdas de N (Carmona et al, 2020).

No entanto, o aumento de N no pasto pode levar a um desbalanço no fornecimento de energia e proteína disponíveis no rúmen, os carboidratos fibrosos são as principais fontes de energia proveniente do pasto, e mesmo quando têm alta degradabilidade, possuem degradação lenta, resultando em desbalanço quando comparado com a liberação de amônia proveniente da fração de proteína solúvel, podendo assim limitar o crescimento microbiano (Detmann et al., 2014), sendo assim, pastos adubados com N apontam baixa eficiência de uso de N (EUN).

Buscar uma fonte de nitrogênio que potencialize a eficiência de utilização do N, tanto nas plantas como nos animais, pode reduzir os impactos ambientais e tem sido foco de pesquisas (Bono et al., 2019 e Delevatti et al., 2019). Logo, a determinação do balanço de nitrogênio é de grande importância para evitar perdas de proteína (Carmona et al., 2020). É necessário conhecer os mecanismos que aumentam a eficiência do uso de N pela planta e pelo animal, podendo assim interferir na síntese microbiana como estratégia de manejo nutricional. O aumento na eficiência de uso de N no sistema de produção de bovinos em pastagens demanda a busca por fertilizantes nitrogenados que aumentem tanto a EUN pela planta, quanto pelo animal.

Devido as diferentes possibilidades de fertilizantes nitrogenados disponíveis ao uso no manejo do pasto, sendo as fontes mais utilizadas ureia (44 a 46% N), sulfato de amônio (20 a 21% N) e nitrato de amônio (32 a 33% N) (Costa et al., 2006), é importante conhecer estratégias que aumentam a eficiência de uso pela planta, a síntese de proteína microbiana e a eficiência de uso pelo animal.

Neste estudo, objetivou-se quantificar o efeito da aplicação de diferentes fontes de N em pastos de capim-marandu sobre o balanço de N na planta, nos animais e síntese de proteína microbiana. Hipóteses avaliadas: 1) A produção de proteína microbiana vai diferir entre as fontes de N, 2) A fonte nitrato de amônio apresentará a maior EUN pelo animal quando comparado com a fonte ureia e sulfato de amônio, 3) As frações solúveis de N na planta aumentarão com o uso das fontes

de N comparado ao não adubado, 4) A menor EUN na planta e nos animais ocorrerá quando adubado com a fonte ureia.

Material e Métodos

Os procedimentos adotados seguiram os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotados pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), em reunião ordinária em 13 de setembro de 2019 (Protocolo nº011343/19).

Local e área experimental

O estudo foi conduzido no Setor de Forragicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, pertencente à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCAV/Unesp), situada no município de Jaboticabal/SP. A área experimental na qual foram realizadas as avaliações dos animais em pastejo, é formada com *Urochloa brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf cv Marandu, onde foram utilizados 12 piquetes experimentais, uma área de 9,6 ha, além de 1 ha de piquete reserva.

Experimento, animais e método do pastejo

O experimento foi conduzido durante a fase de recria dos animais, em pastejo, de dezembro 2019 e abril 2020. Foram utilizados 66 tourinhos da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) com peso corporal (PC) inicial médio de aproximadamente 230 kg. O método de pastejo utilizado foi o pastejo contínuo com taxa de lotação variável. Dos 66 animais, 45 foram utilizados como animais “testers” (sendo no mínimo três animais “testers” por piquete) e os outros 21 utilizados como reguladores, de acordo com a técnica “put and take” (Mott e Lucas, 1952) para manutenção da altura dos pastos em 25 cm, equivalente à interceptação luminosa de 95%.

Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram compostos por três fontes de fertilizantes nitrogenados sendo ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio, aplicados na mesma dosagem de N (150 kg N/ha/ano), somente no período das águas; além de um tratamento controle, sem adição de N. O período experimental compreendeu 112 dias. As

estratégias de amostragem dependeram da variável estudada. As variáveis teor de proteína e fracionamento dos compostos nitrogenados foram avaliadas a cada 28 dias. As variáveis relacionadas ao balanço de N e produção de proteína microbiana foram coletadas entre os dias 90 e 100. Durante todo o período experimentalos animais receberam suplemento mineral (*ad libitum*).

As adubações foram parceladas em três aplicações de mesma quantidade ao longo da fase de recria, sendo a primeira realizada em dezembro 2019, logo após o pastejo de uniformização, e as demais aplicações ocorreram em média a cada 40 dias de acordo com a ocorrência e distribuição de chuvas.

De forma a evitar o confundimento pela interação entre os nutrientes das fontes de adubos nitrogenados, os tratamentos receberam a mesma quantidade de N, P, K e S conforme a tabela a seguir (Tabela 1). O tratamento 150 kg de N/ha na forma de sulfato de amônio, forneceu 180 kg de S/ha. Com vistas a igualar a quantidade de S nos outros tratamentos, utilizou-se gesso agrícola. Optou-se por fornecer 80 kg de P e 80 kg de K.

Tabela 1. Quantidade de cada elemento e a fonte de fertilizante utilizada por tratamento.

Aplicado (kg/ha)	Tratamento			
	Ureia	SA	NA	CO
Nitrogênio	150	150	150	-
Ureia (45%N)	333	-	-	-
Sulfato de Amônio (20%N)	-	750	-	-
Nitrato de Amônio (33%N)	-	-	450	-
Fósforo e Potássio	80	80	80	80
Formulado NPK: 0-20-20	400	400	400	400
Enxofre	180	180	180	180
Gesso Agrícola (15%S)	1200	-	1200	1200
Sulfato de Amônio (24%S)	-	750	-	-

CO: tratamento controle, sem adição de fertilizante nitrogenado; UR: fertilização com ureia (150 kg de N/ha); SA: fertilização com sulfato de amônio (150 kg de N/ha); NA: fertilização com nitrato de amônio (150 kg de N/ha).

Tabela 2. Teores de proteína bruta da forragem, componentes morfológicos, consumo de nutrientes e coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes de tourinhos nelore mantidos em pastos de capim-marandu adubados com diferentes fontes de nitrogênio durante fase de recria.

Variáveis	Tratamento				EPM	p-Valor
	CO	UR	SA	NA		
Proteína Bruta (%MS)	11,75c	15,86b	17,95a	17,62a	0,002	<0,001
<i>Componentes Morfológicos (%)</i>						
Folha Verde	28,3	28,3	29,7	28,0	0,013	0,891
Colmo Verde	26,3b	32,7a	30,9a	31,4a	0,002	0,001
Material Morto	45,3a	38,7b	39,4b	40,4b	0,007	0,003
<i>Consumo de Nutrientes</i>						
CMST (kg/dia)	7,46	8,77	8,09	8,12	0,248	0,575
CMS (%PC)	1,95	2,08	2,13	2,2	0,001	0,537
CMO (kg/dia)	6,82	8,05	7,41	7,43	0,228	0,553
CMOD (kg/dia)	4,61	5,95	5,26	5,23	0,440	0,234
CPB (kg/dia)	0,91b	1,42a	1,39a	1,45a	0,024	0,012

Na linha, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CO: tratamento controle, sem adição de fertilizante nitrogenado; UR: fertilização com ureia (150 kg de N/ha); SA: fertilização com sulfato de amônio (150 kg de N/ha); NA: fertilização com nitrato de amônio (150 kg de N/ha); EPM: erro padrão da média; CMST: consumo de matéria seca total; CMO: consumo de matéria orgânica; CMOD: consumo de matéria orgânica digestível; CPB: consumo de proteína bruta.

Fracionamento dos compostos nitrogenados

As amostras do pasto que representam a fração consumida pelos animais foram coletadas a cada 28 dias através do método "*hand-plucking*" (Halls, 1954) que consiste em colher a forragem após prévia observação do hábito de pastejo dos animais. As amostras frescas foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 72h. Após a pré-secagem, todas as amostras de forragem, foram processadas em moinho do tipo Willey, com peneira de malha com crivo de 1mm.

O nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) da forragem foram determinados pelo método INCT-CA N-001/1 (Kjeldahl). A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foi obtida por procedimento de incubação *in situ* por 288h de acordo com Valente et al., (2011). O fracionamento da proteína foi determinado segundo Licitra et al. (1996), sendo os valores estimados em porcentagem da PB (%PB). A fração A das proteínas foi determinada após tratamento da amostra com ácido tricloroacético (TCA) a 10%,

conforme relatado por Licitra et al. (1996). A fração B3 foi obtida pela diferença entre os teores de NIDN e NIDA, enquanto as frações de proteína verdadeira (frações B1 + B2) foram obtidas pela diferença entre a fração A e o teor de NIDN. A fração C foi considerada nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA).

Recuperação aparente de N

A recuperação aparente de N (Rec de N) pela forragem foi estimada com base na absorção de N dos tratamentos fertilizados e controle (não fertilizado), sendo, Rec de N: massa de forragem vezes percentual de N na matéria seca (MS) do tratamento menos o N absorvido no tratamento controle (massa de forragem vezes o percentual de N na matéria seca do tratamento sem adubação nitrogenada). A eficiência de uso de N (%) = (N absorvido do adubo)/N aplicado via adubo. A produtividade de N pela forrageira = kg MS/kg de N aplicado e a produtividade de N pelo animal = kg de ganho de peso corporal dividido por kg de N aplicado (Lemaire et al., 2008; Lemaire et al., 1997).

O índice de nutrição de nitrogênio (NNI) do capim-marandu foi calculado como: $NNI = (Na/Nc)$, onde $Nc = aW - b$, onde Na é a concentração real de N, Nc é a concentração de N, W é a produção de MS ($Mg\ ha^{-1}$), e a e b são constantes específicas da espécie para gramíneas perenes C4 (3,6 e 0,34, respectivamente) (Lemaire et al., 2008; Lemaire et al., 1997; Alderman et al., 2011).

Eficiência do uso de nitrogênio e síntese de proteína microbiana

As coletas de urina foram realizadas na forma de amostra “spot” com micção espontânea dos animais para a estimativa síntese de proteína microbiana, de volume urinário, ureia e N total. Para determinação das concentrações dos derivados de purina (DP), como ácido úrico e alantoína, foram utilizados kits comerciais da marca Analisa[®] pela metodologia enzimática colorimétrica e pela metodologia de Fujihara et al. (1987), descrita por Chen e Gomes (1992), respectivamente. A excreção total de DP foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretado na urina, expressas em mmol/dia. A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Nmic, g/dia) foi calculada em função das purinas absorvidas (Chen e Gomes, 1992).

O N total foi estimado pelo método INCT-CA N-001/1 (Kjeldahl) e a concentração de ureia através de kits comerciais Analisa[®] pela metodologia enzimática colorimétrica. A excreção diária de creatinina (EC, em mg/dia) foi

estimada pelo método Chizzotti et al. (2004). O N excretado via urina foi obtido pela multiplicação do volume urinário pela concentração do N na urina (Chizzotti et al., 2006). Determinação da eficiência do uso de N (EUN) segundo Detmann et al., (2014) segundo a fórmula:

$$EUN = N \text{ retido (g/dia)} / N \text{ ingerido (g/dia)}.$$

A determinação do N absorvido foi obtido pela diferença entre o N consumido e o excretado nas fezes, enquanto o N retido foi obtido pela diferença entre o N consumido e o excretado nas fezes e urina.

Análises estatísticas

Médias de cada variável coletada foram calculadas para cada piquete. O projeto experimental foi em blocos casualizados. As análises estatísticas foram responsáveis por quatro tratamentos e três repetições por tratamento ($n = 12$). A normalidade dos erros e a homocedasticidade dos dados foram verificadas pelos procedimentos PROC UNIVARIATE do SAS® (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2008). O modelo matemático foi representado por:

$$Y_{ij} = m + b_j + t_i + e_{ij}$$

em que: Y_{ij} é o valor observado da característica estudada, no tratamento i e no bloco j , m é a média geral (de todas as observações) do experimento, t_i é o efeito do tratamento i ; e_{ij} é o erro aleatório. Os tratamentos foram comparados usando o teste de Tukey ($P < 0,05$) usando o PROC MIXED de SAS® (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2008).

Resultados e discussão

As fontes de fertilizantes nitrogenados afetaram o fracionamento dos compostos nitrogenados ($p=0,0001$). Os dados encontrados neste trabalho demonstram maior porcentagem da fração A nos pastos do tratamento controle e, conseqüentemente menor proporção das frações B1 + B2 em relação aos pastos fertilizados (Tabela 3).

Tabela 3. Fracionamento dos compostos nitrogenados de pastos de capim-marandu adubados com diferentes fontes de nitrogênio durante fase de recria de tourinhos nelore.

Variáveis	Tratamento				EPM	p-Valor
	CO	UR	SA	NA		
Fração A (%PB)	48,5a	37,0b	33,2c	33,5c	0,307	<0,001
Fração B1+B2 (%PB)	25,1c	40,3b	45,8a	47,1a	0,241	<0,001
Fração B3 (%PB)	13,7a	12,8a	11,1ab	7,2b	0,073	0,010
Fração C (%PB)	12,7	9,9	9,9	12,1	0,128	0,167

Na linha, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CO: tratamento controle, sem adição de fertilizante nitrogenado; UR: fertilização com ureia (150 kg de N/ha); SA: fertilização com sulfato de amônio (150 kg de N/ha); NA: fertilização com nitrato de amônio (150 kg de N/ha); EPM: erro padrão da média.

A fração A representa o nitrogênio não proteico (NNP), isto é a quantidade de amônio, nitrato, aminoácidos e peptídeos; Fração B1: parte da proteína verdadeira contida no citoplasma, também solúvel e de rápida degradação ruminal; Fração B2: porções da proteína verdadeira ligada as membranas (glicoproteína, mitocôndria) parte da proteína que não é solúvel, não faz parte da parede celular, também não é NNP e apresenta degradação média; Fração B3: parte da proteína aderida na fibra em detergente neutro (FDN), porém com taxa de degradação muito lenta; Fração C: é a proteína indisponível contida na fibra em detergente ácido (FDA), associada à lignina e altamente resistente à degradação microbiana e enzimática (Sniffen et al., 1992).

Dupas et al. (2016) também reportaram maiores teores da proteína verdadeira (B1+B2) na forragem adubada. Uma possível explicação para este fato é que a porcentagem de folhas verdes, mensuradas no tratamento controle foi similar a porcentagem de folhas verdes dos tratamentos fertilizados, porém com menor porcentagem de colmo (Tabela 2), fato este que pode ter influenciado o teor de compostos nitrogenados não proteicos (Silva et al., 2009). Os pastos do tratamento controle apresentaram menor teor de PB e, conseqüentemente menor teor de N total (Tabela 2), sendo que, a determinação da fração A é através da relação da quantidade de nitrogênio não proteico (NNP) sobre a quantidade de N total, tornando-se essa fração superior no tratamento CO.

O N é essencial para o crescimento de raízes e fotossíntese, desta forma quando aplicado aumenta a produção (Fagundes et al., 2005), com isso a planta

acumula mais proteína verdadeira (B1+B2), pois há crescimento, maior transformação de NNP em proteína para esses novos tecidos, ou seja, mais tecidos, há maiores teores de B1+ B2. Quando ocorre maior crescimento e maior senescência dispõe-se de maiores teores de B3 e C, o excesso de N na planta, com menor capacidade fotossintética resulta em sobra de N e falta de energia resultando em alto NNP (Sinclair e Horie, 1989). O tratamento controle não foi fertilizado, com isso o crescimento foi reduzido, apresentando menor (11,75%) porcentagem de proteína verdadeira comparando-se com os outros tratamentos e maior teor de nitrogênio não proteico nas plantas. A fração B3 foi menor nas plantas dos tratamentos SA e NA ($p=0,010$) devido a maior porcentagem de B1 + B2 nestas plantas, enquanto a fração C não foi alterado pelas fontes nitrogenadas, ou ausência da mesma ($p=0,167$).

A recuperação de nitrogênio pela aplicação de fertilizantes pode variar de acordo com a espécie da forrageira, manejo da forragem, fonte de N, propriedades do solo e fatores ambientais (Stott e Gourley, 2016). No entanto, essa variável foi superior nos tratamentos fertilizados quando comprado ao controle, mas não diferiu entre as fontes nitrogenadas ($p<0,001$, Tabela 4).

Tabela 4. Recuperação aparente de nitrogênio, eficiência de uso de nitrogênio e índice de nutrição de nitrogênio do capim-marandu sob fertilização com diferentes fontes de nitrogênio.

Variáveis	Tratamento				EPM	p-Valor
	CO	UR	SA	NA		
Recuperação de N(kg N ha ⁻¹)	110,7b	178,8a	206,0a	184,2a	0,169	<0,001
NUE (g N usado kg ⁻¹ N aplicado)	-	371b	668a	553a	0,947	<0,001
NNI	0,95c	1,36b	1,54a	1,48ab	0,014	<0,001
Produtividade de N pela forrageira	-	60,67	64,67	58,33	0,034	0,283
Produtividade de N pelo animal	-	3,86	4,27	4,73	8,910	0,734

Na linha, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CO: tratamento controle, sem adição de fertilizante nitrogenado; UR: fertilização com ureia (150 kg de N/ha); SA: fertilização com sulfato de amônio (150 kg de N/ha); NA: fertilização com nitrato de amônio (150 kg de N/ha); EPM: erro padrão da média; Nrec: NUE: Eficiência de uso de nitrogênio; NNI: índice de nutrição de nitrogênio; Produtividade de N pela forrageira é kg de matéria seca por kg de N aplicado; Produtividade de N pelo animal: kg de peso vivo por kg de N aplicado.

A eficiência de uso de N pela planta (NUE) é medida pela produtividade da massa por unidade de N retirada do solo (Hirose, 2011) e é influenciada pela taxa de aplicação, método e época de aplicação do fertilizante, bem como pelas condições ambientais e do solo. Em pastagens tropicais, os valores NUE são em aproximadamente $500 \text{ g kg}^{-1} \text{ N}$ aplicado (Dale et al., 2015).

As fontes SA e NA foram superiores a UR ($p < 0,001$) em relação a NUE. Essa diferença entre as fontes nitrogenadas provavelmente ocorreu devido a volatilização da ureia (Sommer e Jensen, 1994; Corrêa, 2020). Além disso, em regiões tropicais, a perda de N por volatilização pode ser maior devido à alta pluviosidade e temperaturas mais elevadas (Primavesi et al., 2005). Silva et al. (2013) em estudo em solo e região climática semelhante reportou valores de NUE que variam de 450 a $920 \text{ g kg}^{-1} \text{ N}$, corroborando com os dados desse trabalho, contudo, a NUE do tratamento UR foi menor, devido a volatilização.

Com relação ao índice nutricional de nitrogênio (NNI), valores < 1 indicam deficiência de N, valores próximo de 1 sendo o ideal e valores > 1 considera-se consumo luxuoso de N (Lemaire et al., 2008; Lemaire et al., 1997). A aplicação de nitrogênio aumentou os valores do NNI em relação a não aplicação e as fontes também interferiram nos resultados.

As fontes de adubo SA e NA proporcionaram os maiores NNI e o tratamento controle o menor valor ($p < 0,001$), sendo que a deficiência de nitrogênio foi observada apenas no CO. As médias do índice de nutrição de nitrogênio foram superiores a 1 nos tratamentos fertilizados, sugerindo que ocorreu consumo abundante de N. Valores de NNI acima de 1 podem aumentar os custos de produção e potencialmente contribuir para a poluição ambiental (Cardoso et al., 2020).

Tanto a produtividade de N pela forrageira, com a produtividade animal por kg de N não diferiram estatisticamente entre as fontes avaliadas ($p > 0,05$). A produtividade de N pela forrageira média no Brasil é em torno de 30 ton MS por kg N aplicado, esse valor equiavele a 3,3 t.MS/ha e em torno de 1 kg PC por kg de N aplicado (Benett, 2007), neste estudo encontrou-se o dobro da média brasileira em ambas variáveis.

Com base nesses resultados, podemos relatar a importância do manejo

adotado, uma vez que, utilizando pastejo contínuo com o método “put and take”, pasto a 95% IL, 50% de eficiência de pastejo e fertilização com nitrogênio moderado ($150 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$). Sendo que esses resultados são aplicáveis a sistemas intensivos com pastejo contínuo, que são rigorosos em todos os aspectos de manejo, com o objetivo de atingir a pressão de pastejo ideal postulada por Mott (1960) sem degradação do pasto.

A ingestão de N variou de acordo com o teor de PB na MS do capim, as plantas dos tratamentos com maior porcentagem de PB na composição química (Tabela 2), proporcionaram maior quantidade de N ingerido ($p=0,003$, Tabela 5).

Tabela 5. Eficiência de uso de nitrogênio e síntese de proteína microbiana de tourinhos mantidos em pastagem de capim-marandu, adubados com diferentes fontes de nitrogênio, no período das águas.

Variáveis	Tratamento				EPM	p-Valor
	CO	UR	SA	NA		
<i>Utilização de Nitrogênio</i>						
N ingerido (g/dia)	127,8b	201,6ab	252,3a	258,4a	3,998	0,003
N fezes (g/dia)	79,8c	162,5a	166,6a	110,4b	9,581	<0,001
N urina (g/dia)	5,9	8,8	8,8	7,7	0,248	0,323
EDP (mmol/dia) ¹	119,5b	167,8a	172,7a	101,6b	0,366	0,003
N retido (g/dia)	57,1b	61,1b	78,0b	142,3a	1051	0,004
N retido (% ingerido)	45,0ab	28,0c	38,8b	52,8a	0,110	<0,001
<i>Eficiência Microbiana (g/dia)</i>						
N microbiano	45,9c	84,4b	83,9b	150,8a	0,352	0,004
PB microbiana	286,9c	527,1b	524,9b	942,8a	0,692	0,004
PB mic/kg MOD ²	68,6b	151,9a	117,1a	144,5a	0,058	0,006
g PB/kg MOD	181c	240b	268a	275a	0,033	<0,001

Na linha, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CO: tratamento controle, sem adição de fertilizante nitrogenado; UR: fertilização com ureia (150 kg de N/ha); SA: fertilização com sulfato de amônio (150 kg de N/ha); NA: fertilização com nitrato de amônio (150 kg de N/ha); EPM: erro padrão da média. ¹EDP = excreção de derivados de purina. ²Proteína bruta microbiana/kg de consumo de matéria orgânica digestível.

Os animais mantidos nos pastos adubados apresentaram uma maior quantidade de N ingerido ($p=0,003$), comparado ao controle, no entanto, pastos adubados com NA resultaram em menor quantidade de N nas fezes dos animais dos tratamentos de pastos fertilizados ($p<0,001$). Estudos demonstram que independentemente da espécie ou categoria de ruminantes, tais animais apresentam maiores excreção nos teores de fezes e urina conforme a ingestão de N aumenta na dieta, além disso, o N excretado nas fezes está relacionado com a digestibilidade da

proteína no ambiente ruminal (Schwab e Broderick, 2017). Em nosso estudo o N ingerido pelos animais mantidos em pastos adubados com nitrato de amônio pode ter sido melhor aproveitado no ambiente ruminal, resultando em uma maior retenção devido há menor excreção desse nutriente nas fezes e não diferenciou na excreção via urina (Tabela 5).

Em estudo, Vandehaar e St-Pierre (2006) relacionaram a excreção de N nas fezes ao N não digerido no rúmen, à proteína microbiana (Pmic) não digerida no intestino delgado e às fontes endógenas. Dessa forma, Costa-Roura et al. (2020) reportaram que a redução da perda de N através da urina ou fezes é possível através da redução do nível de N dietético e degradação da proteína, e também mediante melhoria na eficiência de captura do N degradado no rúmen por meio da síntese de Pmic, fato este que pode explicar a não diferença na excreção de N na urina (Tabela 5).

Estudos confirmam a relação entre produção de proteína microbiana e excreção de derivados de purina na urina (Vagnoni et al., 1997; Rennó et al., 2000). Os ruminantes conseguem realizar a reciclagem do N ingerido que representam uma vantagem para animais alimentados com dietas de baixa qualidade (Pereira et al., 2007). Como esperado os animais mantidos no tratamento CO, devido ao menor consumo de N, tenham uma menor excreção, uma vez que o teor de N dietético foi inferior. Nos animais mantidos nos pastos adubados com NA essa menor excreção do EDP pode ser atribuída ao direcionamento dos derivados para a produção de proteína microbiana, isso devido a maior quantidade de compostos nitrogenados na forragem quando adubada (Detmann et al., 2014).

Os animais recriados nos pastos adubados com NA apresentaram uma maior síntese de proteína microbiana ($p=0,004$). A produção de proteína microbiana esta relacionada com a capacidade que a microbiota ruminal têm de para utilizar o N da dieta e da disponibilidade de energia presente no rúmen (Clark et al., 1992; Carmona et al., 2020). Variações na produção de proteína microbiana podem ocorrer com o aumento do consumo de MS, uma vez que há incremento da taxa de passagem, reduzindo assim a proporção de energia utilizada pelas bactérias para manutenção (Rennó et al., 2008). Apesar da diferença entre a síntese de Pmic observada neste estudo não houve variações no consumo de matéria seca (Tabela

2).

Protozoários são responsáveis por aproximadamente 40% da biomassa microbiana no rúmen. Sendo que a população de protozoários no ecossistema ruminal é afetada pela fonte de nitrogênio e energia (Dennis et al., 1983). Portanto, o entendimento da variação na produção de N microbiano pode estar relacionado a mudanças na população de microrganismos no rúmen. À vista disso, futuros estudos avaliando o efeito das fontes de N e a microbiota do rúmen envolvida na produção de proteína microbiana se fazem necessários.

Variações na disponibilidade de energia rapidamente degradável (carboidratos não fibrosos) também afetam o crescimento microbiano (Bach et al., 2005). Uma possível explicação para a diferença na síntese de proteína microbiana entre os tratamentos é que os aminoácidos, especialmente peptídeos, estimulam a produção de microrganismos que se desenvolvem utilizando fontes de energia rapidamente degradáveis (NRC, 2001; Silva et al., 2019). Além disso, o quanto o N é degradado no rúmen influencia a sua eficiência de utilização (síntese de proteína microbiana) já que as fontes proteicas são divididas em proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR) (Schwab e Broderick, 2017). Em estudos com animais recebendo fontes volumosas de baixa qualidade de proteína e suplementado com PDR aumentou o N retido (g/dia) (Batista et al., 2016).

Em nosso estudo verificamos a diferença do N excretado e do N ingerido entre os tratamentos. Animais dos pastos adubados com NA apresentaram maiores valores significativos de N retido (g/dia) em comparação aos demais tratamentos (Tabela 5). Os resultados demonstraram que os animais nos pastos com maiores valores de EUN forneceram quantidades adequadas de N disponível para a produção de proteína microbiana (Chizzotti et al., 2015), ou seja, houve um equilíbrio entre o N ingerido e excretado (Da Silva et al., 2016).

A eficiência de uso de nitrogênio (EUN) pelos ruminantes indica o quanto de N disponível está sendo utilizado eficientemente pelos microrganismos (Detmann et al., 2014). Uma vez que foi verificada diferença no N excretado nas fezes e no N ingerido, a EUN foi diferente entre os tratamentos avaliados, sendo que, os animais do tratamento dos pastos adubados com NA apresentaram uma maior porcentagem de N retido ($p=0,004$). Os resultados sugerem, portanto, que os animais mantidos

nos pastos com tratamentos que proporcionaram maiores valores de EUN, forneceram quantidades adequadas de N disponível para a produção de proteína microbiana (Chizzotti et al., 2015), ou seja, houve um equilíbrio entre o N ingerido e excretado (Da Silva et al., 2016).

Detmann et al. (2014) verificaram que a maior disponibilidade de N proporciona maior EUN em função do aumento na quantidade total de N que pode ser utilizada e aumento na eficiência da utilização de proteína metabolizável, sendo esta possível apenas quando já há disponibilidade de energia no metabolismo.

A síntese de Pmic pode ser maximizada quando se tem a relação de 160 g PB/kg MOD (Poppi e Mcleann, 1995, 2007 e Poppi et al., 1997). Neste estudo os pastos adubados com NA apresentaram 275 g PB/kg MOD, apesar disso foi observada elevada síntese de proteína microbiana e alta eficiência de uso de nitrogênio. Segundo Detmann et al. (2014) estudos conduzidos em pastos de capins tropicais com teores de PB inferiores aos mensurados no presente estudo, resultaram em EUN positiva quando a relação entre PB/kg MOD foi superior a 191 g PB/kg MOD.

Conclusões

A utilização de nitrogênio nos sistemas de produção de bovinos de corte em pastagem, durante a estação chuvosa, independentemente da fonte utilizada aumenta a fração de proteína verdadeira na planta. A fertilização com a fonte de sulfato e nitrato de amônio apresentou maior eficiência de uso de N pelas plantas. Os animais mantidos nos pastos adubados com a fonte nitrato de amônio apresentaram uma elevada eficiência de uso de nitrogênio refletindo na síntese de proteína microbiana.

Referências Bibliográfica

- Alderman, PD., Boote, KJ., Sollenberger, LE, 2011. Dinâmica de regeneração do capim Bermuda 'Tifton 85' afetada pela fertilização com nitrogênio. Crop Sci. 51 , 1716–1726.
- Bach, A., Calsamiglia, S., & Stern, M. D. (2005). Nitrogen metabolism in the rumen. Journal of dairy science, 88, E9-E21.

Batista, E. D., Detmann, E., Titgemeyer, E. C., Valadares Filho, S. C., Valadares, R. F. D., Prates, L. L., ... & Paulino, M. F. (2016). Effects of varying ruminally undegradable protein supplementation on forage digestion, nitrogen metabolism, and urea kinetics in Nellore cattle fed low-quality tropical forage. *Journal of Animal Science*, 94(1), 201-216.

Benett, CGS, 2007. Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio.

Bono, JAM., Dos Santos Rufino, R., Gonçalves, RC, 2019. Fertilizantes Nitrogenados em Cobertura para Pastagem Marandu (*Brachiaria brizantha*) no Mato Grosso do Sul. *Uniciências*, 23(2), 127-132.

Cardoso, AS., Barbero, RP., Romanzini, EP., Teobaldo, RW., Ongaratto, F., Fernandes, MHRR., Ruggieri, AC., Reis, RA, 2020. Intensification: A Key Strategy to Achieve Great Animal and Environmental Beef Cattle Production Sustainability in *Brachiaria* Grasslands. *Sustainability*, v. 12, p. 6656.

Carmona, P., Costa, DFA., Silva, LFP, 2020. Feed efficiency and nitrogen use rankings of *Bos indicus* steers differ on low and high protein diets. *Animal Feed Science and Technology*, p. 114493.

Chen, XB., Gomes, MJ, 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle basid on urinary excretion of purine derivatives-an overview of the technical details. *Ocasional publication. Buchsburnd Aberdeen*. Ed. Rowett Research Institute. 21p.

Chizzotti, FHM., Pereira, OG., Valadares Filho, SC., Chizzotti, ML., Rodrigues, RTS., Tedeschi, LO., Silva, TC, 2015. Does sugar cane ensiled with calcium oxide affect intake, digestibility, performance, and microbial efficiency in beef cattle?. *Animal Feed Science and Technology*, 203, 23-32.

Chizzotti, ML., De Campos, S., Filho, V., Diniz, RF., Marcondes, I., Fonseca, M A, 2006. Digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em novilhas de

diferentes pesos. Intake , digestibility and urinary excretion of urea and purine derivatives in heifers with different body weights. Rev. Bras. Zootec. 35:1813–1821.

Chizzotti, ML., Valadares Filho, SC., Valadares, RFD, 2004. Excreção de creatinina em novilhos e novilhas. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 41., 2004, Campo Grande. Anais...Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD-ROM. Nutrição de ruminantes.

Clark, JH., Klusmeyer, TH., Cameron, MR, 1992. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. Journal of Dairy Science, v.75, p.2304-2323.

Corrêa, DCC, 2020. Efeito Da Fonte E Dose De Nitrogênio Na Emissão De Gases De Efeito Estufa, Acúmulo De Forragem E Composição Química De Urochloa Brizantha Cv Marandu. Tese de doutorado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal.

Costa, KDP., De Oliveira, IP., Faquin, V, 2006. Adubação nitrogenada para pastagens do gênero *Brachiaria* em solos do Cerrado. Embrapa Arroz e Feijão- Documentos (INFOTECA-E).

Costa, KAP., Faquin, V, Oliveira, IP, 2010. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 62(1), 192-199.

Costa-Roura, S., Balcells, J., De La Fuente, G., Mora-Gil, J., Llanes, N., Villalba, D, 2020. Effects of protein restriction on performance, ruminal fermentation and microbial community composition in Holstein bulls fed high-concentrate diets. Animal Feed Science and Technology, 114479.

Da Silva, LD., Pereira, OG., Da Silva, TC., Valadares Filho, SC., Ribeiro, KG, 2016. Effects of silage crop and dietary crude protein levels on digestibility, ruminal fermentation, nitrogen use efficiency, and performance of finishing beef cattle. Animal Feed Science and Technology, v. 220, p. 22-33.

Dale, AJ., Laidlaw, AS., Bailey, JS., Mayne, CS, 2015. Efeito da taxa de aplicação de

dejetos de leite e tipo de forragem na produção, estado de nutrientes do solo e eficiência de uso de nitrogênio. *Grass Forage Sci.* 70 , 44–58.

Dennis, S. M., Arambel, M. J., Bartley, E. E., & Dayton, A. D. (1983). Effect of energy concentration and source of nitrogen on numbers and types of rumen protozoa. *Journal of Dairy Science*, 66(6), 1248-1254.

De Jesus, EF., Conti, LHA., Tomazi, T., Migliano, MEDA., Barreiro, JR., de Rezende Naves, J., dos Santos, MV, 2011. Teores de proteína bruta e fontes nitrogenadas em dietas com cana-de-açúcar na alimentação de vacas leiteiras. *Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal*, 190-211.

Delevatti, LM., Romanzini, EP., Koscheck, JFW., Araujo, TLR., Renesto, DM., Ferrari, AC., Barbero, RP., Mulliniks, JT., Reis RA, 2019. Forage management intensification and supplementation strategy: Intake and metabolic parameters on beef cattle production. *Animal Feed Science and Technology*, v. 247, p. 74-82.

De Souza Ramos DG, Oliveira F, Freires L, Das Neves Neto JT, Braga ÍA (2017) Cadeia Produtiva da Carne Bovina no Brasil. *Revista Interação Interdisciplinar* 1(1), 229-244.

Detmann, E., Valente, ÉE., Batista, ED., 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.

Dupas, E., Buzetti, S., Rabelo, FHS., Sarto, A., Cheng, NC., Filho, MCMT., Galindo, FS., Dinalli, RP., De Niro Gazola, R, 2016. Nitrogen recovery, use efficiency, dry matter yield, and chemical composition of palisade grass fertilized with nitrogen sources in the Cerrado biome. *Australian Journal of Crop Science*, 10(9), 1330.

Fagundes, JL., Fonseca, DMD., Gomide, JA., Nascimento Junior, DD., Vitor, CMT., Moraes, RVD., Martuscello, JÁ, 2005. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40(4), 397-403.

Fujiyama, T., Orskov, E.R., Reeds, P.J., 1987. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. *Journal of Agricultural Science*, v.109, p.7-12.

Galindo, F.S., Buzetti, S., Teixeira Filho, M.C.M., Dupas, E., Carvalho, F.D.C., 2018. Manejo da adubação nitrogenada no capim-mombaça em função de fontes e doses de nitrogênio. *Revista de Ciências Agrárias*, 41(4), 31-40.

Halls LK (1954) The Approximation of Cattle Diet through Herbage Sampling. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, v. 7, n. 6, p. 269-270.

Hirose, T., 2011. Nitrogen use efficiency revisited. *Oecologia* 166 , 863–867.

Lemaire G, Jeuffroy M.H., Gastal F (2008) Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage: Theory and practices for crop N management. *European Journal of agronomy*, 28(4), 614-624.

Lemaire G, Meynard J.M. (1997) Use of the nitrogen nutrition index for analysis of agronomical data in Diagnosis on the nitrogen status in crops (ed. Lemaire) 45–55 (Springer-Verlag, 1997).

Licitra G, Hernandez T.M., Van Soest P.J. (1996) Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Science Feed Technology*. p. 57 - 347.

Mott, G.O., 1960. Grazing pressures and the measurement of pastures production. *Anais... International Grassland Congress*, 8., 1960, *Proceedings...* Reading: p.606-611.

Mott, G.O., Lucas, H.L., 1952. The design conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: *International Grassland Congress*, 6, Pennsylvania. *Proceedings ...Pennsylvania State College*, p.1380-1395.

National Research Council – NRC. Nutrient requirements of beef cattle. 7.ed.

Washington, D.C.:National Academy, 242p, 2000.

Nutrient Requirements Of Dairy Cattle 7ed. Washington, D.C.; National Academic Press, 381p. 2001.

Pereira, K. P., Vêras, A. S. C., de Andrade Ferreira, M., Batista, Â. M. V., Marques, K. A., & Fotius, A. C. A. (2007). Balanço de nitrogênio e perdas endógenas em bovinos e bubalinos alimentados com níveis crescentes de concentrado. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 29(4), 433-440.

Poppi, DP., McLennan, SR, 1995. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *Journal of Animal Science*, v.73, p.278-290.

Poppi, DP., McLennan, SR, 2007. Otimizando o desempenho de bovinos em pastejo com suplementação proteica e energética. In: Simpósio Sobre Bovinocultura De Corte: Requisitos De Qualidade Na Bovinocultura De Corte, 6., , Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2007. p.163-181.

Poppi, DP., McLennan, SR., Bediye, S., De Vega, A., Zorrilla-Rios, J, 1997. Forage quality: strategies for increasing nutritive value of forages. In *International Grassland Congress* (Vol. 18, pp. 307-322).

Primavesi, AC., Primavesi, O., Corrêa, LA., Cantarella, H., Silva, AG, 2005. Absorção de cátions e ânions pelo capim coastcross fertilizado com uréia e nitrato de amônio. *Pesq. Agropec. Bras.* 40 , 247–253.

Rennó, LN., Valadares Filho, SDC., Valadares, RFD., Paulino, MF., Rennó, FP., Silva, PA, 2008. Níveis de ureia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: estimativa da produção de proteína microbiana por meio dos derivados de purinas na urina utilizando duas metodologias de coleta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 3, p. 546-555.

Schwab, Charles G., Broderick, 2017. Glen A. A 100-Year Review: Protein and amino acid nutrition in dairy cows. *Journal of dairy science*, v. 100, n. 12, p. 10094-10112.

Silva, AG., França, AFS., Miyagi, ES., Mello, SQS., Ferreira, JL., Carvalho, E R, 2009. Frações proteicas do capim-mombaça submetido a doses de nitrogênio em duas alturas de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 61(5), 1148-1155.

Silva, DRG., Costa, KAP., Faquin, V., Oliveira, IP., Bernardes, TF, 2013. Taxas e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu. *Rev. Cienc. Agron.* 44 , 184–191.

Silva, LFP., Dixon, RM., Costa, DFA, 2019. Reciclagem de nitrogênio e eficiência alimentar de bovinos alimentados com dietas restritas em proteínas. *Animal Production Science* , 59 (11), 2093-2107.

Sinclair, TR., Horie, T, 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: a review. *Crop science*, 29(1), 90-98.

Sniffen, CJ., O'connor, JD., Van Soest, PJ, 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v.70, n.7, p.3562-3577.

Sommer, SG., Jensen, C, 1994. Volatilização de amônia de uréia e superfície de fertilizantes amoniacaís aplicada ao trigo de inverno e pastagens. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 37 , 85-92.

Stott, KJ., Gourley, CJ, 2016. Intensificação, uso e recuperação de nitrogênio em sistemas leiteiros baseados em pastagem. *Agr Syst.* 144 , 101–112.

Vagnoni, DB., Broderick, GA., Clayton, MK., Hatfield, RD, 1997. Excretion of Purine Derivatives by Holstein Cows Abomasally Infused with Incremental Amounts of Purines¹. *Journal of Dairy Science*, v. 80, n. 8, p. 1695-1702.

Valente TNP, Detmann E, Valadares Filho SDC, Queiroz ACD, Sampaio CB, Gomes DI (2011) Avaliação dos teores de fibra em detergente neutro em forragens, concentrados e fezes bovinas moídas em diferentes tamanhos e em sacos de diferentes tecidos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(5), 1148-1154.

Vandehaar, MJ., St-Pierre, N, 2006. Major advances in nutrition: relevance to the sustainability of the dairy industry. *Journal of dairy science*, v. 89, n. 4, p. 1280-1291.