

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

VALOR ALIMENTÍCIO DO CAPIM-MARANDU FERTILIZADO VIA SOLO E FOLIAR

FELIPE DE BARROS

Tese de doutorado apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de Doutor.

BOTUCATU – SP
Dezembro de 2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

VALOR ALIMENTÍCIO DO CAPIM-MARANDU FERTILIZADO VIA SOLO E FOLIAR

FELIPE DE BARROS

Orientador: Prof. Dr. Ciniro Costa
Coorientadores: Cristiano Magalhães Pariz
Paulo Roberto de Lima Meirelles

Tese de doutorado apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de Doutor.

BOTUCATU – SP
Dezembro de 2022

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÊC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Barros, Felipe de.

Valor alimentício do capim-marandu fertilizado via solo e foliar / Felipe de Barros. - Botucatu, 2022

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: Ciniro Costa

Coorientador: Cristiano Magalhães Pariz

Coorientador: Paulo Roberto de Lima Meirelles

Capes: 50404008

1. Alimentos - Análise. 2. Gramínea. 3. Adubação.
4. Produtividade agrícola. 5. Nitrogênio.

Palavras-chave: Adubação; Bromatologia; Desempenho animal; Nitrogênio; Produtividade.

BIOGRAFIA

Felipe de Barros, filho de Ednilson Cássio de Barros e Terezinha Esmençelatos dos Santos Barros, nasceu em 16 de novembro de 1990, na cidade de Vinhedo, Estado de São Paulo. cursou o ensino fundamental e médio em escolas públicas do município de Vinhedo/SP. De 2009 a 2010 cursou Técnico em agropecuária, na ETEC Benedito Storani, Jundiaí, Estado de São Paulo. Em 2013, iniciou o Curso de Graduação em Medicina Veterinária, pela Universidade de Marília, Estado de São Paulo – Brasil, concluindo-o no ano de 2017. De 2017 a 2019 cursou mestrado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Produção Animal, na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP-FMVZ/ Botucatu, Estado de São Paulo- Brasil. No ano de 2019, ingressou no programa de Pós-Graduação em Zootecnia, nível de doutorado, área de Forragicultura e Pastagens, na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- UNESP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia- FMVZ- Botucatu, Estado de São Paulo.

À minha Família, minha esposa Julianna Santos Batistioli de Barros e minha filha Catarina Batistioli de Barros, pelo apoio, ajuda constante e amor incondicional.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo que há e por tudo que sou, por me dar força a cada dia e fazer com que siga não importando as circunstâncias.

Aos meus pais Edenilson Cássio de Barros e Terezinha Esmençelatos dos Santos Barros, por todo carinho, conselhos e ajuda.

À minha esposa Julianna Santos Batistioli de Barros e minha filha Catarina Batistioli de Barros, pelo carinho, amor, paciência, e por toda ajuda.

Ao Professor Dr. Ciniro Costa pela oportunidade, amizade, apoio e orientação no processo de aprendizado na Pós-Graduação.

Ao Dr. Cristiano Magalhaes Pariz, Dr. André Michel de Castilhos e Professor Dr. Paulo Roberto de Lima Meirelles pelos ensinamentos e ajuda constante no desenvolvimento, escrita e esclarecimento de dúvidas a respeito do projeto.

A empresa Uby Agroquímica S.A.® (Ubyfol) – Uberaba/MG pela oportunidade de condução deste projeto de pesquisa e disponibilização dos dados e relatórios obtidos ao longo da condução desta pesquisa.

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" pela oportunidade de conclusão do doutorado, em especial a PG em Zootecnia que me acolheu ao longo do mestrado e doutorado.

Aos companheiros do grupo de Pesquisa Tiago Gutemberg de Jesus Gomes, Juliana da Silva Barros e Renata Tardivo pela ajuda no decorrer do projeto.

A todos que diretamente ou indiretamente fizeram com que esse trabalho fosse realizado.

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

MUITO OBRIGADO.

VALOR ALIMENTÍCIO DO CAPIM-MARANDU FERTILIZADO VIA SOLO E FOLIAR

RESUMO – O presente estudo objetivou avaliar o efeito da aplicação de fertilizantes foliares a base de nitrogênio (32% de N) e composto nitrogenado, fósforo e potássio (15- 10- 15) sobre a produtividade, características morfológicas e bromatológicas do capim-marandu (*Urochloa brizantha* syn. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu), bem como avaliar a estimativa da taxa de lotação animal (UA/ha), a estimativa de produtividade de carcaça (@/ha) e o desempenho econômico. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e esquema fatorial entre manejo da adubação e ciclos de crescimento, sendo oito manejos da adubação e quatro ciclos de crescimento (cortes entre os meses de dezembro/2020 e julho/2021). A aplicação dos fertilizantes sólido via solo e, líquido via foliar foi realizado após cada corte, quando as plantas atingiram próximo de 90-95% de interceptação luminosa. Foi avaliada a produtividade de massa seca de forragem, composição bromatológica, índice de clorofila foliar, interceptação luminosa, altura das plantas e a composição morfológica da pastagem de capim-marandu e estimou-se a taxa de lotação animal (UA/ha), a produtividade de carcaça (@/ha) e o desempenho econômico. Os dados foram submetidos às análises de normalidade e variância do SAS e comparados pelo teste t LSD, sendo considerados estatisticamente significativos quando $P \leq 0,05$. O uso dos adubos foliares utilizados de forma isolada ou combinada com a dose cheia e/ou parcial do fertilizante formulado sólido (NPK), melhorou a composição bromatológica da forragem, elevando principalmente o teor de proteína bruta, bem como, a produtividade de massa seca de forragem, o índice de clorofila foliar, a estimativa da taxa de lotação animal (UA/ha), a estimativa de produtividade de carcaça (@/ha) e o desempenho econômico, com maior receita bruta total e margem de contribuição por hectare. Porém, a utilização da adubação formulada sólida, principalmente na dose cheia, só é viável quando a produtividade de carcaça a mais produzida (@/ha), gere retorno ao pecuarista.

Palavra-chave: Adubação; Bromatologia; Desempenho animal; Produtividade; Nitrogênio.

FOOD VALUE OF MARANDU GRASS FERTILIZED THROUGH SOIL AND FOLIAR

ABSTRACT – The present study aimed to evaluate the effect of applying foliar fertilizers based on nitrogen (32% of N) and nitrogen, phosphorus and potassium (15- 10- 15) on yield, morphological and bromatological characteristics of the marandu grass (*Urochloa brizantha* syn. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu), as well as evaluating the estimated stocking rate (AU/ha), the estimated carcass productivity (@/ha) and economic performance. The experimental design was in randomized blocks, with four replications and a factorial scheme between fertilization management and growth cycles, with eight fertilization managements and four growth cycles (cuts between December/2020 and July/2021). The application of solid fertilizers via soil and liquid via foliar was carried out after each cut, when the plants reached close to 90-95% light interception. Forage dry mass productivity, chemical composition, leaf chlorophyll index, light interception, plant height and morphological composition of the marandu grass pasture were evaluated and the animal stocking rate (AU/ha), the carcass yield (@/ha) and economic performance. Data were submitted to SAS normality and variance analysis and compared by the LSD t test, being considered statistically significant when $P \leq 0.05$. The use of foliar fertilizers used alone or in combination with the full and/or partial dose of solid formulated fertilizer (NPK) improved the chemical composition of the forage, mainly increasing the crude protein content, as well as the dry mass productivity. of forage, leaf chlorophyll index, estimated stocking rate (UA/ha), estimated carcass productivity (@/ha) and economic performance, with higher total gross revenue and contribution margin per hectare. However, the use of solid formulated fertilizer, mainly in the full dose, is only viable when the most produced carcass productivity (@/ha), generates return to the cattleman.

Keyword: Fertilization; Bromatology; Animal performance; Productivity; Nitrogen.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Precipitação e temperatura durante a condução do experimento e média histórica em Botucatu, São Paulo, Brasil.....	16
Tabela 2. Fertilidade do solo antes da implantação do experimento.....	17
Tabela 3. Custos das operações com maquinários (próprios e terceirizados) e insumos por hectare utilizados para cálculo dos custos operacionais.....	21
Tabela 4. Intervalo de cortes amostrais, interceptação luminosa (IL), altura de plantas (AP) e índice de clorofila foliar (ICF) do capim-marandu em função de doses de fertilizante sólido (NPK) 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares com N e NPK e ciclos de crescimento	22
Tabela 5. Desdobramento das interações significativas do intervalo de cortes amostrais, interceptação luminosa (IL), altura de plantas (AP) e índice de clorofila foliar (ICF) do capim-marandu apresentaram interação com os ciclos de crescimento	23
Tabela 6. Relação folha:colmo (FC), densidade volumétrica (DV), taxa de acúmulo de forragem (TAF) e taxa de acúmulo de lâminas foliares (TALF) do capim-marandu em função de doses de adubo sólido (NPK) 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares com N e NPK e ciclos de crescimento.....	25
Tabela 7. Desdobramento das interações significativas da taxa de acúmulo de forragem (TAF) e taxa de acúmulo de lâminas foliares (TALF) do capim-marandu em função de doses de adubo sólido (NPK) 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares com N e NPK e ciclos de crescimento.....	26
Tabela 8. Produtividade de massa seca total de forragem (MSTF), massa seca de lâminas foliares verde (MSF), massa seca de colmos (MSC) e massa seca de lâminas foliares senescente do capim-marandu em função de doses de adubo sólido (NPK) 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares com N e NPK e ciclos de crescimento.	28
Tabela 9. Desdobramento das interações significativas da produtividade de massa seca total de forragem (MSTF), massa seca de lâminas foliares verde (MSF), massa seca de colmos (MSC) e massa seca de lâminas foliares senescente do capim-marandu em função de doses.	30
Tabela 10. Desdobramento das interações significativas da proporção de massa seca de lâminas foliares verde (MSF), massa seca de colmos (MSC) e massa seca de lâminas foliares senescente do capim-marandu em função de doses de adubo sólido (NPK) 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares com N e NPK e ciclos de crescimento.	31

Tabela 11. Composição bromatológica – teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL) e lignina (LIG) do capim-marandu em função de doses de adubo sólido (NPK) 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares com N e NPK e ciclos de crescimento.	32
Tabela 12. Desdobramento das interações significativas da composição bromatológica – teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) do capim-marandu em função de doses de adubo sólido (NPK) 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares com N e NPK e ciclos de crescimento.....	32
Tabela 13. Desdobramento das interações significativas da composição bromatológica – teores de hemicelulose (HEM), celulose (CEL) e lignina (LIG) do capim-marandu em função de doses de adubo sólido (NPK) 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares com N e NPK e ciclos de crescimento.....	36
Tabela 14. Taxa de lotação estática (LE), taxa de lotação real (LR), estimativa de ganho de peso diário (GPD) e estimativa de produtividade de carcaça (PC) na pastagem de capim-marandu em função de doses de adubo sólido (NPK) 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares com N e NPK e ciclos de crescimento.....	36
Tabela 15. Desdobramento das interações significativas da estimativa de ganho de peso diário (GPD) e estimativa de produtividade de carcaça (PC) na pastagem de capim-marandu em função de doses de adubo sólido (NPK) 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares com N e NPK e ciclo de crescimento.....	37
Tabela 16. Estimativa de receita bruta (RB), custo operacional (CO) e margem de contribuição (MC) na pastagem de capim-marandu em função de doses de adubo sólido (NPK) 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares com N e NPK e ciclos de crescimento.	37
Tabela 17. Desdobramento das interações significativas da estimativa de receita bruta (RB) e margem de contribuição (MC) na pastagem de capim-marandu em função de doses de adubo sólido (NPK) 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares com N e NPK e ciclos de crescimento.	40
Tabela 18. Somatório dos quatro ciclos de crescimento para o cálculo da produtividade de massa seca total de forragem (MSTF), estimativa de produtividade total de carcaça (EPTC), receita bruta total (RBT), custo operacional total (COT) e margem de contribuição total (MCT) na pastagem de capim-marandu em função de doses de adubo sólido (NPK) 20-05-20 e aplicações dos fertilizantes foliares com N e NPK.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne

ANUALPEC – Anuário da Pecuária Brasileira

@ – Arroba

AOAC – Association of Official Agricultural Chemists

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEL – Celulose

CNPGC – Centro Nacional de Pesquisa Gado de Corte

CPAC – Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado

CV – Cultivar

DV – Densidade Volumétrica

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPM – Erro padrão médio

FDA – Fibra em detergente ácido

FDN – Fibra em detergente neutro

FMVZ – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICF – Índice de Clorofila Foliar

IL – Intercepção luminosa

K – Potássio

kg – Kilograma

L – Litro

LIG – Lignina

m – Metro

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

MM – Matéria mineral

MS – Matéria seca

MSF – Massa Seca de Forragem

MSFT – Massa Seca de Forragem Total

N – Nitrogênio

P – Fósforo

PB – Proteína Bruta

PC – Produto Comercial

RMP – Resistência Mecânica a penetração

UNESP – Universidade Estadual Paulista

USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1- Considerações Iniciais.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	2
1.1 <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu.....	2
1.2 Uso de fertilizantes foliares nitrogenados.....	4
1.3 Adubação foliar em plantas forrageiras.....	5
1.4 Efeito da adubação de plantas forrageiras com Fósforo e do Potássio.....	6
1.5 Absorção de nutrientes via fertilização foliar e custos	7
REFERÊNCIAS	8
CAPÍTULO 2	13
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. MATERIAL E MÉTODOS	15
2.1 Descrição do local	15
2.2 Delineamento experimental	17
2.3 Implantação e manejo	17
2.4 Avaliações, amostragens e análises laboratoriais	18
2.5 Estimativas de produção de carne e análises de desempenho econômico.....	20
2.6 Análises estatísticas	21
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4. CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	43
CAPÍTULO 3- Implicações	47
IMPLICAÇÕES	48

CAPÍTULO 1
Considerações Iniciais

INTRODUÇÃO

O Brasil detem o maior rebanho bovino comercial do planeta e é o segundo produtor e o primeiro exportador mundial de carne (ABIEC, 2021). Deste modo, considerando que a maior parte da produção de ruminantes no Brasil tem as pastagens como base alimentar, o correto manejo das plantas forrageiras torna-se de fundamental importância nesse cenário, visando a produtividade, lucratividade e sustentabilidade da produção pecuária brasileira.

Nesse contexto, a escolha e implantação da espécie forrageira, bem como sua correta manutenção são componentes fundamentais para composição dos custos de produção pecuária, o que torna indispensável o conhecimento das consequências econômicas nas tomadas de decisões pelo pecuarista uma vez que estas refletirão na viabilidade do sistema tanto econômica quanto ecologicamente (PEREIRA et al., 2020).

A produção de uma planta forrageira além de ser determinada pelo seu potencial genético, devem ser observadas condições adequadas do meio e de manejo (FAGUNDES et al., 2005). Deste modo, o emprego de técnicas que melhoram a eficiência do uso dos fertilizantes está sendo cada vez mais estudadas na agricultura, como no caso de fertilizantes foliares para complementar a fertilização e estão sendo utilizadas periodicamente (KLAHOLD et al., 2006). Segundo Mocellin (2004) o emprego de fertilizantes foliares podem contribuir para a correção de deficiências nas plantas, aumentar a produtividade, a velocidade e a qualidade de crescimento. Nutrientes foliares, são mobilizados diretamente para a folha da planta, aumentando a taxa de fotossíntese nas folhas e estimulando, assim, a absorção de nutrientes pelas raízes da planta.

Diante do exposto, insere-se a importância da correção e reposição de nutrientes para gramíneas com o uso de produtos que potencializam o desenvolvimento dessas plantas forrageiras sendo de extrema importância para intensificar a produtividade em pasto.

1.1 *Urochloa brizantha* cv. Marandu

Em busca de produtividade, qualidade e sustentabilidade, pesquisadores de universidades, instituições governamentais, instituições privadas, produtores, entre outros, que compõem um grupo altamente qualificado, permitiu que nas últimas décadas a pecuária brasileira aumentasse aproximadamente 50% do rebanho bovino de 1990 a 2016 (LANDAU et al., 2020).

Essa evolução da pecuária brasileira, está diretamente associada a pastagens do gênero *Urochloa* (syn. *Brachiaria*), uma vez que, dos 101 milhões de hectares de pastagens plantadas, aproximadamente 100 milhões pertencem a este gênero e destas, cerca de 50%

das áreas cultivadas pertencem a espécie *brizantha*, formando a maior monocultura mundial (ANUALPEC, 2013).

A *Urochloa brizantha* cv. Marandu é um ecótipo estudado na década de 80 pelo Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC) em conjunto com o Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) (NUNES et al., 1995). Em tupi-guarani Marandu significa novidade.

Essa cultivar possui hábito de crescimento cespitoso, com altura média de 1,5 a 2,5 m de altura, com colmos iniciais de crescimento prostrado, mas com emissão de perfilhos predominantemente eretos e lâminas foliares linear-lanceoladas (BOGDAN, 1977). Possui rizomas curtos e encurvados, os colmos floríferos apresentam-se eretos, com perfilhamento nos nós superiores e, suas inflorescências podem atingir até 40 cm de comprimento, geralmente com 4 a 6 racemos (NUNES et al., 1995).

O capim-marandu possui ampla capacidade adaptativa as mais diversas condições edafoclimáticas, porém, não é tolerante a solos alagadiços. A temperatura ideal para seu desenvolvimento fica em torno de 30 a 35° C, sendo aconselhável o plantio em áreas com sol pleno, por ser pouco tolerante ao sombreamento (GHISI e PEDREIRA, 1987; SKERMAN e RIVEIROS, 1992).

Quanto ao seu potencial forrageiro chega a produzir 50 toneladas de massa verde ha⁻¹ano⁻¹ e de 10 a 22 toneladas de massa seca ha⁻¹ano⁻¹, pouca produção de sementes e cerca de 10% de proteína bruta (SOARES FILHO et al., 2002). O capim-marandu pertence ao grupo de forrageiras consideradas exigentes em fertilidade do solo. Portanto, a nutrição apresenta papel muito importante no desenvolvimento dos vegetais e na concentração dos nutrientes nas folhas, refletindo na produtividade. Assim, a resposta da forrageira à adubação é bastante acentuada, conforme descrito por Alexandrino et al. (2005).

Avaliando a capacidade produtiva desta cultivar submetidas a diferentes doses de nitrogênio e fosforo, Teixeira et al. (2018) concluíram que o aumento das doses de nitrogênio reduziu a relação colmo/folha, produzindo maior quantidade de folhas com aumento linear na produção de massa forrageira com maior incremento na adubação. Corroborando com estes resultados, Paschoaloto et al. (2019), trabalhando com capim-marandu e fertilizantes a base de nitrogênio em sistema integrado de produção obtiveram aumento de 30% na produtividade de massa seca quando adubado com 200 kg/ha⁻¹ de nitrogênio comparado a adução com 100 kg/ha⁻¹.

Diante do exposto nota-se o potencial de resposta desta cultivar ao uso de fertilizantes, elevando o potencial produtivo da forragem, porém, os dados referentes a

adubação foliar em pastagem são escassos, tornando-se imprescindível pesquisas com esse tipo de produto.

1.2 Uso de fertilizantes foliares nitrogenados

Estudos pioneiros sobre a nutrição foliar surgiram na França e Alemanha (HALLIDAY, 1961). No Brasil, os primeiros trabalhos com absorção foliar de nutrientes surgiram entre as décadas de 1950 e 1960, realizados com o cafeeiro na Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz e no Instituto Agronômico de Campinas (MALAVOLTA, 1980).

Dentre os nutrientes considerados essenciais para as plantas, o nitrogênio (N) possui efeito marcante na expansão de tecidos das partes aéreas (folhas) e subterrâneas (raízes), aumenta a tolerância da planta sob estresse provocado por déficit hídrico e por extremos de temperatura. É o nutriente que mais impacta no aumento de produção de forragem em pastagens de gramíneas forrageiras. Essa maior produtividade das pastagens permite ao pecuarista trabalhar com taxas de lotação animal maiores por hectare.

É importante destacar, que os fertilizantes nitrogenados são produzidos sobretudo a partir de combustíveis fósseis e N não renováveis e, quando utilizados em quantidades excessivas ou situações desfavoráveis podem ser perdidos por volatilização ou lixiviação e, eventualmente, se convertem em poluentes ambientais (CANTARELLA e MARCELINO, 2008). Sendo assim, a adubação foliar como forma de complemento ou redução da adubação feita no solo, no que diz respeito principalmente ao fornecimento de N, mas também de fósforo (P) e potássio (K) para as plantas, visando reduzir as perdas e aumentar a eficiência de uso desses nutrientes, pode ser uma alternativa sustentável para os sistemas agropecuários.

A adubação foliar é o processo de aplicação de nutrientes por meio das folhas das plantas, via pulverização, podendo ser associada à aplicação de defensivos agrícolas. Deste modo, a incorporação de N via adubação foliar pode suplementar o fornecimento via solo em determinados estágios de crescimento das plantas.

Deuner et al. (2008) afirmam que se pode ter maior eficiência de aproveitamento de nitrogênio com a adubação foliar, gerando incremento de 26% na altura de plantas tendo menor valor de perdas em relação ao aplicado via solo. Estes mesmos autores ao comparar a adubação convencional com a foliar concluíram que a aplicação via foliar é uma maneira eficiente de complementar o que é absorvido pelas raízes, porém não é capaz de ser utilizada como única forma de fornecimento de N inorgânico às plantas, sendo necessário observar a

dose a ser aplicada, visto a possibilidade de fitotoxicidade. Ainda estes mesmos autores, recomendam o uso da uréia como fonte de N, pela alta concentração do nutriente, alto grau de solubilidade e baixa corrosividade em comparação com outras fontes na mesma concentração.

Porém, o uso e os efeitos de fertilizantes foliares em pastagem no Brasil é uma tecnologia ainda pouco estudada e utilizada, sendo que a aplicação desses produtos como estratégia de manejo, pode potencializar a produtividade e melhorar o valor nutritivo da forragem, contribuindo para intensificar a produção pecuária brasileira, com aumento da taxa de lotação animal por hectare, aumento do ganho de peso individual e aumento da produtividade de @ hectare⁻¹ ano⁻¹, com reflexo na redução do tempo para o abate dos animais e melhoria do desempenho econômico da atividade de pecuária de corte.

1.3 Adubação foliar em plantas forrageiras

Apesar dos diversos estudos com adubação foliar em diversas culturas tem-se dada pouca atenção a essa prática em pastagens, o que seria de grande interesse visto que a adubação de manutenção deve ser rotineira nessas áreas.

Avaliando a fertilização foliar no capim-mombaça, Pietroski et al. (2015) encontraram aumento da produção de forragem, índice da cor verde e acúmulo de N pelo uso do nutriente via foliar, afirmando ser uma importante prática complementar a adubação nitrogenada do solo. Neste estudo os autores concluíram ainda que é necessária atenção quanto a dose fornecida, pois em altas doses (60 kg/ha) ocorreu a queima foliar em algumas plantas.

Em outro estudo com o híbrido de braquiária (Convert HD364), Lima et al. (2019) concluíram que a aplicação de fertilizantes foliares contendo N promoveu acúmulo na massa de forragem e componentes morfológicos da forrageira estudada, durante as épocas seca e chuvosa.

Borges (2019) avaliando a adubação foliar no estabelecimento das forrageiras Marandu, Mavuno, Mulato e Ypiporã, concluiu que a adubação foliar não interferiu sobre o estabelecimento das forrageiras avaliadas, entretanto esse pesquisador ressaltou que é necessário desenvolver mais estudos sobre o tema para compreender melhor os efeitos da adubação foliar em plantas forrageiras. Estes resultados corroboram com os encontrados por Costa et al. (2015), que avaliando a aplicação de fertilizante foliar sobre cultivares de *Urochloa* (MG4, MG5 e Marandu), não encontraram resposta significativa para aplicação

foliar. Deste modo, verifica-se a necessidade de estudos mais aprofundados sobre a resposta de plantas forrageiras, em especial *Urochloa brizantha* cv. Marandu via adubação foliar.

1.4 Efeito da adubação de plantas forrageiras com Fósforo e Potássio

O nitrogênio e o potássio são os elementos aplicados como adubos em maiores quantidades nas pastagens. No caso de pastagem, outro elemento muito importante é o fósforo, pois nossos solos apresentam em sua maioria baixo teor desse elemento, podendo este ser limitante quando utilizado adubação com N e K para obtenção de alta produção de MS ha⁻¹.

Enquanto o nitrogênio é considerado um elemento essencial na manutenção e persistência de uma pastagem, o fósforo tem seu papel principalmente no estabelecimento (MALAVOLTA et al., 1974). O P é essencial para o desenvolvimento do sistema radicular e perfilhamento, uma vez que sua deficiência reduz a capacidade produtiva das pastagens (GUSS et al., 1990). Além disso, é um nutriente fundamental para os processos de nodulação e fixação do nitrogênio atmosférico (CHAUDHARY e FUJITA, 1998). É requerido para o armazenamento e transferência de energia, fotossíntese, processo de transporte de elétrons, regulação de atividade enzimática na síntese de açúcar e no transporte de carboidratos (GOMES et al., 2000).

Como as gramíneas forrageiras são relativamente exigentes em potássio é necessária a adubação com esse nutriente quando os teores do solo são baixos. Para este não limitar a produção do pasto e o efeito esperado de outras adubações, como a nitrogenada, principalmente em sistema onde a pastagem é explorada intensivamente. A adubação potássica deverá ser parcelada, uma vez que esse elemento pode ser lixiviado no perfil do solo, principalmente em solo com CTC muito baixa, onde a capacidade do solo para reter nutrientes é pequena, e a quantidade a ser aplicada é maior do que o solo pode reter (WERNER, 2001).

A aplicação de adubação com fontes nitrogenadas, fosfatadas e potássicas (NPK), proporcionam equilíbrio e incremento na produção de massa seca de pastagens. Primavesi et al. (2006), trabalhando com doses e fontes de N no capim-marandu, verificaram que as concentrações de K aumentaram com as doses de nitrogênio e Nascimento et al. (2002) avaliando níveis de calagem e doses de fósforo no capim-tanzânia observaram incrementos na produção da massa seca com o aumento das doses de P.

Deste modo, torna-se imprescindível avaliar a resposta das forrageiras a adubação do formulado NPK largamente utilizado na adubação das pastagens brasileiras, bem como a sua resposta associada a adubação foliar nitrogenada no capim-marandu.

1.5 Absorção de nutrientes via fertilização foliar e custos

Verifica-se atualmente aumento na disponibilidade de produtos no mercado com baixo custo e que proporcionam ganhos na produtividade, fator esse que tem entusiasmado os produtores a utilizar fertilizantes foliares (MARQUES, 2014). Segundo Maróstica e Feijó (2013) a aplicação destes fertilizantes possui como vantagem o baixo custo na aplicação, podendo também ser aplicados fertilizantes em mistura com defensivos agrícolas.

Sabe-se que as folhas novas absorvem nutrientes com maior intensidade por serem mais exigentes nutricionalmente, além do mais, a planta em pleno desenvolvimento consegue absorver o nutriente em quantidade maior, assim com o uso de adubação foliar, a correção de deficiências nutricionais ocorre de maneira mais rápida e com maior eficácia (MARÓSTICA e FEIJÓ, 2013; BERNIS e VIANA, 2015). Essa capacidade das plantas em absorver nutrientes pelas folhas torna a adubação foliar fisiologicamente viável (DÁRIO et al. 2012).

Destaca-se ainda que na adubação foliar os nutrientes são absorvidos diretamente pelas folhas da planta, aumentando a taxa de fotossíntese e estimulando, assim, a absorção de nutrientes pelas raízes da planta (MOCELLIN, 2004). A redução de custos na aplicação de fertilizantes foliares pode ser ainda enfatizada ao considerar que a eficiência na absorção de nutrientes por meio de aplicações foliares é superior em comparação com fertilizantes sólidos aplicados no solo, quando existem limitações especiais como, por exemplo, quando nutrientes são rapidamente fixados pelo solo tornando-os indisponíveis para as plantas, ou onde há concorrência por nutrientes do solo provenientes de plantas daninhas (HALLIDAY, 1961). Outro exemplo em que a adubação foliar torna-se uma alternativa mais viável frente a adubação via solo é quando a colheita está numa fase tardia de crescimento e o único método praticável de fertilização é a pulverização, assim a aplicação foliar pode apresentar vantagens.

No entanto, para o êxito da adubação foliar é necessário o conhecimento sobre a capacidade de absorver os nutrientes depositados na forma de solução em sua superfície, em que soluções são aspergidas sobre a parte aérea das plantas, atingindo principalmente as folhas. Cabe destacar o limite estreito entre fitotoxicidade e deficiência.

A absorção de nutrientes pelas folhas é mais eficaz quando a solução de nutrientes é aplicada à folha como uma película fina, que é obtida por meio de substâncias surfactantes que reduzem a tensão superficial (TAIZ e ZEIGER, 2017). O movimento dos nutrientes para o interior da planta envolve a difusão pela cutícula, a absorção pelas células foliares e absorção através da fenda estomática.

Segundo Mocellim (2004), entre os fatores inerentes as plantas, que podem influenciar na absorção foliar, tem-se características estruturais (como número de estômatos); composição química (espessura de ceras e cutinas) e idade das folhas (facilitada em folhas mais jovens). Com relação aos fatores externos tem-se luz, por influenciar a absorção iônica e abertura estomática; temperatura do ambiente, pois altas temperaturas promovem a evaporação da água da solução e pode promover perdas ou queimas nas folhas; umidade atmosférica, que mantém a cutícula hidratada e promove melhor superfície de cobertura sobre a folha; modos de aplicação e ocorrência de ventos fortes, podendo ocorrer deriva do adubo foliar aplicado.

Desta forma, torna-se importante estudar de forma mais aprofundado o efeito da aplicação de produtos comerciais à base de fertilizante foliar. Diante do exposto surge a proposta de estudo, cujo objetivo é avaliar o efeito da aplicação de produtos comerciais à base de fertilizante foliar nitrogenado e composto nitrogenado com fósforo e potássio, sobre a produtividade de massa seca, o valor nutritivo, o índice de clorofila foliar, o índice de área foliar, as características estruturais dos perfilhos, a altura, a composição morfológica e a capacidade de rebrotação da pastagem de capim-marandu, bem como, a estimativa da taxa de lotação animal (UA ha⁻¹), a produção de carne (@ ha⁻¹) e o desempenho econômico.

Para tanto, foi realizado o experimento apresentado no Capítulo 2 denominado: **USO DE FERTILIZANTES FOLIARES EM PASTAGEM DE CAPIM-MARANDU**. O trabalho foi redigido de acordo com as exigências para publicação na revista Pesquisa Agropecuária Brasileira excetuando-se o idioma.

REFERÊNCIAS

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Beef Report - Perfil da pecuária no Brasil 2021**. São Paulo, 2021. Disponível em: <<http://http://abiec.com.br/publicacoes/beefreport-2021/>>. Acesso em: 24 fev. 2022.

ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J. A.; GOMIDE, C. A. M. Crescimento e desenvolvimento do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2164-2173, 2005.

ANUALPEC: **anúário da pecuária brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2013.

BERNIS, D. J.; VIANA, O. H. Influência da aplicação de nitrogênio via foliar em diferentes estágios fenológicos da soja. **Revista Cultivando o Saber**. Edição Especial, p.88 – 97. 2015.

BOGDAN, A.V. **Tropical pastures and fodder plants**. Londres: Longman Group Ltda. 1977. 475 p.

BORGES, G. S. **Adubação foliar no estabelecimento dos capins Marandu, Mavuno, Mulato II e Ipyporã**. Universidade Federal de Uberlândia (Monografia), Uberlândia-MG, 2019. 27p.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. **Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho**. In: FANCELLI, A.L. (Ed). Milho - Nutrição e adubação. Piracicaba: FE-ALQ, 2008. p.36-55.

CHAUDHARY, M.I.; FUJITA, K. Comparison of phosphorus deficiency effects on the growth parameters of mashbean, mungbean, and soybean. **Soil Science and Plant Nutrition**, v.44, n.1, p.19-30, 1998.

COSTA, L. F.; PATRIARCHA, L. P.; NASCIMENTO, K. S.; VENTURA, V. V.; RIBEIRO, J. A.; SILVA, C. R. N.; VENTURA, V. V.; MORAES, S.D. **Produção de *Brachiaria brizantha* cv. MG4, MG5 e Marandu submetidas a fertilizante foliar**. Anais... II Simpósio Manejo Sustentável das Pastagens de Rondônia - 18 a 20 novembro de 2015.

DARIO, G. J. A.; DARIO, I. S. N.; VAZQUEZ, G. H.; PERES, A. R 2012. Adubação foliar na fase reprodutiva do arroz irrigado foliar. **Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.18 n. 1-4, p.68-80, 2012.

DEUNER, S.; NASCIMENTO, R.; FERREIRA, L. S.; BADINELLI, P. G.; KERBER, R. S. Adubação foliar e via solo de nitrogênio em plantas de milho em fase inicial de desenvolvimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1359-1365, 2008.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JR, D.; VITOR, C.M. T.; MORAES, R. V.; MISTURA, C.; REIS, G. C.; MARTUSCELLO, J. A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 397-403, 2005.

GHISI, O. M. A.; PEDREIRA, J. V. S. Características agronômicas das principais *Brachiaria spp.* In: Pedreira J. V. S.; Meirelles, N. M. F. Encontro sobre capins do gênero *Brachiaria*, Nova Odessa, 1986. **Anais**. Nova Odessa, SP: Instituto de Zootecnia, 1987.

GOMES, L., H. **Produtividade de um campo nativo melhorado submetido a adubação nitrogenada**. Dissertação (Mestrado) -Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 124 p. 2000.

GUSS, A.; GOMIDE, J. A.; NOVAIS, R. F. Exigências de fósforo para estabelecimento de quatro leguminosas forrageiras em solos com distintas características físico químicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, p.450-458, 1990.

HALLIDAY, D. J. Foliar application of major nutrients to fruit and plantation crops. **Outlook on Agriculture**. p. 111-115, 1961.

KLAHOLD, C. A.; GUIMARAES, V. F.; ECHER, M. M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R. L.; BECKER, A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.28, n.2, p.179-185, 2006.

LANDAU, E.; SILVA, G. A.; MOURA, L.; HIRSCH, A.; GUIMARAES, D. **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas**: sistemas agrícolas, paisagem natural e análise integrada do espaço rural. Embrapa Milho e Sorgo- Livro científico (ALICE), 2020.

LIMA, L. C.; BARBERO, L. M.; LANA, R. M. Q.; BASSO, F. C.; CARDOSO, A. F.; CAMARGO, R. Foliar fertilizer and biostimulant to enhance performance of *Urochloa* hybrid in two different seasons. **Australian Journal of Crop Science**. v. 13, n. 09, p.1429-1437, 2019.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 1980.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A. F. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. 727p.

MARÓSTICA, L. H. B.; FEIJÓ, S. Efeito da Adubação Foliar no Período Vegetativo da Cultura do Milho (*Zea may*). **UNICIÊNCIAS**, v.17, n.1, 2015.

MARQUES, L. N. **Fertilizante foliar em associação com fungicida em trigo**. Dissertação mestrado, Santa Maria, RS, 2014.

MOCELLIN, R. S. P. **Princípios da adubação foliar**. Fertilizantes com micronutrientes. Canos, 2004.

NASCIMENTO, J. L.; ALMEIDA, R. A.; SILVA, R. S. M.; MAGALHÃES, L. A. F. Níveis de calagem e fontes de fósforo na produção do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.32, n.1, p.7-11, 2002.

NUNES, S. G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M. I. O.; GOMES, D. T. **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. Documentos 21. Embrapa CNPGC. 1984. 31p.

PASCHOALOTO, J. R.; ANDRADE, J. C. A.; SANTOS, M. V.; DA SILVA, L.D.; DA CRUZ, P. J. R.; RIBEIRO SILVEIRA, R.; COSTA, J. P. R. Late-Breaking: Effects of grazing management and nitrogen fertilization on Marandu palisade grass production in silvopastoral systems. **Journal of Animal Science**, v. 97, n. Suppl 3, p. 319, 2019.

PEREIRA, M. D. A.; COSTA, F.; MONTAGNER, D.; EUCLIDES, V.; de ARAÚJO, A. R.; BARBOSA, R.; SOUZA, J. **Pastagens: condicionantes econômicos e seus efeitos nas decisões de formação e manejo**. Embrapa Gado de Corte-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2020.

PIETROSKI, M.; OLIVEIRA, R.; CAIONE, G. Adubação foliar de nitrogênio em capim mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça). **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 2, n. 3, p. 49-53, 2015.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; SILVA, A. G.; CANTARELLA, H. Nutrientes na fitomassa de capim-Marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v.30, n.3, p.562-568, 2006.

SKERMAN, P. J.; RIVEROS, F. **Gramíneas tropicales**. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1992.

SOARES FILHO, C. V.; RODRIGUES L R. A.; PERRI S. H. V. Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região Noroeste do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**, 24:5:1377-1384, 2002.

TEIXEIRA, R. N. V; PEREIRA, C. E; KIKUTI, H; DEMINICIS, B. B. *Brachiaria brizantha* (Syn. *Uroclhoa brizantha*) cv. Marandu sob diferentes doses de nitrogênio e fósforo em Humaitá-AM, Brazil. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava-PR, v.11, n.2, p.35-41, may - aug., 2018.

TEIXEIRA, R. N. V; PEREIRA, C. E; KIKUTI, H; DEMINICIS, B. B. *Brachiaria brizantha* (Syn. *Uroclhoa brizantha*) cv. Marandu sob diferentes doses de nitrogênio e fósforo em Humaitá-AM, Brasil. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava-PR, v.11, n.2, p.35-41, may - aug., 2018.

WERNER, J.C.; COLOZZA, M. T.; MONTEIRO, F. A. Adubação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18, Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2001. p.129-156.

CAPÍTULO 2

O artigo a seguir está redigido de acordo com as normas para publicação na revista *Pesquisa Agropecuária Brasileira* excetuando-se o idioma.

1 1. INTRODUÇÃO

2 A população mundial deve chegar a 9 bilhões até 2050, e para tanto a produção de
3 alimentos deve crescer cerca de 70% (FAO, 2014). Assim, a demanda por produtos
4 alimentícios provenientes da pecuária (com destaque às carnes vermelhas) devem crescer
5 significativamente, oferecendo assim, oportunidades para geração de renda e emprego para
6 os pecuaristas. O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do planeta, com 213,523
7 milhões de cabeças. Assim, considerando que a maior parte da produção de carne bovina no
8 Brasil é realizada tendo as pastagens como base alimentar, o correto manejo das plantas
9 forrageiras torna-se de fundamental importância nesse cenário, por se tratar da fonte de
10 alimento mais econômica nesse sistema de produção.

11 Nesse contexto, o uso de produtos que potencializem o crescimento dessas plantas
12 forrageiras é essencial para se aumentar a produção de carne em pasto. Dentre os nutrientes
13 considerados essenciais para as plantas, o nitrogênio (N) possui efeito marcante na expansão
14 de tecidos das partes aéreas (folhas) e subterrâneas (raízes), aumenta a tolerância da planta
15 sob estresse provocado por déficit hídrico e por extremos de temperatura. É o nutriente que
16 mais impacta no aumento de produção de forragem em pastagens de gramíneas forrageiras.
17 Essa maior produtividade das pastagens permite ao pecuarista trabalhar com taxas de lotação
18 animal maiores por hectare. É importante destacar, que os fertilizantes nitrogenados são
19 produzidos sobretudo a partir de combustíveis fósseis e N₂, não renováveis e quando
20 utilizados em quantidades excessivas ou situações desfavoráveis podem ser perdidos por
21 volatilização ou lixiviação e, eventualmente, se convertem em poluentes ambientais
22 (CANTARELLA e MARCELINO, 2008).

23 Assim, a adubação foliar como forma de complemento ou redução da adubação feita
24 no solo, no que diz respeito principalmente ao fornecimento de N, mas também de fósforo
25 (P) e potássio (K) para as plantas, visando reduzir as perdas e aumentar a eficiência de uso
26 desses nutrientes, pode ser uma alternativa sustentável para os sistemas agropecuários. A
27 adubação foliar é o processo de aplicação de nutrientes nas folhas das plantas, via
28 pulverização, podendo ser associada à aplicação de defensivos. Deste modo, a incorporação
29 de N via adubação foliar pode suplementar o fornecimento via solo em determinados
30 estágios de crescimento das plantas.

31 O uso e os efeitos de fertilizantes foliares em pastagem no Brasil é uma tecnologia
32 ainda pouco estudada e utilizada, sendo que a aplicação desses produtos como estratégia de
33 manejo, pode potencializar a produtividade e melhorar o valor nutritivo da forragem,

1 contribuindo para intensificar a produção pecuária brasileira, com aumento da taxa de
2 lotação animal por hectare, aumento do ganho de peso individual e aumento da
3 produtividade de @/hectare/ano, com reflexo na redução do tempo para o abate dos animais
4 e melhoria do desempenho econômico da atividade de pecuária de corte

5 Deste modo, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da aplicação de produtos
6 comerciais à base de fertilizantes foliares nitrogenado e composto nitrogenado com fósforo
7 e potássio sobre a produtividade de massa seca de forragem, a composição bomatológica, o
8 índice de clorofila foliar, a interceptação luminosa, a altura e a composição morfológica da
9 pastagem de capim-marandu, bem como, a estimativa da taxa de lotação animal (UA/ha), a
10 produtividade de carcaça (@/ha) e o desempenho econômico.

11 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

12 **2.1 Descrição do local**

13 O experimento foi conduzido em condição de sequeiro, no Setor de Forragicultura e
14 Pastagens, localizado na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão Lageado, pertencente à
15 Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ/UNESP) no município de
16 Botucatu/SP (22°51'01"S e 48°25'28"W, com altitude de 777 metros), durante o ano
17 agrícola 2020/2021 (meses de novembro/2020 a abril/2021).

18 De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al.,
19 2006), o solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico com 280, 90 e 630
20 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente. De acordo com a classificação de Köppen, o
21 clima predominante na região é do tipo Cwa (tropical de altitude, com inverno seco e verão
22 quente e chuvoso). Durante o período experimental os dados climáticos e o fotoperíodo
23 foram mensurados diariamente, calculando-se as médias mensais de cada atributo (Tabela
24 1).

25 Até o ano agrícola 2006/2007, a área experimental foi utilizada para produção de
26 silagem de milho (*Zea mays* L.) e sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. Posteriormente,
27 até outubro/2010, se encontrava em pousio, com predominância de capim-braquiariinha
28 [*Urochloa decumbens* (syn. *Brachiaria decumbens*) cv. Basilisk], a qual foi dessecada para
29 início de um sistema de integração lavoura-pecuária.

30 Nos anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012, a área experimental foi utilizada para
31 produção de silagem de milho em consórcio com capim-marandu no verão/outono e
32 sobressemeadura de aveia amarela (*Avena byzantina* cv. São Carlos) para pastejo por
33 cordeiros no inverno/primavera (Pariz et al., 2017b). No ano agrícola 2012/2013, a área

1 experimental foi utilizada para produção de silagem de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] em
 2 consórcio com capim-aruaana (*Panicum maximum* cv. Aruana) no verão/outono e cortes do
 3 capim-aruaana no inverno/primavera (Pariz et al., 2016, 2017a). Nos anos agrícolas
 4 2013/2014, 2014/2015 e 2015/2016, a área experimental foi utilizada para produção de
 5 silagem de milho em consórcio com capim-marandu e feijão guandu [*Cajanus cajan* (L.)
 6 Millsp. cv. BRS Mandarin] no verão/outono e sobressemeadura de aveia preta (*Avena*
 7 *strigosa* Schreb cv. Embrapa 29) para pastejo por cordeiros no inverno/primavera. Nos anos
 8 agrícolas 2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019, a área experimental foi utilizada para
 9 produção de silagem de soja em consórcio com capim-aruaana no verão/outono e
 10 sobressemeadura de aveia preta para pastejo por borregas no inverno/primavera.

11

12 **Tabela 1.** Precipitação e temperatura durante a condução do experimento e média histórica
 13 em Botucatu, São Paulo, Brasil

Características Climáticas	2020/2021							
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho
Precipitação, mm	184	170	61	144	69	31	32	0
Temperatura Máxima, °C	28,3	28,9	28,4	28,6	25,1	23,5	21,9	22,6
Temperatura Mínima, °C	18,4	19,4	18,5	19,3	16,0	14,5	13,1	11,2
	Média Histórica (60 anos)							
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho
Precipitação, mm	185	224	203	141	67	76	56	38
Temperatura Máxima, °C	27,2	28,1	28,0	28,0	27,0	24,0	23,0	23,0
Temperatura Mínima, °C	16,4	17,1	17,4	19,0	17,0	15,0	13,0	13,0
Fotoperíodo, h/dia	13,3	13,2	12,7	12,1	11,5	10,9	10,7	10,8

14

15 No ano agrícola 2019/2020, a área experimental foi utilizada para produção de grãos
 16 de milho em consórcio com capim-marandu no verão/outono e corte do capim-marandu no
 17 inverno/primavera, sendo o manejo de corte realizado em 03/08/2020, o qual já se
 18 encontrava em fase de rebrotação. Destaca-se que desde outubro/2010, vem se utilizando o
 19 sistema plantio direto, sem revolvimento do solo, com manutenção de palhada sobre a
 20 superfície do solo e com rotação de culturas agrícolas colhidas para ensilagem e grãos
 21 (verão/outono) e forrageiras com pastejo por cordeiros e borregas (inverno/primavera).

22

23 Antes da instalação do experimento, foi avaliada a fertilidade do solo (Tabela 2) nas
 24 profundidades de 0-20 e 20-40 cm, conforme metodologias descritas por van Raij et al.
 (2001).

1 **Tabela 2.** Fertilidade do solo antes da implantação do experimento

Profundidade (cm)	MO	pH	P	K	Ca	Mg	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V	S
	g/dm ³	CaCl ₂	mg/dm ³	mmol _c /dm ³				%	mg/dm ³			
0-20	27	5,2	29	2,6	34	11	0	37	48	85	56	9
20-40	24	4,9	7	0,9	40	10	0	43	51	94	54	10

2 MO: matéria orgânica; SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca catiônica; V: saturação por bases.

3 **2.2 Delineamento experimental**4 O delineamento experimental foi em faixas, com quatro repetições e esquema
5 fatorial entre cortes e tratamentos, sendo oito tratamentos, sendo:

- 6 (1) sem fertilização (testemunha);
7 (2) aplicação via foliar de 3,0 L ha⁻¹ do PC com N (32%);
8 (3) aplicação via foliar de 3,0 L ha⁻¹ do produto comercial PC com NPK (15-10-15)
9 (4) 50% fertilizante formulado sólido (125 kg/ ha⁻¹) + aplicação via foliar de 3,0 L ha⁻¹ do PC com
10 32% N.
11 (5) 50% fertilizante formulado sólido (125 kg/ ha⁻¹) + aplicação via foliar de 3,0 L ha⁻¹ do PC com NPK;
12 (6) 100% fertilizante formulado sólido (250 kg/ ha⁻¹);
13 (7) 100% fertilizante formulado sólido (250 kg/ ha⁻¹) + aplicação via foliar de 3,0 L ha⁻¹ do PC com N;

14 A aplicação via solo do fertilizante formulado sólido NPK e dos fertilizantes foliares
15 com N e NPK foi realizada após cada corte do capim-marandu, quando as plantas atingiram
16 95% de interceptação luminosa, durante os meses de dezembro/2020 a julho/2021. Cada
17 parcela foi constituída por 6 m de largura e 10 m de comprimento (60 m²).

17 **2.3 Implantação e manejo**

18 No mês de dezembro de 2020, realizou-se o corte de uniformização da pastagem de
19 capim-marandu na altura de 0,15m em relação à superfície do solo. Posteriormente, no
20 momento do início do experimento, realizou-se o controle químico das plantas daninhas
21 latifoliadas anuais presentes na área experimental com a aplicação do herbicida 2,4-D amine
22 na dose de 670 g ha⁻¹ do equivalente ácido, utilizando um volume de pulverização de 200 L
23 ha⁻¹ em todas as parcelas.

24 Concomitantemente, realizou-se a aplicação dos PC via foliar com N e NPK, de
25 acordo com cada tratamento, repetindo-se a aplicação após cada corte da forragem presente

1 na parcela. As aplicações dos produtos foram realizadas com pulverizador costal elétrico Ft-
2 25 Yamaha com bomba tipo diafragma, capacidade para 25 litros, vazão máxima de 4
3 litros/minuto e pressão máxima de 4 BAR (58 psi), no qual foi acoplado uma barra para
4 pulverizador costal com 6 Bicos (2,5 metros de largura) Guarany – Universal, com bicos
5 confeccionados em poliacetal, jato em forma de leque simples, a 110° e espaçamento entre
6 os bicos de 49 cm.

7 **2.4 Avaliações, amostragens e análises laboratoriais**

8 Os quatro cortes amostrais foram realizados em 07/01/2021, 13/03/2021, 07/05/2021
9 e 14/07/2021 para os tratamentos 1, 2 e 3; e em 30/12/2021, 15/02/2021, 25/03/2021 e
10 07/05/2021 para os tratamentos 4, 5, 6, 7 e 8, quando a interceptação luminosa (IL) do
11 capim-marandu estava próxima de 90-95% (PEDREIRA et al., 2009). A IL foi estimada
12 com um medidor de radiação fotossinteticamente ativa (AccuPar modelo LP80) em 10
13 pontos representativos da condição média de cada parcela, a cada sete dias. As leituras foram
14 realizadas ao redor das 12:00h sob céu claro, consistindo em medida acima e abaixo do
15 dossel forrageiro (no nível do solo). Após cada corte amostral, o capim-marandu foi ceifado
16 na altura de resíduo de 15-25 cm (dependendo do corte), mantendo sempre um resíduo
17 mínimo de lâminas foliares suficientes para a planta retomar o crescimento e o material
18 ceifado foi retirado da parcela. Após o primeiro corte amostral, as aplicações dos
19 fertilizantes foliares com N e NPK dos tratamentos 2 e 3 foram realizadas em 09/01/2021,
20 13/03/2021 e 07/05/2021, enquanto as adubações e as aplicações fertilizantes foliares com
21 N e NPK dos tratamentos 4, 5, 6, 7 e 8 foram realizadas em 09/01/2021, 15/02/2021 e
22 25/03/2021. A diferença de alguns dias entre a data do corte amostral e a adubação/aplicação
23 dos PC a base de N e NPK, para início do próximo ciclo de crescimento ocorreu em função
24 do tempo para o manejo da ceifa e em alguns casos, aliado às condições climáticas adversas
25 (excesso ou falta de chuva), impossibilitando o manejo com a ceifadora, além do risco de
26 perder o efeito do adubo sólido e dos produtos comerciais pelo excesso ou falta de chuva
27 logo após a aplicação.

28 Realizou-se amostragens em três pontos representativos de cada parcela para
29 determinação da produtividade de massa seca total, e das frações folha, colmo e material
30 morto, acúmulo de forragem e respectivas taxas de acúmulo, cortando-se com o uso de uma
31 ceifadora de forragem mecânica, toda a forragem presente no interior de uma moldura
32 metálica medindo 1,0 x 0,5m (0,5 m²), de acordo com os oito tratamentos.

1 A forragem ceifada foi pesada, homogeneizada e posteriormente retirada duas
2 subamostras com aproximadamente 200 gramas. A primeira subamostra foram colocada em
3 estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, sendo os valores extrapolados para kg ha¹
4 de massa seca total de forragem (MSFT), acúmulo de forragem, calculado pela diferença
5 entre as massas de forragem de dois cortes sucessivos de cada parcela, taxa de acúmulo de
6 forragem (kg ha⁻¹ dia⁻¹ de MS), calculado pela divisão do acúmulo de forragem pelo número
7 de dias entre os cortes e da taxa de acúmulo de lâminas foliares (kg ha⁻¹ dia⁻¹ de MS) foram
8 realizados da mesma forma, utilizando-se os valores de porcentagem de folhas.

9 Posteriormente o material foi levado ao laboratório de bromatologia pertencente a
10 FMVZ/UNESP - Campus de Botucatu para determinação dos teores de PB, FDN, FDA,
11 CEL, HEM e LIG, conforme metodologia descrita por AOAC (1995). Os teores de NDT
12 foram estimados conforme a equação proposta por Weiss, adotadas pelo NRC (2001). Para
13 determinação da digestibilidade verdadeira foi utilizado o Método filter bags (Ankom),
14 conhecido como fermentador ruminal Daisy II (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY).
15 Esta técnica baseia-se na inoculação de substratos armazenados em saquinhos filtrantes
16 (filter bags) e possibilita avaliar grande quantidade de amostras simultaneamente. O
17 procedimento detalhado para realizar a análise da digestibilidade verdadeira da matéria seca
18 usando a incubadora DAISYII pode ser resgatado no site da empresa (ANKOM, 2011).

19 A segunda subamostra foi utilizada para determinação da composição morfológica,
20 realizada pela separação manual dos seguintes componentes das plantas: lâmina foliar verde
21 (considerada as lâminas com menos de 50% de tecido senescente mais as folhas em
22 expansão); colmo (colmo e bainha de perfilhos que emitiram ou não inflorescência); e,
23 material senescente (tecido necrosado em folha aderida ao perfilho e o material
24 completamente necrosado não aderido ao perfilho). Estes componentes foram pesados e
25 secos em estufa para determinação da massa seca de lâminas foliares verde e senescente
26 (MSF e MSS), e colmos (MSC) e a proporção de cada fração foi expressa em kg ha⁻¹. A
27 relação folha: colmo (F:C) foi calculada pela razão entre a massa de lâminas foliares e
28 colmos, obtidas pela separação morfológica das amostras. A relação material verde e
29 material senescente (V: S) foi obtida pela razão entre a massa de folhas e colmos verdes e o
30 material senescente. A densidade volumétrica da forragem (DV), expressa em kg cm⁻¹ ha,
31 foi calculada pela divisão da massa de forragem, pela altura das plantas no pasto em cada
32 local de amostragem.

33 A determinação do índice de clorofila foliar (ICF) foi efetuado antes do momento do
34 corte do capim-marandu, utilizando-se clorofilômetro digital (CFL 1030 - Falker) para

1 leituras, na posição do terço médio da lâmina de folhas recém-expandidas (ABREU e
2 MONTEIRO, 1999), realizando-se 10 leituras na subparcela, das quais descartou-se as
3 mensurações discrepantes, utilizando-se para a média apenas as cinco mais próximas.

4 **2.5 Estimativas de produção de carne e análises de desempenho econômico**

5 A produção de carne foi estimada utilizando o programa computacional *Large*
6 *Ruminant Nutrition System*, cujo qual se baseia no *Cornell Net Carbohydrate and Protein*
7 *System* (2000). Os seguintes fatores foram utilizados para predição do requerimento de
8 energia e proteína, desempenho e ingestão de massa seca individual por gado de corte em
9 um grupo: Nelore, macho inteiro, 450 kg de peso vivo, 52% de rendimento de carcaça, 22%
10 de gordura corporal e pastejo rotacionado. Para cada tratamento e período de avaliação, o
11 valor nutritivo do capim-marandu foi utilizado para predizer os valores de desempenho
12 animal.

13 A ingestão de massa seca individual por gado de corte em um grupo foi de 10 kg de
14 massa seca por dia. O ganho de peso médio diário foi calculado com base na energia e
15 proteína metabolizável para ganho de peso. Assim, o ganho de peso médio diário foi
16 utilizado para estimar a produção de carne por hectare. Para tais cálculos, foi considerado
17 60% de eficiência de pastejo. O tempo de pastejo pelos animais considerados foi de sete dias
18 após cada avaliação. Portanto, a taxa de lotação animal foi estimada em função da
19 produtividade de massa seca, o tempo de pastejo pelos animais, a ingestão de massa seca
20 individual e a eficiência de pastejo. A taxa de lotação animal foi multiplicada pelo ganho de
21 peso médio diário, pelo tempo de pastejo pelos animais e pelo rendimento de carcaça (52%)
22 para estimar a produção de carne por hectare, metodologia utilizada por Crusciol et al.
23 (2016).

24 Os custos operacionais (Tabela 3) foram estimados a partir dos coeficientes técnicos
25 (insumos e operações) e ajustados aos vigentes em áreas comerciais no Estado de São Paulo,
26 gerando os custos operacionais (MATSUNAGA et al., 1976). A média da produção de carne
27 por hectare foi utilizada para obtenção da receita bruta, considerando os preços médios da
28 arroba bovina recebidos pelos produtores no Estado de São Paulo. A margem de
29 contribuição (receita bruta com a quantidade de arroba bovina produzida menos os custos
30 operacionais) foi calculada em planilhas eletrônicas, conforme metodologia descrita por
31 Santos et al. (2008).

32
33

1 **Tabela 3.** Custos das operações com maquinários (próprios e terceirizados) e insumos por
 2 hectare utilizados para cálculo dos custos operacionais

Operações e Insumos	Unidade	Qtde.	Valor Unitário (R\$/ha)	Valor Total (R\$/ha)
Operações				
Aplicação dos PC foliares (N e NPK)	atividade-máquina	1,0	50,00	50,00
Adubação	atividade-máquina	1,0	50,00	50,00
Insumos				
Adubo 20-05-20 (Ano 2020)	tonelada	0,125	1.650,00	206,25
Adubo 20-05-20 (Ano 2020)	tonelada	0,250	1.650,00	412,50
Adubo 20-05-20 (Ano 2021)	tonelada	0,125	3.195,00	399,38
Adubo 20-05-20 (Ano 2021)	tonelada	0,250	3.195,00	798,75
Foliar com N	litro	3,0	14,17	42,51
Foliar com NPK	litro	3,0	28,40	85,20

3 N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio.

4 **2.6 Análises estatísticas**

5 Os dados foram analisados quanto à normalidade de distribuição, pelo teste de
 6 Shapiro-Wilk do PROC UNIVARIATE do SAS (versão 9.4; SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA)
 7 e foram considerados normais quando $W \geq 0,90$. Utilizou-se o PROC MIXED do SAS e o
 8 comando Satterthwaite para determinar os graus de liberdade do denominador para testes de
 9 efeito fixo. Para todas as variáveis analisadas, os tratamentos, os cortes e a respectiva
 10 interação, foram consideradas como efeito fixo. Os cortes foram avaliados como medidas
 11 repetidas no tempo. Os resultados foram reportados como a média dos quadrados mínimos
 12 e separados utilizando a opção de probabilidade de diferenças (PDIF). Os tratamentos
 13 foram comparados pelo teste LSD. O efeito do fator principal ou a interação (tratamentos \times
 14 cortes) foram considerados estatisticamente significativos quando $P \leq 0,05$.

15 **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

16 O intervalo de corte, interceptação luminosa, altura de plantas e índice de clorofila
 17 foliar do capim-marandu foram influenciadas significativamente ($p < 0,005$) pela adubação
 18 utilizada (Tabela 4). Os menores intervalos de corte e maiores índices de interceptação
 19 luminosa foram obtidos nos tratamentos com 50% adubo sólido + foliar com N, 50% adubo
 20 sólido + foliar com NPK, 100% adubo, 100% adubo sólido + foliar com N e 100% adubo
 21 sólido + foliar com NPK.

22 O intervalo de corte afeta o potencial de rebrota e a persistência das espécies
 23 forrageiras. Longos intervalos de cortes levam desvantagens como: maior deposição de
 24 material fibroso, diminuição do valor nutritivo e, conseqüentemente, do consumo (CANTO
 25 et al., 1984). Os maiores valores para esta variável foram obtidos nos tratamentos sem

1 fertilização (testemunha), aplicação de 3,0 L/ha do fertilizante foliar com N e o com a
 2 aplicação de 3,0 L/ha do fertilizante foliar com NPK. No entanto, para melhor compreensão
 3 acerca desta resposta no capim-marandu é necessário considerar a qualidade nutricional e
 4 composição do dossel, afim de verificar se o tratamento com maior intervalo de corte
 5 diminui o valor nutritivo da forragem produzida.

6

7 **Tabela 4.** Intervalo de cortes amostrais, interceptação luminosa (IL), altura de plantas (AP)
 8 e índice de clorofila foliar (ICF) do capim-marandu em função de doses de adubo sólido 20-
 9 05-20, aplicações dos fertilizantes foliares com de N e NPK ciclos de crescimento

Tratamentos	Intervalo	IL	AP	ICF
	Dias	%	cm	
<u>Adubação*</u>				
(1) – Testemunha	52 a**	82 b	33 c	29 d
(2) – Foliar com N	52 a	83 b	33 c	32 c
(3) – Foliar com NPK	52 a	83 b	33 c	32 c
(4) – 50% adubo + Foliar com N	37 b	87 a	41 b	35 b
(5) – 50% adubo + Foliar com NPK	37 b	88 a	41 b	38 a
(6) – 100% adubo	37 b	88 a	42 b	38 a
(7) – 100% adubo + Foliar com N	37 b	88 a	42 b	39 a
(8) – 100% adubo + Foliar com NPK	37 b	89 a	46 a	39 a
<u>Ciclo de Crescimento</u>				
1°	31 c	92 a	51 a	36 a
2°	39 b	87 b	39 b	36 a
3°	44 b	85 c	34 c	35 a
4°	48 a	80 d	31 d	35 a
<u>ANAVA (P > F)</u>				
Adubação (AD)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Ciclo de Crescimento (CC)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
AD × CC	<0,0001	<0,0001	0,0041	<0,0001

10 *(1) sem fertilização (testemunha); (2) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (3) aplicação de 3,0 L/ha do produto
 11 comercial com 15%N+ 10% P₂O₅+ 15%K₂O; (4) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (5)
 12 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₅+ 15%K₂O; (6) aplicação de 50,0-12,5-
 13 50,0 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente, sendo 250 kg/ha do adubo formulado NPK 20-05-20; (7) adubo sólido (NPK) + aplicação
 14 de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (8) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10%
 15 P₂O₅+ 15%K₂O.

16 **Médias nas colunas seguidas por letras distintas, são significativamente diferentes pelo teste t LSD (P ≤ 0,05).

17

18 Para a interceptação luminosa observou-se novamente que os tratamentos
 19 testemunha, aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial a base de N e o com a aplicação de
 20 3,0 L/ha do produto comercial a base de NPK apresentaram os menores índices. Tais
 21 resultados evidenciam que a aplicação de adubação foliar combinada com a aplicação de
 22 pelo menos 50% do adubo NPK (20-05-20) aplicados no solo promove melhorias na

1 arquitetura do dossel.

2 A variável altura de plantas apresentou resultados significativos ($p < 0,005$) para as
3 plantas submetidas ao tratamento com 100% adubo sólido + foliar com NPK exibiram dossel
4 forrageiro com 46 cm de altura, representando incremento de 13cm quando comparada aos
5 tratamentos testemunha, foliar com N e NPK. Esse resultado se deve ao reflexo das funções
6 desempenhadas pelo N, como componente estrutural de macromoléculas e enzimas,
7 envolvidas no processo de desenvolvimento vegetativo das plantas (MALAVOLTA, 2006).
8 Além disso, a medida que aumenta a altura do pasto, aumenta-se a massa de forragem,
9 consequentemente a quantidade de forragem disponível para os animais em pastejo
10 (CANTO et al., 2002).

11 O índice de clorofila foliar (ICF) do capim-marandu também foi influenciado
12 significativamente pela adubação. Os maiores valores foram apresentados pelos tratamentos
13 50% adubo sólido + foliar a base de NPK, 100% adubo sólido, 100% adubo sólido + foliar
14 a base de N e 100% adubo sólido + foliar a base de NPK. A clorofila está diretamente
15 associada com o potencial fotossintético, assim como o estado nutricional das plantas, deste
16 modo avaliar o índice de clorofila em plantas forrageiras submetidas a adubação nitrogenada
17 permiti emitir resultados mais apurados quanto a nutrição do capim-marandu. Lavres Jr &
18 Monteiro (2006) observaram que o incremento de doses de N em *Urochloa* propiciaram
19 correlações positivas entre o teor de clorofila e concentração de N na folha.

20 O ciclo de pastejo sofreu influência significativa ($p < 0,005$) nos períodos de
21 condução do estudo para as variáveis intervalo de corte amostrais, interceptação luminosa
22 (IL) e altura de plantas (AP).

23 O intervalo de corte, interceptação luminosa, altura de plantas e índice de clorofila
24 foliar (ICF) do capim-marandu apresentaram interações com a adubação e os ciclos de
25 crescimento, e o desdobramento destas são apresentados na tabela 5.

26
27 **Tabela 5.** Desdobramento das interações significativas do intervalo de corte, interceptação
28 luminosa (IL), altura de plantas (AP) e índice de clorofila foliar (ICF) do capim-marandu
29 com os ciclos de crescimento (continua)

Tratamentos	Intervalo de Corte (dias)			
	Ciclo de Crescimento			
Adubação*	1º	2º	3º	4º
(1) – Testemunha	36 aC**	54 aB	55 aB	61 aA
(2) – Foliar com N	36 aC	54 aB	55 aB	61 aA
(3) – Foliar com NPK	36 aC	54 aB	55 aB	61 aA
(4) – 50% adubo + Foliar com N	28 bC	30 bB	38 bA	40 bA
(5) – 50% adubo + Foliar com NPK	28 bC	30 bB	38 bA	40 bA

Tabela 5. Desdobramento das interações significativas do intervalo de corte, interceptação luminosa (IL), altura de plantas (AP) e índice de clorofila foliar (ICF) do capim-marandu com os ciclos de crescimento (conclusão)

Tratamentos	Intervalo de Corte (dias)			
	Ciclo de Crescimento			
(6) – 100% adubo	28 bC	30 bB	38 bA	40 bA
(7) – 100% adubo + Foliar com N	28 bC	30 bB	38 bA	40 bA
(8) – 100% adubo + Foliar com NPK	28 bC	30 bB	38 bA	40 bA

Tratamentos	Interceptação Luminosa (%)			
	Ciclo de Crescimento			
Adubação*	1°	2°	3°	4°
(1) – Testemunha	92 aA	85 bB	70 bC	83 aB
(2) – Foliar com N	92 aA	86 bB	68 bC	85 aB
(3) – Foliar com NPK	93 aA	86 aB	71 bC	83 aB
(4) – 50% adubo + Foliar com N	92 aA	84 bB	94 aA	78 bC
(5) – 50% adubo + Foliar com NPK	93 aA	85 bB	94 aA	76 bA
(6) – 100% adubo	92 aA	90 aA	94 aA	77 bB
(7) – 100% adubo + Foliar com N	92 aA	90 aA	94 aA	78 bB
(8) – 100% adubo + Foliar com NPK	92 aA	91 aA	94 aA	78 bB

Tratamentos	Altura de Plantas (cm)			
	Ciclo de Crescimento			
Adubação*	1°	2°	3°	4°
(1) – Testemunha	47 bA	33 dB	23 cC	19 bB
(2) – Foliar com N	47 bA	37 cB	29 bC	22 bD
(3) – Foliar com NPK	48 bA	37 cB	27 bC	21 bD
(4) – 50% adubo + Foliar com N	49 bA	37 cB	39 aB	37 aB
(5) – 50% adubo + Foliar com NPK	49 bA	36 cB	39 aB	36 aB
(6) – 100% adubo	57 aA	42 bB	38 aB	36 aB
(7) – 100% adubo + Foliar com N	57 aA	41 bB	38 aB	37 aB
(8) – 100% adubo + Foliar com NPK	56 aA	48 aB	40 aC	37 aC

Tratamentos	ICF			
	Ciclo de Crescimento			
Adubação*	1°	2°	3°	4°
(1) – Testemunha	32 bA	31 dA	32 cA	24 cB
(2) – Foliar com N	32 bA	35 cA	33 cA	24 cB
(3) – Foliar com NPK	33 bA	35 cA	33 cA	24 cB
(4) – 50% adubo + Foliar com N	39 aA	37 bA	36 bA	38 bA
(5) – 50% adubo + Foliar com NPK	39 aA	37 bA	36 bA	38 bA
(6) – 100% adubo	40 aA	37 bA	36 bA	38 bA
(7) – 100% adubo + Foliar com N	40 aA	40 aA	39 aA	42 aA
(8) – 100% adubo + Foliar com NPK	41 aA	40 aA	39 aA	42 aA

(1) sem fertilização (testemunha); (2) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (3) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (4) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (5) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (6) aplicação de 50,0-12,5-50,0 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente, sendo 250 kg/ha do adubo formulado NPK 20-05-20; (7) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (8) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O.

**Médias nas colunas seguidas por letras distintas, são significativamente diferentes pelo teste t LSD (P ≤ 0,05).

8

9 Observa-se as maiores variáveis de intervalo de cortes e menor interceptação
10 luminosa para o ciclo 4, assim como plantas menores e com menores valores para clorofila
11 foliar. Tais resultados estão intimamente ligados a plasticidade fenotípica das plantas, pelo
12 mecanismo de equilíbrio frente às mudanças ambientais permitindo a perenidade do pasto.

1 Esse processo promove adaptações graduais e reversíveis das características morfogênicas,
2 em resposta a um fator ou conjunto de fatores ambientais, a fim de manter a sua atividade
3 fotossintética (SBRISSIA & SILVA, 2008).

4 A relação folha:colmo não apresentou resposta significativa em função das
5 adubações utilizadas ($p>0,005$). No entanto, as variáveis densidade volumétrica (DV), taxa
6 de acúmulo de forragem (TAF) e taxa de acúmulo de lâminas foliares (TALF) do capim-
7 marandu apresentaram efeito significativo ($p<0,005$) em função de doses de adubo sólido e
8 aplicação dos fertilizantes foliar com N e NPK (Tabela 6).

9

10 **Tabela 6.** Relação folha: colmo (FC), densidade volumétrica (DV), taxa de acúmulo de
11 forragem (TAF) e taxa de acúmulo de lâminas foliares (TALF) do capim-marandu em
12 função de doses de adubo sólido 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares com de N e
13 NPK e ciclos de crescimento

Tratamentos	FC	DV	TAF	TALF
	kg MS/cm/ha	kg MS/ha/dia	kg MS/ha/dia	kg MS/ha/dia
<u>Adubação*</u>				
(1) – Testemunha	1,6 a**	87 c	55 e	29 e
(2) – Foliar com N	2,1 a	112 b	74 d	37 d
(3) – Foliar com NPK	1,6 a	112 b	76 d	39 d
(4) – 50% adubo sólido + Foliar com N	1,7 a	107 b	123 c	68 c
(5) – 50% adubo sólido + Foliar com N	1,8 a	109 b	133 c	75 b
(6) – 100% adubo sólido	1,6 a	106 b	128 c	66 c
(7) – 100% adubo sólido + Foliar com N	1,8 a	123 a	149 b	82 b
(8) – 100% adubo sólido + Foliar com NPK	1,5 a	125 a	172 a	90 a
<u>Ciclo de Crescimento</u>				
1º	2,0 a	86 b	141 a	89 a
2º	1,4 d	116 a	128 b	57 b
3º	1,8 b	121 a	99 c	58 b
4º	1,6 c	120 a	87 d	40 c
<u>ANAVA (P > F)</u>				
Adubação (AD)	0,5838	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Ciclo de Crescimento (CC)	0,0360	<0,0001	<0,0001	<0,0001
AD × CC	0,3136	0,2427	0,0292	0,0177

14 *(1) sem fertilização (testemunha); (2) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (3) aplicação de 3,0 L/ha do produto
15 comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (4) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (5)
16 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (6) aplicação de 50,0-12,5-
17 50,0 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente, sendo 250 kg/ha do adubo formulado NPK 20-05-20; (7) adubo sólido (NPK) + aplicação
18 de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (8) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10%
19 P₂O₃+ 15%K₂O.

20 **Médias nas colunas seguidas por letras distintas, são significativamente diferentes pelo teste t LSD ($P \leq 0,05$).

21

22 Para o ciclo de pastejo do capim-marandu, constatou-se diferenças significativas

($p < 0,005$) para as variáveis relação folha: colmo (FC), densidade volumétrica (DV), taxa de acúmulo de forragem (TAF) e taxa de acúmulo de lâminas foliares (TALF) em função de doses de adubo sólido (NPK) 20-05-20 e aplicações dos fertilizantes foliar com N e NPK.

A aplicação de 250 kg/ha do adubo formulado sólido NPK 20-05-20 + aplicação de 3,0 L/ha do PC com NPK proporcionou os maiores valores para as variáveis taxa de acúmulo de forragem (TAF) e taxa de acúmulo de lâminas foliares (TALF). O mesmo tratamento também já havia se destacado em relação ao aumento de altura de forragem, possibilitando inferir que este tratameto favoreceu o crescimento do dossel forrageiro do capim-marandu.

O primeiro ciclo de crescimento foi responsável por maior relação folha/colmo, menor densidade volumétrica, maior taxa de acúmulo de forragem e taxa de acúmulo de lâminas foliares, resultados esperados visto a mudanças estruturais do capim-marandu ao longo dos ciclos de crescimento, a medida em que ocorria o manejo de cortes haviam mudanças morfológicas no capim e estas mudanças estavam diretamente relacionada a produção, qualidade e morfologia do capim. As análises posteriores relacionadas a bromatologia e características produtivas reforçam essa hipótese.

Verificou-se interações do ciclo de crescimento e adubação nas variáveis taxa de acúmulo de forragem (TAF) e taxa de acúmulo de lâminas foliares (TALF) do capim-marandu em função de doses de adubo sólido 20-05-20 e aplicações dos fertilizantes foliar com N e NPK. Os desdobramentos destas interações são apresentados na tabela 7.

Tabela 7. Desdobramento das interações significativas da taxa de acúmulo de forragem (TAF) e taxa de acúmulo de lâminas foliares (TALF) do capim-marandu em função de doses de adubo sólido 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares a base de N e NPK e ciclos de crescimento (continua)

Tratamentos	TAF (kg MS/ha/dia)			
	Ciclo de Crescimento			
Adubação*	1°	2°	3°	4°
(1) – Testemunha	87 dA**	69 eB	40 eB	25 eC
(2) – Foliar com N	110 cA	80 dB	67 dB	39 dC
(3) – Foliar com NPK	115 cA	84 dB	66 dB	39 dC
(4) – 50% adubo sólido + Foliar com N	154 bA	135 cA	98 cB	106 cB
(5) – 50% adubo sólido + Foliar com NPK	161 bA	133 cB	123 bB	113 cB
(6) – 100% adubo sólido	159 bA	143 cA	105 cB	107 cB
(7) – 100% adubo sólido+ Foliar com N	156 bA	176 bA	133 bB	130 bB
(8) – 100% adubo sólido+ Foliar com NPK	189 aA	200 aA	164 aB	136 aC

Tabela 7. Desdobramento das interações significativas da taxa de acúmulo de forragem (TAF) e taxa de acúmulo de lâminas foliares (TALF) do capim-marandu em função de doses de adubo sólido 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares a base de N e NPK e ciclos de crescimento (conclusão)

Tratamentos	TAF (kg MS/ha/dia)			
	Ciclo de Crescimento			
Adubação*	1º	2º	3º	4º
(1) – Testemunha	56 eA	32 dB	17 fC	10 eC
(2) – Foliar com N	66 dA	38 cB	29 eB	16 dC
(3) – Foliar com NPK	71 dA	40 cB	30 eB	16 dC
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	101 bA	60 bB	65 dB	45 cC
(5) – 50% adubo sólido+ Foliar com NPK	112 aA	61 bC	74 cB	56 bD
(6) – 100% adubo sólido	91 cA	65 bB	58 dB	51 Cb
(7) – 100% adubo sólido+ Foliar com N	103 bA	78 ab	87 bB	59 bC
(8) – 100% adubo sólido+ Foliar com NPK	110 aA	82 ab	101 aa	66 aC

(1) sem fertilização (testemunha); (2) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (3) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (4) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (5) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (6) aplicação de 50,0-12,5-50,0 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente, sendo 250 kg/ha do adubo formulado NPK 20-05-20; (7) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (8) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O.

**Médias nas colunas seguidas por letras distintas, são significativamente diferentes pelo teste t LSD (P ≤ 0,05).

Independente do tratamento utilizado o capim-marandu no primeiro ciclo apresentou maior taxa de acúmulo de TAF e TALF. Estes resultados refletem novamente a resposta da forrageira aos cortes e as condições climáticas. Deste modo, pode-se inferir que as alterações nas características morfológicas das folhas ao longo dos ciclos de crescimento influenciam diretamente a capacidade de interceptação luminosa da planta e do dossel, promovendo mudanças tanto em suas características morfogênicas, pela alteração na taxa de alongamento de folhas, quanto em suas características estruturais, quer diretamente sobre a densidade populacional de perfilhos, quer indiretamente pelos efeitos derivados da alteração na taxa de alongamento de folhas. Essas mudanças visam assegurar a rebrotação e a perenidade da planta forrageira e, integram um conjunto de características adaptativas chamado plasticidade fenotípica (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996).

Pode-se inferir ainda que o tratamento 100% adubo sólido + fertilizante foliar com NPK independente do ciclo de pastejo apresentaram os melhores valores de taxa de acúmulo de forragem e taxa de acúmulo de lâminas foliares evidenciando novamente o papel do N na composição da forrageira em estudo, e que a utilização de produtos foliares adicionalmente a praticas de adubação via solo são capazes de promover melhorias na produção do capim-marandu.

Para os componentes produtivos observou-se respostas significativas para as

1 variáveis produtividade de massa seca total de forragem (MSTF), massa seca de lâminas
2 foliares verde (MSF), massa seca de colmos (MSC) e massa seca de lâminas foliares
3 senescente do capim-marandu em função de doses de adubo sólido 20-05-20, aplicações dos
4 fertilizantes foliar com N e NPK e ciclos de crescimento (Tabela 08).

5

6 **Tabela 8.** Produtividade de massa seca total de forragem (MSTF), massa seca de lâminas
7 foliares verde (MSF), massa seca de colmos (MSC) e massa seca de lâminas foliares
8 senescente do capim-marandu em função de doses de adubo sólido 20-05-20, aplicações dos
9 fertilizantes foliares a base de N e NPK e ciclos de crescimento

Tratamentos	MSTF	MSF	MSC	MSS	MSF	MSC	MSS
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	%	%
<u>Adubação*</u>							
(1)Testemunha	2.637**	1.331 e	903 e	403 d	48,7 b	32,5 a	18,8 a
(2)Foliar com N	3.590 d	1.760 d	1.111 d	719 a	48,7 b	29,3 a	22,0 a
(3)Foliar com NPK	3.669 d	1.811 d	1.265 d	591 b	48,5 b	33,5 a	18,0 a
(4)50% adubo sólido+Folia N	4.085 c	2.228 c	1.477 c	381 d	55,0 a	35,9 a	9,1 c
(5)50% adubo sólido+ Foliar NPK	4.427 c	2.496 b	1.439 c	492 c	56,0 a	32,6 a	11,4 c
(6)100% adubo sólido	4.250 c	2.184 c	1.475 c	591 b	51,5 ab	34,5 a	14,0 b
(7)100% adubo sólido+ foliar N	4.973 b	2.723 b	1.681 b	569 b	56,0 a	33,4 a	10,6 c
(8)100% adubo sólido+ Foliar NPK	5.742 a	3.005 a	2.112 a	623 b	52,8 ab	36,7 a	10,5 c
<u>Ciclo de Crescimento</u>							
1°	4.274 b	2.677 a	1.538 a	61 c	63,0 a	35,4 a	1,6 d
2°	4.525 a	2.041 c	1.649 a	836 a	45,6 c	36,1 a	18,4 c
3°	4.146 b	2.344 b	1.339 b	463 b	55,2 b	32,3 b	12,5 b
4°	3.740 c	1.768 d	1.208 b	826 a	44,7 c	30,5 b	24,8 a
<u>ANAVA (P > F)</u>							
Adubação (AD)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0031	0,0022	0,0940	<0,0001
Ciclo de Crescimento (CC)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,00	<0,0001	0,0041	<0,0001
				01			
AD × CC	<0,0001	<0,0001	0,0056	0,0006	0,0004	0,1209	<0,0001

10

11

12

13

14

15

16

17

*(1) sem fertilização (testemunha); (2) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (3) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (4) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (5) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (6) aplicação de 50,0-12,5-50,0 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente, sendo 250 kg/ha do adubo formulado NPK 20-05-20; (7) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (8) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O.

**Médias nas colunas seguidas por letras distintas, são significativamente diferentes pelo teste t LSD (P ≤ 0,05).

18

19

20

21

O tratamento com a aplicação do adubo sólido (NPK) associado com a aplicação de 3,0L do fertilizante foliar com NPK promoveu aumento (p<0,05) na produtividade de MSTF, MSF e MSC, refletindo em plantas mais altas, com incremento na massa de forragem.

Quanto aos ciclos de crescimento nota-se novamente piora nos índices produtivos com aumento dos ciclos, pelo incremento na massa seca de colmos e massa seca de lâminas foliares senescente. Esse resultado é importante, pois a presença de menor quantidade de lâminas foliares em relação ao colmo e aumento de forragem senescente afeta negativamente o desempenho animal, devido à baixa contribuição para a dieta, relacionado ao valor nutritivo dessas estruturas (CASTRO et al., 2013).

Houve interação significativa ($p < 0,005$) entre a produtividade de massa seca total de forragem (MSTF), massa seca de lâminas foliares verde (MSF), massa seca de colmos (MSC) e massa seca de lâminas foliares senescente do capim-marandu em função das doses. Os desdobramentos destas interações são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Desdobramento das interações significativa da produtividade de massa seca total de forragem (MSTF), massa seca de lâminas foliares verde (MSF), massa seca de colmos (MSC) e massa seca de lâminas foliares senescente do capim-marandu em função de doses (continua)

Tratamentos	MSTF (kg/ha)			
	Ciclo de Crescimento			
Adubação*	1º	2º	3º	4º
(1) – Testemunha	3.130 cA**	3.737 dA	2.174 eB	1.506 eB
(2) – Foliar com N	3.964 bA	4.321 cA	3.718 dA	2.356 dB
(3) – Foliar com NPK	4.172 bA	4.520 cA	3.623 dB	2.353 dC
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	4.316 bA	4.045 cA	3.724 dA	4.256 cA
(5) – 50% adubo sólido+ Foliar com NPK	4.514 bA	3.985 cA	4.692 cA	4.519 cA
(6) – 100% adubo sólido	4.453 bA	4.304 cA	3.977 dA	4.267 cA
(7) – 100% adubo sólido+ Foliar com N	4.356 bB	5.292 bA	5.041 bA	5.202 bA
(8) – 100% adubo sólido+ Foliar com NPK	5.288 aB	6.003 aA	6.218 aA	5.459 aB

Tratamentos	MSF (kg/ha)			
	Ciclo de Crescimento			
Adubação*	1º	2º	3º	4º
(1) – Testemunha	2.023 eA	1.747 cA	950 fB	604 eB
(2) – Foliar com N	2.391 dA	2.062 bA	1.588 eB	999 dC
(3) – Foliar com NPK	2.558 cA	2.168 bA	1.564 eB	954 dC
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	2.827 bA	1.796 cB	2.479 dA	1.809 cB
(5) – 50% adubo sólido+ Foliar com NPK	3.125 aA	1.818 cB	2.800 cA	2.241 bB
(6) – 100% adubo sólido	2.538 cA	1.946 bC	2.218 dB	2.034 cC
(7) – 100% adubo sólido+ Foliar com N	2.881 bA	2.346 aB	3.309 bA	2.355 bC
(8) – 100% adubo sólido+ Foliar com NPK	3.075 aB	2.449 aC	3.844 aA	2.652 aC

Tratamentos	MSC (kg/ha)			
	Ciclo de Crescimento			
Adubação*	1º	2º	3º	4º
(1) – Testemunha	0 aB	526 cA	532 bA	555 bA
(2) – Foliar com N	257 aB	869 bA	887 aA	862 abA
(3) – Foliar com NPK	234 aC	577 cB	810 aA	743 abA
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	0 aB	751 bA	0 dB	773 abA
(5) – 50% adubo sólido+ Foliar com NPK	0 aB	836 bA	335 cB	798 abA
(6) – 100% adubo sólido	0 aD	803 bB	556 bC	1.005 aA
(7) – 100% adubo sólido+ Foliar com N	0 aB	1.055 aA	265 cB	955 aA
(8) – 100% adubo sólido+ Foliar com NPK	0 aB	1.267 aA	318 cB	917 aA

Tabela 9. Desdobramento das interações significativa da produtividade de massa seca total de forragem (MSTF), massa seca de lâminas foliares verde (MSF), massa seca de colmos (MSC) e massa seca de lâminas foliares senescente do capim-marandu em função de doses (conclusão)

Tratamentos	MSS (kg/ha)			
	Ciclo de Crescimento			
Adubação*	1º	2º	3º	4º
(1) – Testemunha	1.108 dB	1.465 cA	692 cC	345 dD
(2) – Foliar com N	1.316 cA	1.390 cA	1.243 bA	495 dB
(3) – Foliar com NPK	1.380 cA	1.775 bA	1.250 bA	656 dB
(4) – 50% adubo sólido + Foliar com N	1.490 cA	1.498 cA	1.245 bA	1.674 bA
(5) – 50% adubo sólido + Foliar com NPK	1.389 cA	1.331 cA	1.557 bA	1.481 bA
(6) – 100% adubo sólido	1.915 bA	1.555 cB	1.203 bC	1.229 cC
(7) – 100% adubo sólido + Foliar com N	1.475 cA	1.890 bA	1.467 bA	1.892 aA
(8) – 100% adubo sólido + Foliar com NPK	2.213 aA	2.287 aA	2.057 aA	1.889 aA

(1) sem fertilização (testemunha); (2) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (3) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (4) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (5) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (6) aplicação de 50,0-12,5-50,0 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente, sendo 250 kg/ha do adubo formulado NPK 20-05-20; (7) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (8) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O. **Médias nas colunas seguidas por letras distintas, são significativamente diferentes pelo teste t LSD (P ≤ 0,05).

Observou-se ainda, interação significativa dos ciclos de crescimento com as variáveis proporção de massa seca de lâminas foliares verde (MSF), massa seca de colmos (MSC) e massa seca de lâminas foliares senescente do capim-marandu em função de doses de adubo sólido 20-05-20 e aplicações dos fertilizantes foliares a base de N e NPK. O desdobramento destas interações etsão expostas na Tabela 10.

A adubação nitrogenada reveste-se de vital importância, uma vez que, além de promover o aumento da produção de fitomassa das gramíneas, estimula o crescimento de tecidos novos, com altos teores de proteína bruta, baixos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e lignina (EUCLIDES, 1995). Deste modo, torna-se imprescindível associar as características bromatológicas do capim-marandu em função de doses de adubo sólido 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares a base de N e NPK e ciclos de crescimento, cujos resultados estão apresentados na Tabela 11.

O aumento de N nos tratamentos a partir de fertilizante formulado sólido + aplicação de 3,0 L/ha do fertilizante foliar com N promoveram melhoria na quantidade de proteína do capim-marandu. Além de toda influência sobre a morfogênese e morfologia da planta, e consequente perenidade dessas plantas, o N quando inserido no sistema de pastejo, via adubação foliar ou via solo, favorece o aumento na concentração de N na planta, e consequentemente, o teor de proteína bruta (PB), refletindo na qualidade da forragem.

1 **Tabela 10.** Desdobramento das interações significativas da proporção de massa seca de
 2 lâminas foliares verde (MSF), massa seca de colmos (MSC) e massa seca de lâminas foliares
 3 senescente do capim-marandu em função de doses de adubo sólido 20-05-20, aplicações dos
 4 fertilizantes foliares a base de N e NPK e ciclos de crescimento

Tratamentos	MSF (%)			
	Ciclo de Crescimento			
	1°	2°	3°	4°
Adubação*				
(1) – Testemunha	64,5 dA**	46,8 aB	43,7 cB	39,5 bB
(2) – Foliar com N	60,7 eA	48,3 aB	43,2 cB	42,5 bB
(3) – Foliar com NPK	61,7 eA	48,4 aB	43,2 cB	40,8 bB
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	66,7 bA	45,0 aB	65,7 aA	42,6 bB
(5) – 50% adubo sólido + Foliar com NPK	68,5 aA	45,5 aC	59,7 bB	50,1 aC
(6) – 100% adubo sólido	56,9 fA	45,1 aB	56,6 bA	47,4 aB
(7) – 100% adubo sólido + Foliar com N	67,1 bA	44,7 aB	66,6 aA	45,5 aB
(8) – 100% adubo sólido + Foliar com NPK	58,2 eA	40,9 aC	63,3 aA	48,8 aB

Tratamentos	MSS (%)			
	Ciclo de Crescimento			
	1°	2°	3°	4°
Adubação*				
(1) – Testemunha	0,0 aD	14,3 cC	24,6 aB	36,5 aA
(2) – Foliar com N	6,9 aC	21,2 aB	23,9 aB	36,2 aA
(3) – Foliar com NPK	5,7 aC	12,7 bC	22,3 aB	31,4 bA
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	0,0 aB	18,1 bA	0,0 dB	18,2 dA
(5) – 50% adubo sólido + Foliar com NPK	0,0 aB	21,1 aA	7,1 cB	17,8 dA
(6) – 100% adubo sólido	0,0 aD	18,9 bB	13,5 bC	23,8 cA
(7) – 100% adubo sólido + Foliar com N	0,0 aB	19,7 bA	4,6 dB	18,4 dA
(8) – 100% adubo sólido + Foliar com NPK	0,0 aB	21,2 aA	4,1 dB	16,8 dA

5 *(1) sem fertilização (testemunha); (2) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (3) aplicação de 3,0 L/ha do produto
 6 comercial com 15%N+ 10% P₂O₅+ 15%K₂O; (4) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (5)
 7 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₅+ 15%K₂O; (6) aplicação de 50,0-12,5-
 8 50,0 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente, sendo 250 kg/ha do adubo formulado NPK 20-05-20; (7) adubo sólido (NPK) + aplicação
 9 de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (8) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10%
 10 P₂O₅+ 15%K₂O.

11 **Médias nas colunas seguidas por letras distintas, são significativamente diferentes pelo teste t LSD (P ≤ 0,05).

12

13 **Tabela 11.** Composição bromatológica – teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente
 14 neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL) e
 15 lignina (LIG) do capim-marandu em função de doses de adubo sólido 20-05-20, aplicações
 16 dos fertilizantes foliares a base de N e NPK e ciclos de crescimento (continua)

Tratamentos	PB	FDN	FDA	HEM	CEL	LIG
	% MS					
Adubação*						
(1) – Testemunha	6,3 c**	66,8 a	32,6 a	34,2 b	29,4 a	2,7 a
(2) – Foliar com N	6,0 c	67,7 a	33,5 a	34,2 b	29,4 a	2,8 a
(3) – Foliar com NPK	6,7 c	66,5 a	32,4 a	34,2 b	28,8 a	2,9 a
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	7,7 b	69,0 a	33,3 a	35,8 a	29,9 a	2,9 a
(5) – 50% adubo sólido+ Foliar com NPK	8,1 ab	69,5 a	33,5 a	35,9 a	30,7 a	2,6 a
(6) – 100% adubo sólido	8,3 ab	69,6 a	34,4 a	35,2 a	31,4 a	3,0 a
(7) – 100% adubo sólido + Foliar com N	8,6 a	68,4 a	33,4 a	35,0 a	30,8 a	2,7 a
(8) – 100% adubo sólido + Foliar com NPK	8,4 a	69,7 a	34,3 a	35,4 a	31,6 a	2,7 a

Tabela 11. Composição bromatológica – teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL) e lignina (LIG) do capim-marandu em função de doses de adubo sólido 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares a base de N e NPK e ciclos de crescimento (conclusão)

Tratamentos	PB	FDN	FDA	HEM	CEL	LIG
	% MS					
<u>Ciclo de Crescimento</u>						
1°	7,6 b	68,3 a	34,3 a	34,5 b	31,7 a	3,0 a
2°	8,4 a	68,5 a	32,7 b	35,8 a	30,4 a	2,1 b
3°	6,9 c	68,9 a	34,1 a	34,9 b	29,7 a	2,8 a
4°	7,0 c	67,5 a	32,7 b	34,8 b	29,2 a	3,1 a
<u>ANAVA (P > F)</u>						
Adubação (AD)	<0,0001	0,1414	0,0731	0,0035	0,1700	0,4797
Ciclo de Crescimento (CC)	<0,0001	0,1265	0,0004	0,0076	0,1025	<0,0001
AD × CC	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0006

1 *(1) sem fertilização (testemunha); (2) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (3) aplicação de 3,0 L/ha do produto
 2 comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (4) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (5)
 3 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (6) aplicação de 50,0-12,5-
 4 50,0 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente, sendo 250 kg/ha do adubo formulado NPK 20-05-20; (7) adubo sólido (NPK) + aplicação
 5 de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (8) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10%
 6 P₂O₃+ 15%K₂O.

7 **Médias nas colunas seguidas por letras distintas, são significativamente diferentes pelo teste t LSD (P ≤ 0,05).

8
 9 Quanto a influência dos ciclos de crescimento sobre as características
 10 bromatológicas do capim-marandu submetido a doses de adubações nitrogenadas, pode-se
 11 observar mudanças na composição química da forragem de acordo com cada manejo
 12 adotado. Quando submetidas a adubação nitrogenada a planta aumenta a concentração de
 13 PB com destaque para o segundo ciclo e, verifica-se ainda menores teores de PB nos ciclos
 14 3 e 4, novamente respostas ligadas ao manejo adotado e a plasticidade fenotípica e mudanças
 15 estruturais sofridas pelo dossel forrageiro ao longo dos ciclos.

16 Verificou-se interações significativas (p<0,005) da composição bromatológica do
 17 capim-marandu em função de doses de adubo sólido 20-05-20, aplicações dos fertilizantes
 18 foliares a base de N e NPK e ciclos de crescimento. Os desdobramentos destas interações
 19 são apresentados nas Tabelas 12 e 13.

20 Manejos que permitam aumentar a taxa de lotação, ganho médio diário,
 21 produtividade animal e retorno financeiro por área são necessários para a melhoria da
 22 produção em pasto no Brasil, bem como melhoria dos padrões produtivos e sustentabilidade
 23 dos sistemas. Nesse sentido, calculou-se a taxa de lotação estática (LE), taxa de lotação real
 24 (LR), estimativa de ganho de peso diário (GPD) e estimativa de produtividade de carcaça

1 (PC), apresentados na tabela 14, assim como, o desdobramento das interações significativas
 2 estão apresentadas na tabela 15. Os valores da estimativa de receita bruta (RB), custo
 3 operacional (CO) e margem de contribuição (MC), apresentados na tabela 16.

4 **Tabela 12.** Desdobramento das interações significativa da composição bromatológica dos
 5 teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido
 6 (FDA) do capim-marandu em função de doses de adubo sólido 20-05-20, aplicações dos
 7 fertilizantes foliares com de N e NPK e ciclos de crescimento

Tratamentos	PB (% MS)			
	Ciclo de Crescimento			
Adubação*	1°	2°	3°	4°
(1) – Testemunha	6,4 cAB**	6,4 cAB	7,1 aA	5,1 cB
(2) – Foliar com N	6,4 cAB	6,3 cAB	7,5 aA	4,4 cB
(3) – Foliar com NPK	6,4 cA	7,6 bA	7,5 aA	4,8 cB
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	7,5 bC	8,9 aA	6,4 aD	8,0 bB
(5) – 50% adubo sólido+ Foliar com NPK	7,5 bB	9,5 aA	7,2 aB	8,0 bB
(6) – 100% adubo sólido	9,0 aA	9,0 aA	6,6 aC	8,2 bB
(7) – 100% adubo sólido + Foliar com N	9,0 aA	9,8 aA	7,0 aB	8,5 bA
(8) – 100% adubo sólido + Foliar com NPK	9,0 aA	9,4 aA	6,3 aB	9,5 aA

Tratamentos	FDN (% MS)			
	Ciclo de Crescimento			
Adubação*	1°	2°	3°	4°
(1) – Testemunha	65,9 dB	70,2 aA	66,5 bAB	64,5 dB
(2) – Foliar com N	67,4 cB	72,2 aA	65,2 cB	66,1 cB
(3) – Foliar com NPK	67,8 cB	70,6 aA	67,2 bB	60,5 eB
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	69,6 aA	64,7 cB	70,1 aA	71,7 aA
(5) – 50% adubo sólido+ Foliar com NPK	68,8 bAB	66,9 bB	70,6 aA	71,5 aA
(6) – 100% adubo sólido	70,5 aA	69,4 aA	69,7 aA	68,8 bA
(7) – 100% adubo sólido + Foliar com N	68,4 bAB	66,4 bB	71,8 aA	67,2 cB
(8) – 100% adubo sólido + Foliar com NPK	71,5 aA	67,5 bB	70,4 aAB	69,5 bAB

Tratamentos	FDA (% MS)			
	Ciclo de Crescimento			
Adubação*	1°	2°	3°	4°
(1) – Testemunha	32,7 cAB	33,8 bA	33,5 bA	30,6 cB
(2) – Foliar com N	33,1 cB	35,8 aA	32,5 cB	32,6 bB
(3) – Foliar com NPK	34,0 bB	33,3 bA	33,6 bB	28,6 dB
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	34,0 bA	30,6 dB	33,2 bAB	35,4 aA
(5) – 50% adubo sólido+ Foliar com NPK	33,4 cAB	31,8 cB	33,7 bAB	35,2 aA
(6) – 100% adubo sólido	36,0 aA	32,8 cB	36,0 aA	32,8 bB
(7) – 100% adubo sólido + Foliar com N	34,5 bA	31,1 dB	35,1 aA	33,0 bAB
(8) – 100% adubo sólido + Foliar com NPK	36,5 aA	32,2 cC	35,2 aB	33,3 bC

8 *(1) sem fertilização (testemunha); (2) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (3) aplicação de 3,0 L/ha do produto
 9 comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (4) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (5)
 10 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (6) aplicação de 50,0-12,5-
 11 50,0 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente, sendo 250 kg/ha do adubo formulado NPK 20-05-20; (7) adubo sólido (NPK) + aplicação
 12 de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (8) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10%
 13 P₂O₃+ 15%K₂O.

14 **Médias nas colunas seguidas por letras distintas, são significativamente diferentes pelo teste t LSD (P ≤ 0,05).

15

16 **Tabela 13.** Desdobramento das interações significativa da composição bromatológica dos
 17 teores de hemicelulose (HEM), celulose (CEL) e lignina (LIG) do capim-marandu em
 1 função de doses de adubo sólido 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares com de N e
 2 NPK e ciclos de crescimento

Tratamentos	Hemicelulose (% MS)			
	Ciclo de Crescimento			
Adubação*	1º	2º	3º	4º
(1) – Testemunha	33,2 aB**	36,5 bA	33,1 cB	34,0 bB
(2) – Foliar com N	34,3 aB	36,4 bA	32,6 dB	33,5 bB
(3) – Foliar com NPK	33,8 aB	37,4 aA	33,6 cB	31,9 cB
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	35,6 aB	34,1 dC	36,9 aA	36,4 aA
(5) – 50% adubo sólido+ Foliar com NPK	35,4 aA	35,1 cA	37,0 aA	36,4 aA
(6) – 100% adubo sólido	34,5 aB	36,6 bA	33,7 cC	36,0 aA
(7) – 100% adubo sólido + Foliar com N	33,9 aC	35,3 cB	36,7 aA	34,2 bC
(8) – 100% adubo sólido + Foliar com NPK	35,0 aA	35,3 cA	35,2 bA	36,2 aA

Tratamentos	Celulose (% MS)			
	Ciclo de Crescimento			
Adubação*	1º	2º	3º	4º
(1) – Testemunha	30,8 aA	31,4 aA	27,4 bB	27,8 bB
(2) – Foliar com N	30,9 aB	32,7 aA	24,8 cD	29,1 aC
(3) – Foliar com NPK	31,4 aA	30,4 aB	27,6 bC	25,7 cD
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	31,5 aA	27,3 bB	30,3 aA	30,5 aA
(5) – 50% adubo sólido+ Foliar com NPK	30,9 aA	30,2 aA	30,8 aA	31,1 aA
(6) – 100% adubo sólido	33,1 aA	31,0 aB	32,2 aA	29,5 aB
(7) – 100% adubo sólido + Foliar com N	31,9 aA	29,6 aA	32,2 aA	29,4 aA
(8) – 100% adubo sólido + Foliar com NPK	33,5 aA	30,3 aB	32,2 aA	30,3 aB

Tratamentos	Lignina (% MS)			
	Ciclo de Crescimento			
Adubação*	1º	2º	3º	4º
(1) – Testemunha	2,4 cC	1,7 cA	3,8 aA	3,0 bB
(2) – Foliar com N	2,6 cA	2,7 aA	2,6 cA	3,3 aA
(3) – Foliar com NPK	2,8 cA	2,7 aA	2,9 bA	3,2 abA
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	3,2 bAB	2,0 bC	2,7 cB	3,5 aA
(5) – 50% adubo sólido+ Foliar com NPK	3,1 bA	1,9 bB	2,1 dB	3,4 aA
(6) – 100% adubo sólido	3,6 aA	2,1 bB	3,1 bA	3,3 aA
(7) – 100% adubo sólido + Foliar com N	3,2 bA	2,0 bB	2,9 bA	2,6 cAB
(8) – 100% adubo sólido + Foliar com NPK	3,6 aA	1,9 bC	2,6 cB	2,7 cB

3 *(1) sem fertilização (testemunha); (2) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (3) aplicação de 3,0 L/ha do produto
 4 comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (4) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (5)
 5 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (6) aplicação de 50,0-12,5-
 6 50,0 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente, sendo 250 kg/ha do adubo formulado NPK 20-05-20; (7) adubo sólido (NPK) + aplicação
 7 de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (8) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10%
 8 P₂O₃+ 15%K₂O.

9 **Médias nas colunas seguidas por letras distintas, são significativamente diferentes pelo teste t LSD (P ≤ 0,05).

10

11 Os resultados obtidos em relação a resposta animal ao sistema, reafirmam a tese que
 12 maiores doses de N no capim-marandu são responsáveis por maiores ganhos na produção
 13 vegetal e conseqüentemente animal ao sistema. Resultados semelhantes foram reportados
 14 por Euclides et al. (1999) e Corrêa (2000) que em seus estudos observaram que pastos
 15 adubados com doses maiores de nitrogênio suportaram maiores taxas de lotação, as quais
 16 resultaram em maiores produtividades. Deste modo, pode-se inferir que a capacidade de
 17 suporte do pasto foi acrescida com o uso de adubação nitrogenada, pois o nitrogênio é um
 18 dos principais nutrientes responsáveis pelo crescimento das plantas forrageiras, e a medida

1 que houve aumento da dose de N aplicada verificou-se maiores valores para as variáveis
2 avaliadas.

3

4 **Tabela 14.** Taxa de lotação estática (LE), taxa de lotação real (LR), estimativa de ganho de
5 peso diário (GPD) e estimativa de produtividade de carcaça (PC) na pastagem de capim-
6 marandu em função de doses de adubo sólido 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares
7 com de N e NPK e ciclos de crescimento

Tratamentos	LE	LR	GPD	PC
	UA/ha	UA/ha	g/dia	@/há
<u>Adubação*</u>				
(1) – Testemunha	10,4 e**	2,1 e	383 c	1,8 f
(2) – Foliar com N	14,0 d	2,8 d	370 c	2,4 e
(3) – Foliar com NPK	14,4 d	2,9 d	406 c	2,7 e
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	23,0 c	4,6 c	466 b	3,3 d
(5) – 50% adubo sólido+ Foliar com NPK	24,9 c	5,0 c	486 ab	3,7 c
(6) – 100% adubo sólido	24,0 c	4,8 c	503 ab	3,7 c
(7) – 100% adubo sólido + Foliar com N	27,6 b	5,5 b	516 a	4,5 b
(8) – 100% adubo sólido + Foliar com NPK	32,1 a	6,4 a	504 ab	5,0 a
<u>Ciclo de Crescimento</u>				
1º	28,3 a	5,7 a	463 b	3,5 b
2º	21,0 b	4,2 b	504 a	4,0 a
3º	19,9 b	4,0 b	423 c	3,0 c
4º	16,1 c	3,2 d	428 c	3,0 c
<u>ANAVA (P > F)</u>				
Adubação (AD)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Ciclo de Crescimento (CC)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
AD × CC	0,0874	0,0991	<0,0001	<0,0001

8 *(1) sem fertilização (testemunha); (2) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (3) aplicação de 3,0 L/ha do produto
9 comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (4) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (5)
10 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (6) aplicação de 50,0-12,5-
11 50,0 kg/ha de N-P₂O₃-K₂O, respectivamente, sendo 250 kg/ha do adubo formulado NPK 20-05-20; (7) adubo sólido (NPK) + aplicação
12 de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (8) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10%
13 P₂O₃+ 15%K₂O.

14 **Médias nas colunas seguidas por letras distintas, são significativamente diferentes pelo teste t LSD (P ≤ 0,05).

15

16 Nas condições do presente estudo constatou-se interações significativa para a
17 estimativa de ganho de peso diário (GPD) e estimativa de produtividade de carcaça (PC) na
18 pastagem de capim-marandu em função de doses de adubo sólido 20-05-20, aplicações dos
19 fertilizantes foliares a base de N e NPK e ciclo de crescimento, cujos desdobramentos estão
20 apresentados na Tabela 15.

21

1 **Tabela 15.** Desdobramento das interações significativas da estimativa de ganho de peso
 2 diário (GPD) e estimativa de produtividade de carcaça (PC) na pastagem de capim-marandu
 3 em função de doses de adubo sólido 20-05-20, aplicações fertilizantes foliares com de N e
 4 NPK e ciclo de crescimento

Tratamentos	GPD (g/dia)			
	Ciclo de Crescimento			
	1º	2º	3º	4º
(1) – Testemunha	393 dA**	394 bA	431 aA	315 cB
(2) – Foliar com N	367 eB	385 bAB	452 aA	277 cC
(3) – Foliar com NPK	411 dA	461 abA	458 aA	296 cB
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	458 cBC	532 aA	394 aC	484 bAB
(5) – 50% adubo sólido+ Foliar com NPK	458 cB	568 aA	436 aB	483 bB
(6) – 100% adubo sólido	577 aA	541 aAB	403 aC	493 bB
(7) – 100% adubo sólido + Foliar com N	540 aA	587 aA	427 aB	511 bA
(8) – 100% adubo sólido + Foliar com NPK	504 bA	564 aA	383 aB	568 aA

Tratamentos	PC (@/ha)			
	Ciclo de Crescimento			
	1º	2º	3º	4º
(1) – Testemunha	2,1 eAB	2,6 dA	1,6 dB	0,8 dC
(2) – Foliar com N	2,5 deA	3,0 cdA	2,9 bcA	1,1 dB
(3) – Foliar com NPK	3,0 cdB	3,6 bcA	2,9 bcB	1,2 dC
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	3,3 cA	3,7 bcA	2,6 cB	3,6 cA
(5) – 50% adubo sólido+ Foliar com NPK	3,6 bcA	3,9 bA	3,5 abA	3,8 cA
(6) – 100% adubo sólido	4,4 aA	4,0 bAB	2,8 bcC	3,6 cB
(7) – 100% adubo sólido + Foliar com N	4,1 abBC	5,4 aA	3,7 aC	4,6 bAB
(8) – 100% adubo sólido + Foliar com NPK	4,6 aB	5,9 aA	4,1 aB	5,4 aA

5 *(1) sem fertilização (testemunha); (2) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (3) aplicação de 3,0 L/ha do produto
 6 comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (4) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (5)
 7 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (6) aplicação de 50,0-12,5-
 8 50,0 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente, sendo 250 kg/ha do adubo formulado NPK 20-05-20; (7) adubo sólido (NPK) + aplicação
 9 de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (8) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10%
 10 P₂O₃+ 15%K₂O.

11 **Médias nas colunas seguidas por letras distintas, são significativamente diferentes pelo teste t LSD (P ≤ 0,05).

12
 13 Observa-se que, conforme intensifica-se a tecnologia aplicada, os custos
 14 operacionais (CO) aumentam, tornando-se indispensável uma adequada gestão da receita e
 15 despesas, objetivando a manutenção competitiva no mercado. Mankiw (2021) descreveu que
 16 a oferta e demanda são as forças que fazem as economias de mercado funcionar, são elas
 17 que determinam a quantidade produzida de cada bem e o preço pelo qual cada bem será
 18 comercializado.

19 Outro ponto importante a ser destacado é referente ao mercado, toda queda ou
 20 elevação no preço dos produtos agrícolas, assim como, em outros setores produtivos,
 21 independente de qual for, tem por base a oferta e demanda. Sendo assim, todo fator
 22 extrínseco desfavorável como: secas, pragas, geadas, granizo ou excesso de chuvas
 23 prejudica a produtividade das lavouras e pastagens fazendo com que de forma imediata haja
 24 elevação nos preços até que se restabeleça o equilíbrio entre oferta e demanda.

1 Deste modo, pensando no objetivo do trabalho, consegue-se abordar mais a fundo os
2 conceitos econômicos e ver a fundamental importância de buscar outros meios de alavancar
3 a produtividade, neste caso o uso de fertilizantes foliares.

4 O mercado dos principais adubos utilizados (NPK), além de se enquadrar num
5 mercado oligopólio, no qual um pequeno grupo de empresas detém parcela significativa do
6 ramo e, o Brasil necessita de mais de 85% deste adubo vindo de outros países, ficando a
7 mercê da disponibilidade desses produtos, taxas e políticas cambiais, deixando os produtores
8 vulneráveis às oscilações do mercado internacional de fertilizantes (ANDA, 2022).

9 Quando comparados os custos operacionais (CO) dos anos agrícolas de 2020 e 2021,
10 observa-se aumento dos custos de mais de 90%, fazendo com que a margem de contribuição
11 diminuísse mais de 80% quando utilizado 100% de adubo convencional de um ano para
12 outro. Esses resultados mostram que não é saudável para gestão da propriedade utilizar
13 apenas os adubos convencionais quando o valor da aquisição do mesmo se encontra alto.

14 Essa supervalorização nos preços dos principais adubos (NPK) se deve a diversos
15 fatores, como as restrições logísticas (crise dos contêineres), a pressão pela produção de
16 grãos, a alta nos custos do barril de petróleo, fazendo com que os fretes internacionais para
17 o Brasil mais que dobrasse de preço. Outro fato importante pela alta no preço dos adubos
18 foi a supervalorização do gás natural, elevando o valor para produção dos adubos
19 nitrogenados e fosfatados, e por último, mas não menos importante a Bielorrússia começou
20 a sofrer sanções comerciais internacionais em decorrência de aspectos geopolíticos (FAO,
21 2022). Essa sequência de conflitos, mostra o quanto a agropecuária brasileira está
22 susceptível, e é com base nessas premissas, e catapultado pelo atual cenário de crise, que o
23 Plano Nacional de Fertilizantes (PNF) 2022–2050 foi instituído, objetivando redução de até
24 20% nos custos com adubos.

25 As estimativas de receita bruta (RB) e margem de contribuição (MC) na pastagem
26 de capim-marandu em função de doses de adubo sólido 20-05-20, aplicações dos
27 fertilizantes foliares a base de N e NPK apresentaram interações significativa ($p < 0,005$) com
28 os ciclos de crescimento e suas interações estão apresentadas na Tabela 16.

29 Os dados revelam interações significativa de receita bruta e ciclo de crescimento. No
30 primeiro ciclo de crescimento observa-se que não houve diferença estatística entre os
31 tratamentos com 100% adubo sólido, 100% adubo sólido + foliar com N e 100% adubo
32 sólido + foliar com NPK. Avaliando-se apenas esses primeiros valores, pode-se afirmar
33 erroneamente que não há necessidade de a aplicação da adubação foliar. Porém, conforme
34 avalia-se os ciclos de crescimento adjacentes a adubação com 100% de adubo sólido mais a

1 aplicação do fertilizante foliar com NPK ocorre aumento de 47,9% na receita bruta em
 2 comparação com a utilização de apenas 100% adubo sólido no 4º ciclo de crescimento. Esse
 3 valor fica ainda mais exorbitante sendo 555,42%, 378,69% e 347,41% quando se compara
 4 com o tratamento testemunha, adubação foliar com N e com NPK, respectivamente.

5
 6 **Tabela 16.** Estimativa de receita bruta (RB), custo operacional (CO) e margem de
 7 contribuição (MC) na pastagem de capim-marandu em função de doses de adubo sólido 20-
 8 05-20, aplicações dos fertilizantes foliares com de N e NPK e ciclos de crescimento

Tratamentos	RB***	CO	MC	CO	MC
	R\$/ha	Adubo 2020 R\$/ha	Adubo 2020 R\$/ ha	Adubo 2021 R\$/ha	Adubo 2021 R\$/ha
<u>Adubação</u>					
(1) – Testemunha	534,09 f**	50,00 h	484,09 c	50,00 h	484,09 b
(2) – Foliar com N	712,28 e	111,01 g	601,27 b	111,01 g	601,27 a
(3) – Foliar com NPK	802,00 e	162,24 f	639,76 b	162,24 f	639,76 a
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	982,20 d	418,51 e	563,69 bc	650,26 e	331,94 c
(5) – 50% adubo sólido+ Foliar com NPK	1.107,10 c	469,74 d	637,36 b	701,49 d	405,61 bc
(6) – 100% adubo sólido	1.111,60 c	555,00 c	556,60 bc	1.018,50 c	93,10 d
(7) – 100% adubo sólido + Foliar com N	1.332,61 b	666,01 b	666,60 b	1.129,51 b	203,10 d
(8) – 100% adubo sólido + Foliar com NPK	1.501,14 a	717,24 a	783,90 a	1.180,74 a	320,40 c
<u>Ciclo de Crescimento</u>					
1º	1.038,03 b	394,00 a	644,31 b	625,00	412,56 b
2º	1.194,79 a	394,00 a	801,07 a	625,00	569,32 a
3º	903,56 c	394,00 a	509,84 c	625,00	278,09 c
4º	905,13 c	394,00 a	511,41 c	625,00	279,66 c
<u>ANAVA (P > F)</u>					
Adubação (AD)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Ciclo de Crescimento (CC)	<0,0001	0,9999	<0,0001	0,9999	<0,0001
AD × CC	<0,0001	0,9999	<0,0001	0,9999	<0,0001

9
 10 *(1) sem fertilização (testemunha); (2) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (3) aplicação de 3,0 L/ha do produto
 11 comercial com 15%N+ 10% P₂O₅+ 15%K₂O; (4) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (5)
 12 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₅+ 15%K₂O; (6) aplicação de 50,0-12,5-
 13 50,0 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente, sendo 250 kg/ha do adubo formulado NPK 20-05-20; (7) adubo sólido (NPK) + aplicação
 14 de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (8) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10%
 15 P₂O₅+ 15%K₂O.

16 **Médias nas colunas seguidas por letras distintas, são significativamente diferentes pelo teste t LSD (P ≤ 0,05).

17 ***Valor da @ bovina considerado: R\$ 300,00

18 Esses dados de ciclos de crescimento demonstram como a qualidade bromatológica
 19 e a quantidade de massa seca da forrageira disponível, está diretamente correlacionada com
 20 a receita bruta da propriedade. Houve diferença bromatológica da forragem em relação ao
 21 ciclo de crescimento, no qual houve menor concentração de PB no 3º e 4º ciclo (Tabela 12).

1 Ao analisar o desdobramento das interações significativa da composição bromatológica
2 (Tabela 13), os tratamentos com 50% adubo sólido + foliar com N, 100% adubo, 100% adubo
3 sólido + foliar com N e 100% adubo sólido + foliar com NPK, no terceiro ciclo de
4 crescimento tiveram teores de PB inferiores quando comparados aos outros ciclos. Estudos
5 realizados com ruminantes fornecem provas que o teor de PB da dieta está diretamente
6 relacionado com a ingestão de MS (DETMANN et al., 2014) e produção de microrganismos
7 ruminais (FIGUEIRAS et al., 2010), redução da ingestão voluntária e digestibilidade da
8 forrageira por meio de desequilíbrios metabólicos (COSTA et al., 2011).

9 Os dados apresentados na tabela 17, no que se refere a margem de contribuição do
10 ano agrícola 2020, ou seja, o lucro estimado, mostra não haver diferença estatística no
11 primeiro ciclo de crescimento entre os tratamentos, o que pode estar correlacionado com as
12 características de fertilidade do solo do experimento (Tabela 02), que vem sendo trabalhado
13 com integração lavoura pecuária desde 2010.

14 No segundo ciclo de crescimento, constatou-se maior margem de contribuição para
15 os tratamentos com fertilizante foliar com NPK, 100% adubo sólido + foliar com N e 100%
16 adubo sólido e + foliar com NPK, e o pior resultado quando utilizou 100% adubo sólido. No
17 terceiro ciclo os melhores resultados foram com os tratamentos de fertilizantes foliar com N
18 e NPK, e o pior resultado com 100% adubo sólido. Esses valores de MC inferiores para o
19 tratamento com 100% adubo sólido, pode estar relacionado com a precipitação de 61mm,
20 muito abaixo da média histórica de 203mm, como elucidado na tabela 01. A baixa
21 precipitação ou umidade alta do ar aumenta significativamente a perda do adubo por
22 volatilização, principalmente os compostos nitrogenados, que possuem alta
23 higroscopicidade, absorvendo umidade do ar mesmo quando esta é baixa (TASCA et al.,
24 2011; BLACK et al., 1987).

25 Devido ao elevado custo com aquisição de adubos, os valores obtidos para a MC do
26 ano agrícola 2021 foram inferiores quando comparados ao ano de 2020, com prejuízos no
27 terceiro ciclo de crescimento quando utilizou 100% adubo sólido e 100% adubo sólido +
28 foliar com N. Com exceção do 4º ciclo de crescimento os tratamentos testemunha,
29 fertilizante foliar com N e NPK, tiveram melhores resultados em relação a margem de
30 contribuição. Esses resultados mostram que nem sempre alta tecnologia traz retornos a
31 propriedade, sendo necessário um planejamento prévio para alcançar os objetivos, conforme
32 as oportunidades disponíveis no momento.

33

1 **Tabela 17.** Desdobramento das interações significativa da estimativa de receita bruta (RB)
 2 e margem de contribuição (MC) na pastagem de capim-marandu em função de doses de
 3 adubo sólido 20-05-20, aplicações dos fertilizantes foliares com de N e NPK e ciclos de
 4 crescimento

Tratamentos	RB (R\$/ha)**			
	Ciclo de Crescimento			
	1°	2°	3°	4°
Adubação*				
(1) – Testemunha	636,73	763,11 cA	489,85 cB	246,66 dC
(2) – Foliar com N	759,69 dA	884,15 cA	867,57 bA	337,72 dB
(3) – Foliar com NPK	897,59 cB	1.091,88 bA	857,21 bB	361,33 dC
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	997,38 bA	1.092,66 bA	765,15 bB	1.073,60 cA
(5) – 50% adubo sólido+ Foliar com NPK	1.066,53 bA	1.172,47 bA	1.062,95	1.126,47 cA
(6) – 100% adubo sólido	1.332,55 aA	1.190,45 bB	830,68 bC	1.092,71 cB
(7) – 100% adubo sólido + Foliar com N	1.224,08 aB	1.607,60 aA	1.112,88 aB	1.385,90 bB
(8) – 100% adubo sólido + Foliar com NPK	1.389,69 aB	1.756,00 aA	1.242,23 aB	1.616,66 aA
		MC – Adubo 2020 (R\$/ha)		
Tratamentos	Ciclo de Crescimento			
Adubação*	1°	2°	3°	4°
(1) – Testemunha	586,73 aAB	713,11 bA	439,85 cB	196,66 cC
(2) – Foliar com N	648,68 aA	773,14 bA	756,56 aA	226,71 cB
(3) – Foliar com NPK	735,35 aB	929,64 aA	694,97 aB	199,09 cC
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	578,87 aA	674,15 bA	346,64 cB	655,09 bA
(5) – 50% adubo sólido+ Foliar com NPK	596,79 aA	702,73 bA	593,21 bA	656,73 bA
(6) – 100% adubo sólido	777,55 aA	635,45	275,68 dC	537,71 bB
(7) – 100% adubo sólido + Foliar com N	558,07 aBC	941,59 aA	446,87 cC	719,89
(8) – 100% adubo sólido + Foliar com NPK	672,45 aB	1.038,76 aA	524,99 bB	899,42 aA
		MC – Adubo 2021 (R\$/ha)		
Tratamentos	Ciclo de Crescimento			
Adubação*	1°	2°	3°	4°
(1) – Testemunha	586,73	713,11 abA	439,85 bB	196,66 bC
(2) – Foliar com N	648,68 aA	773,14 abA	756,56 aA	226,71 bB
(3) – Foliar com NPK	735,35 aAB	929,64 aA	694,97 aB	199,09 bC
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	347,12 cA	442,40 cA	114,89 cB	423,34 aA
(5) – 50% adubo sólido+ Foliar com NPK	365,04 bcA	470,98 cA	361,46 bA	424,98 aA
(6) – 100% adubo sólido	314,05 cdA	171,95 dAB	- 187,82 dC	74,21 cB
(7) – 100% adubo sólido + Foliar com N	94,57 dBC	478,09 cA	- 16,82 cdC	256,39 bAB
(8) – 100% adubo sólido + Foliar com NPK	208,95 cdB	575,26 bcA	61,49 cB	435,92 aA

5 *(1) sem fertilização (testemunha); (2) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (3) aplicação de 3,0 L/ha do produto
 6 comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (4) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (5)
 7 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (6) aplicação de 50,0-12,5-
 8 50,0 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente, sendo 250 kg/ha do adubo formulado NPK 20-05-20; (7) adubo sólido (NPK) + aplicação
 9 de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (8) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10%
 10 P₂O₃+ 15%K₂O.

11 **Médias nas colunas seguidas por letras distintas, são significativamente diferentes pelo teste t LSD (P ≤ 0,05).

12 ***Valor da @ bovina considerado: R\$ 300,00

13

14 Com a somatório dos quatro ciclos de crescimento calculou-se a produtividade de
 15 massa seca total de forragem (MSTF), estimativa de produtividade total de carcaça (EPTC),
 16 receita bruta total (RBT), custo operacional total (COT) e margem de contribuição total

(MCT) na pastagem de capim-marandu em função de doses de adubo sólido 20-05-20 e aplicações dos fertilizantes foliares a base de N e NPK e ciclos de crescimento (Tabela 18).

Tabela 18. Somatório dos quatro ciclos de crescimento para o cálculo da produtividade de massa seca total de forragem (MSTF), estimativa de produtividade total de carcaça (EPTC), receita bruta total (RBT), custo operacional total (COT) e margem de contribuição total (MCT) na pastagem de capim-marandu em função de doses de adubo sólido 20-05-20 e aplicações dos fertilizantes foliares com de N e NPK

Tratamentos	MSTF	EPTC	RBT***	COT	MCT	COT	MCT
	kg/ha	@/ha	R\$/ha	Adubo 2020 R\$/há	Adubo 2020 R\$/ha	Adubo 2021 R\$/ha	Adubo 2021 R\$/ha
<u>Adubação</u>							
(1) – Testemunha	10.547	7,1 f	2.136,35 f	200,00 h	1.936,35 d	200,00 h	1.936,35 b
(2) – Foliar com N	14.359 e	9,5 e	2.849,12 e	444,04 g	2.405,08 bc	444,04 g	2.405,08 a
(3) – Foliar com NPK	14.668 e	10,7 e	3.208,01 e	648,96 f	2.559,05 bc	648,96 f	2.559,05 a
(4) – 50% adubo sólido+ Foliar com N	16.340 d	13,1 d	3.928,80	1.674,04 e	2.254,76 bcd	2.601,04 e	1.327,76 c
(5) – 50% adubo sólido+ Foliar com NPK	17.709 c	14,8 c	4.428,42 c	1.878,96 d	2.549,46 bc	2.805,96 d	1.622,46 bc
(6) – 100% adubo sólido	17.001 cd	14,8 c	4.446,38 c	2.220,00 c	2.226,38 cd	4.074,00 c	372,38 e
(7) – 100% adubo sólido + Foliar com N	19.891 b	17,8 b	5.330,46	2.664,04 b	2.666,42 b	4.518,04 b	812,42 d
(8) – 100% adubo sólido + Foliar com NPK	22.968 a	20,0 a	6.004,58 a	2.868,96 a	3.135,62 a	4.722,96 a	1.281,62 c
<u>ANAVA (P > F)</u>							
Adubação	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0006	<0,0001	<0,0000

*(1) sem fertilização (testemunha); (2) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (3) aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (4) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (5) 50% adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O; (6) aplicação de 50,0-12,5- 50,0 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente, sendo 250 kg/ha do adubo formulado NPK 20-05-20; (7) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 32%N; (8) adubo sólido (NPK) + aplicação de 3,0 L/ha do produto comercial com 15%N+ 10% P₂O₃+ 15%K₂O.

**Médias nas colunas seguidas por letras distintas, são significativamente diferentes pelo teste t LSD (P ≤ 0,05).

***Valor da @ bovina considerado: R\$ 300,00

Com a intensidade de tecnologia aplicada a produtividade de massa seca total aumenta, o que possibilita colocar mais animais por área, fazendo com que haja aumento na produtividade total de carcaça e com isso aumento da receita bruta total. Sendo assim, a utilização dos fertilizantes foliares com de N e NPK, se mostram favoráveis, aumentando a produtividade por área, quando utilizados isoladamente ou em combinação com 50% adubo sólido e 100% adubo sólido.

Outro ponto a ser destacado é na estrutura do dossel forrageiro, conforme os dados da tabela 7, no qual há diferença estatística, principalmente quando utilizou 100% adubo + foliar com NPK, na densidade volumétrica (kg MS/cm/dia), taxa de acúmulo de forragem (kg MS/ha/dia) e taxa de acúmulo de lâminas foliares (kg MS/ha/dia), considerando que as características estruturais do dossel determinam o grau de seletividade do pastejo e a quantidade total de nutrientes ingeridos (CARVALHO et al., 2005).

Esses dados são de extrema importância visto que, a alimentação é um ponto chave na produção animal, e oferecer pastagem em quantidade e com boa estrutura de pasto, de forma a proporcionar uma massa de bocado adequada, e com valor nutritivo elevado a fim de suprir as exigências nutricionais, são essenciais para potencializar a produtividade da pecuária produzida em pasto (HUPPES et al., 2021).

Dados interessantes são observados quando há utilização de metade da dose de adubo sólido mais a combinação com os adubos foliares, mostrando que não há diferença estatística com a produtividade de massa seca total e a margem de contribuição entre os tratamentos no ano agrícola de 2021. Entretanto, o aumento em produtividade dos custos operacionais alavancados pelo aumento nos custos de aquisição dos adubos sólidos, tornado inviável ao produtor. Diferente do ano agrícola de 2021, os custos operacionais do ano agrícola de 2020 é relativamente menor, ao redor de 62%, o que torna favorável e rentável o uso de 100% adubo sólido + foliar com NPK.

A produção de animais em pasto deve ser entendida como um sistema complexo e interativo, cuja eficiência é determinada por diferentes processos. O sucesso deste modelo de criação é influenciado pela quantidade e qualidade dos produtos e por fatores econômicos, ambientais

e eficiência de produção. Por ser um sistema interativo, a produção deve ser compreendida. Deste modo, ao avaliar a influencia de diferentes adubos na qualidade e quantidade do capim-marandu, além da resposta econômica esperada no sistema tem-se um estudo pioneiro, e os resultados obtidos devem ser utilizados como norteadores na produção animal, impactando diretamente na produtividade e sustentabilidade da produção animal em pasto utilizando adubos nitrogenados.

4. CONCLUSÃO

O uso dos fertilizantes foliares com de N e NPK utilizados via foliar de forma combinada com a adubação sólida (NPK) no solo, melhorou a composição bromatológica da forragem, elevando principalmente o teor de proteína bruta, bem como, de forma isolada ou combinada com o adubo sólido, elevou a produtividade de massa seca de forragem, o índice de clorofila foliar, a estimativa da taxa de lotação animal (UA/ha), a estimativa de produtividade de carcaça (@/ha) e o desempenho econômico, com maior receita bruta total e margem de contribuição por hectare. A viabilidade econômica do uso da adubação sólida via solo (NPK), principalmente na maior dose, só é viável quando a produtividade de carcaça a mais produzida (@/ha), gere retorno ao pecuarista, principalmente quando combinado com a fertilização foliar.

REFERÊNCIAS

- ANKOM, Technology. **Method 3: In vitro true digestibility using the DAISYII Incubator.** Disponível em: https://www.ankom.com/sites/default/files/document-files/Method_3_Invitro_D200_D200I.pdf. Acesso em 16 de setembro de 2017.
- ASSOCIATION OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTRY (AOAC). **Official methods of analysis.** 13.ed. Washington: AOAC, 1995. 1015p.
- BLACK, A. S.; SHERLOCK, R. R.; SMITH, N. P. Effect of timing of simulated rainfall on ammonia volatilization from urea, applied to soil of varying moisture content. **Journal of soil science**, v. 38, n. 4, p. 679-687, 1987.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. In: FANCELLI, A.L. (Ed). **Milho - Nutrição e adubação**. Piracicaba: FEALQ, 2008. p.36-55.

CANTO, A. C.; TEIXEIRA, L. B.; ITALIANO, E. E. **Capineiras de corte para a região de Manaus, Amazonas**. Manaus: Embrapa-UEPAE, 1984. 29 p.

CANTO, M. W.; CECATO, U.; ALMEIDA JÚNIOR, J.; JOBIM, C. C.; AGULHON, R. A.; GAI, V. F.; HOESCHL, A. R.; QUEIROZ, M. F. S. Produção animal no inverno em capim Tanzânia diferido no outono e manejado em diferentes alturas de pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 31, 1624-1633,2002.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de Ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. Maringá/PR: UEM, 2005.

CASTRO, L. M.; BARBOSA, M. A. A. F.; BARBERO, R. P.; BRITO, V. C.; SAAD, R. M.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y.; BRIDI, A. M. Produção de forragem e composição estrutural de pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés manejados em diferentes alturas de pastejo. **Semina**, v. 34, n.6, suplemento 2, p. 4145-4156, 2013.

CORNELL NET CARBOHYDRATE AND PROTEIN SYSTEM. **The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrients excretion**. Version 5.0. Ithaca: CNCPS, 2000. 237p.

CORRÊA, L. A. Pastejo rotacionado para produção de bovinos de corte. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 1., 2000, Lavras. Temas em evidência. Lavras: UFLA, 2000.

COSTA, V. A. C.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; HENRIQUES, L. T.; CARVALHO, I. P. C. Total and partial digestibility and nitrogen balance in grazing cattle supplemented with non-protein and, or true protein nitrogen during the rainy season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2011.

- CRUSCIOL, C. A. C.; MARQUES, R. R.; CARMEIS FILHO, A. C. A.; SORATTO, R. P.; COSTA, C. H. M.; FERRARINETO, J.; CASTRO, G. S. A.; PARIZ, C. M.; CASTILHOS, A. M. Annual crop rotation of tropical pastures with no-till soil as affected by lime surface application. **European Journal of Agronomy**, v.80, p.88-104, 2016.
- DETMANN, E.; VALENTE, É. E.; BATISTA, E.D. AND HUHTANEN, P., 2014. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, 162, pp.141-153, 2014.
- DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C. Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7., 2010, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Departamento de Zootecnia/UFV, 2010. p. 191-240).
- EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999.
- FIGUEIRAS, J. F.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALENTE, T. N. P.; VALADARES FILHO, S. C.; LAZZARINI, I. Intake and digestibility in cattle under grazing supplemented with nitrogenous compounds during dry season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, 2010.
- HUPPES, M. A.; PEZZETTA, J. G. B.; FIORAVANTE, L.; MONTAGNER, P.; DE CASTRO FRANCO, H.; MACHADO, J. M. Dossel forrageiro e a relação com o comportamento ingestivo de animais ruminantes: revisão de literatura. Anais do Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2021).
- LAVRES Jr. J.; MONTEIRO, F. A. Diagnose nutricional de nitrogênio no capim-aruaana em condições controladas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 30: 829-837, 2006.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford:

CAB International, p.3-36, 1996.

MALAVOLTA, E. 2006. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Agronômica Ceres, São Paulo.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.23, n.1, p.123-139, 1976.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.

PARIZ, C. M.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; CASTILHOS, A. M.; MEIRELLES, P. R. L.; ROÇA, R. O.; PINHEIRO, R. S. B.; KUWAHARA, F. A.; MARTELLO, J. M.; CAVASANO, F. A.; YASUOKA, J. I.; SARTO, J. R. W.; MELO, V. F. P.; FRANZLUEBBERS, A. J. Lamb production responses to grass grazing in a companion crop system with corn silage and oversowing of yellow oat in a tropical region. **Agricultural Systems**, v.151, p.1–11, 2017b.

PARIZ, C. M.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C.A.C.; MEIRELLES, P. R. L.; CASTILHOS, A. M.; ANDREOTTI, M.; COSTA, N. R.; MARTELLO, J. M.; SOUZA, D. M.; SARTO, J. R. W.; FRANZLUEBBERS, A. J. Production and soil responses to intercropping of forage grasses with corn and soybean silage. **Agronomy Journal**, v.108, p.2541–2553, 2016.

PARIZ, C. M.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; MEIRELLES, P. R. L.; CASTILHOS, A. M.; ANDREOTTI, M.; COSTA, N. R.; MARTELLO, J. M.; SOUZA, D. M.; PROTÉS, V. M.; LONGHINI, V. Z.; FRANZLUEBBERS, A. J. Production, nutrient cycling and soil compaction to grazing of grass companion cropping with corn and soybean. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.108, p.35–54, 2017a.

SANTOS, G. J.; MARION, J. C.; SEGATTI, S. **Administração de custos na agropecuária**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2008. 165p.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SAS Institute. 2015. Procedure guide for personal computers. Version 9.4. Cary.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.1, p.35-47, 2008.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, n.2, p.229-235, 1991.

TASCA, F. A.; ERNANI, P. R.; ROGERI, D. A.; GATIBONI, L. C.; CASSOL, P. C. Volatilização de amônia do solo após aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.493-502, 2011

van RAIJ, B.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônômico, 2001. 284p.

CAPÍTULO 3

Implicações

1 No Brasil cerca de 90% da carne bovina é produzida em regime de pastagens, e os
2 principais adubos utilizados tiveram aumentos exorbitantes devido a uma série de
3 acontecimentos mundiais.

4 A partir dos resultados obtidos pode-se inferir que estes são de suma importância para
5 melhoria da produção brasileira em pasto com o uso de fertilizantes foliares, pois é possível
6 observar o melhor custo/benefício nas condições desse estudo, auxiliando deste modo a
7 tomada de decisão dos produtores.

8 O presente estudo beneficiaria os produtores com a redução nos custos operacionais
9 da propriedade, alavancando a produtividade da forrageira, melhorando seus aspectos
10 bromatológicos e, conseqüentemente aumentando a produção de bovinos sem a necessidade
11 de novas áreas.

12 Ademais, pesquisas futuras deverão utilizar o componente animal nas análises, além
13 de aumentar o tempo de estudo, espaçar o tempo de aplicação após o corte, afim de ter mais
14 área foliar disponível para absorção dos fertilizantes aplicados via foliar, pois os resultados
15 são fortemente impactados pelo preço dos insumos agrícolas e condições ambientais. Um
16 estudo minucioso e elaborado também deve ser realizado na resposta físicas e químicas do
17 solo.

18 Entre os principais desafios na condução do experimento destaca-se a quantidade de
19 amostras a serem analisadas, demanda de mão-de-obra, além da influencia direta das
20 condições ambientais (temperatura e precipitação) durante as coletas e aplicação dos
21 fertilizantes foliares. O vento também é um dos fatores determinantes na eficácia
22 da aplicação dos fertilizantes. Quando o vento está muito forte durante a pulverização, pode
23 resultar em deriva, ou seja, as gotas não chegam ao local pretendido e há desperdício de
24 produto.

25 Destarte, os objetivos propostos foram alcançados e espera-se que os resultados aqui
26 apresentados tenham impacto direto na decisão e manejo adotados nas propriedades que
27 utilizam este tipo de adubação e espécie forrageira.