

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE DOUTORADO

RESPOSTAS DO CAPIM-QUÊNIA SUBMETIDO A DOSES DE NITROGÊNIO  
SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE

MARISLAYNE DE GUSMÃO PEREIRA

CAMPO GRANDE, MS

2023

<p>PEREIRA, M. G.</p>	<p>RESPOSTAS DO CAPIM-QUÊNIA SUBMETIDO A DOSES DE NITROGÊNIO SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE</p>	<p>2023</p>
-----------------------	---	-------------

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**  
**CURSO DE DOUTORADO**

**RESPOSTAS DO CAPIM-QUÊNIA SUBMETIDO A DOSES DE NITROGÊNIO**  
**SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE**

**RESPONSES OF KENYA GRASS SUBMITTED TO NITROGEN DOSES UNDER**  
**INTERMITTENT STOCKING**

**Marislayne De Gusmão Pereira**

**Orientador: Prof. Dr. Gelson dos Santos Difante**

**Coorientadores: Dr<sup>a</sup>. Denise Baptaglin Montagner**

**Dr. Alexandre Romeiro de Araújo**

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.  
Área de concentração: Produção Animal

**CAMPO GRANDE, MS**

**2023**



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



### Certificado de aprovação

MARISLAYNE DE GUSMÃO PEREIRA

**RESPOSTAS DO CAPIM-QUÊNIA SUBMETIDO A DOSES DE NITROGÊNIO SOB LOTAÇÃO  
INTERMITENTE**

**QUENIAGRASS RESPONSES SUBJECTED TO NITROGEN DOSES UNDER INTERMITTENT  
STOCKING**

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para obtenção do título de Doutora em Ciência Animal. Área de concentração: Produção Animal.

Aprovado em: 29-09-2023

BANCA EXAMINADORA:

---

Dr. Gelson dos Santos Difante  
(UFMS) – Presidente

---

Dr. Alexandre Romeiro de Araujo  
(EMBRAPA)

---

Dra. Denise Baptaglin Montagner  
(EMBRAPA)

---

Dra. Valéria Pacheco Batista Euclides  
(EMBRAPA)

---

Dra. Vanessa Zironi Longhini  
(UFMS)

---

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

UFMS  
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Valeria Pacheco Batista Euclides, Usuário Externo**, em 06/10/2023, às 06:48, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

UFMS  
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Vanessa Zirondi Longhini, Professora do Magistério Superior**, em 06/10/2023, às 07:54, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

UFMS  
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **DENISE BAPTAGLIN MONTAGNER, Usuário Externo**, em 06/10/2023, às 08:48, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

UFMS  
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Alexandre Romeiro de Araújo, Usuário Externo**, em 06/10/2023, às 11:36, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

UFMS  
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Gelson dos Santos Difante, Professor do Magisterio Superior**, em 20/10/2023, às 14:41, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufms.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **4382427** e o código CRC **5F783411**.

## COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família, em especial a minha mãe Mariza Jerônimo de Gusmão Pereira, por todo o esforço desde a minha infância, para que eu seguisse na carreira acadêmica, se não fosse por sua condução da minha educação, eu não teria chegado até aqui.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em nome do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, por me possibilitar a realização do curso de doutorado, pelo crescimento e aperfeiçoamento profissional.

À Embrapa Gado de Corte (CNPGC) e a UNIPASTO pela oportunidade de realização do experimento.

Ao meu orientador Dr. Gelson dos Santos Difante que me orienta desde a iniciação científica, por todos os ensinamentos acadêmicos, profissionais e pessoais, por toda a confiança e por todo o carinho dado ao longo dos últimos nove anos de convivência.

À minha coorientadora Dra. Denise Baptaglin Montagner que contribui com a minha formação desde o estágio obrigatório da graduação até o doutorado, pela orientação, por todos os ensinamentos, toda a confiança e carinho.

Ao Dr. Alexandre Romeiro de Araújo por todos os ensinamentos, parceria nas atividades de campo, conselhos profissionais, por toda diversão e confiança.

À Ma. Jéssica Gomes Rodrigues por toda a parceria dos últimos 12 anos, entre curso técnico, superior e pós-graduação, pelas discussões científicas, pelo crescimento profissional que desenvolvemos na condução dos experimentos, pelo carinho e dedicação a nossa amizade.

Aos empregados da Embrapa Gado de Corte, especialmente aos senhores Valter Alves, Agnelson de Souza, Marcelo Pascoal, Silvano Calixto, os campeiros e os colaboradores da UNIPASTO, por todo o suporte quando solicitados, pela convivência, o carinho e a disponibilidade.

Aos colegas do Grupo de Estudos em Forragicultura (GEFOR), bolsistas de pós-graduação, graduação e estagiários que contribuíram com as atividades do experimento e na construção da tese, em especial a Gabriela Aquino, Juliana Santana, Natália Lima,

Néstor Frontado, Hugo Corado, Alana Nobre, Flávia Santana, Andrey Miyake, Silvio Neto, Igor Júnior, Amanda Silva, Eduardo Arze e Dhayene Caceres.

Aos amigos Fernanda Roberto, Emmanuel Veras, Tallyta Maeda e Marcelo Castro por estarem presentes nos momentos de descontração, pela parceria, conselhos, cuidado e carinho.

Aos integrantes da republica estudantil SUDENE-SUL, Juliana Santana, Jéssica Rodrigues, Angelo Arcanjo, Gustavo Paranhos e Hítalo Rodrigues por todos as refeições e cafés produtivos, cheios de conhecimento, vivências e risadas.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que contribuíram de alguma forma para a finalização dessa etapa.

## RESUMO

PEREIRA, M. G. Respostas do capim-quênia submetido a doses de nitrogênio sob lotação intermitente. 2023. 80 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2023.

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito de doses de nitrogênio (N) sobre a estrutura do dossel, o acúmulo e a taxa de acúmulo de forragem, o valor nutritivo, e a dinâmica do perfilhamento em pastos de *Panicum maximum* cv. BRS Quênia. O delineamento foi o de blocos casualizados. Os tratamentos foram quatro doses de N, 75, 150, 225 e 300 kg de N/ha/ano (N75, N150, N225 e N300, respectivamente), com quatro repetições. A frequência de pastejo foi definida pelo momento em que o dossel interceptava 95% da luz incidente, e a intensidade de pastejo foi de 50% da altura de pré-pastejo. As pastagens foram manejadas sob lotação intermitente. Foram avaliadas as características estruturais, a massa de forragem (MF), o acúmulo (AF), a taxa de acúmulo (TAF), o valor nutritivo da forragem, a densidade populacional de perfilhos (DPP), a taxa de aparecimento de perfilho (TAP), a taxa de mortalidade de perfilho (TMP) e o índice de estabilidade populacional (IE) durante as estações do ano. Houve interação entre as doses de N e as estações do ano para o intervalo entre pastejo ( $p < 0,0001$ ) e as altura de pré ( $p = 0,0038$ ) e pós-pastejo ( $p = 0,0002$ ), que diminuíram com o aumento da dose de N. A MF no pré-pastejo ( $p = 0,0052$ ), o AF ( $p = 0,0214$ ) e a TAF aumentaram linearmente com o incremento na dose de N. As concentrações de proteína bruta (PB) e a digestibilidade da matéria orgânica (DIGMO), apresentaram aumentos lineares ( $p = 0,0060$ ). As maiores DPP e TMP foram observadas nas maiores doses de N, independente da estação do ano. O aumento das doses de N causou modificações na estrutura do dossel, aumentos no acúmulo e o valor nutritivo da forragem, aumentou o período de uso e promoveu um maior aparecimento e mortalidade de perfilhos sem comprometer a estabilidade populacional dos pastos de capim-quênia. Se tratando de uso do capim-quênia em sistema de produção animal em pasto, a dose de 75N é considerada insuficiente para o correto aproveitamento do período das águas. A dose de 150N é a dose mínima para a cultivar avaliada. A dose de 300N permitiu maior aproveitamento do período das águas, com mais ciclos de pastejo, e antecipação no uso depois do período seco, devido ao efeito residual do N. Entretanto, o menor acúmulo de forragem da dose de 300N quando comparado a dose de 225N, indica que a dose de 225N proporciona maior capacidade de suporte, além de valor nutritivo semelhante a dose de 300N, sendo, das doses avaliadas a mais indicada para intensificação dos sistemas de produção. Contudo, uma avaliação econômica deve ser feita para avaliar o incremento na produção x preço do adubo.

Palavras-chave: *Panicum maximum*, *Megarthysus maximus*, nitrogênio, forragem, manejo do pastejo, *mob grazing*.

## ABSTRACT

PEREIRA, M. G. Responses of kenya grass subjected to nitrogen doses under intermittent stocking. 2023. 80 f. Thesis (Doctorate) – Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2023.

The objective of the study was to evaluate the effect of nitrogen (N) rates on canopy structure, forage accumulation and accumulation rate, nutritive value, and tillering dynamics in pastures of *Panicum maximum* cv. BRS Kenya. The design was randomized blocks. The treatments were four doses of N, 75, 150, 225 and 300 kg/ha/year of N (N75, N150, N225 and N300, respectively), with four replications. The grazing frequency was defined by the time when the canopy intercepted 95% of the incident light, and the grazing intensity was 50% of the pre-grazing height. The pastures were managed under intermittent stocking. Structural characteristics, forage mass (FM), accumulation (FA), accumulation rate (FAR), forage nutritional value, tiller population density (TPD), tiller appearance rate (TAR), the tiller mortality rate (TMR) and the population stability index (SI) during the seasons. There was interaction between N doses and seasons for the interval between grazing ( $p < 0.0001$ ) and pre ( $p = 0.0038$ ) and post-grazing ( $p = 0.0002$ ) heights, which decreased with increasing N dose. Pre-grazing FM ( $p = 0.0052$ ), FA ( $p = 0.0214$ ) and FAR increased linearly with increasing N dose. Crude protein (CP) and organic matter digestibility (OMDIG) concentrations showed linear increases ( $p = 0.0060$ ). The highest TPD and TMR were observed at the highest N doses, regardless of the season. The increase in N caused changes in the structure of the canopy, increases in the accumulation and nutritional value of the forage, increased the period of use and promoted a greater appearance and mortality of tillers without compromising the population stability of the kenya grass pastures. When it comes to the use of Quênia grass in a pasture animal production system, the dose of 75N is considered insufficient for the correct use of the rainy season. The dose of 150N is the minimum dose for the cultivar evaluated. The 300N dose allowed greater use of the rainy season, with more grazing cycles, and anticipation of use after the dry period, due to the residual effect of N. However, the lower forage accumulation of the 300N dose when compared to the dose of 225N, indicates that the 225N dose provides greater support capacity, in addition to nutritional value similar to the 300N dose, being, of the doses evaluated, the most suitable for intensifying production systems. However, an economic assessment must be made to evaluate the increase in production x fertilizer price.

Keywords: *Panicum maximum*, *Megarthysus maximus*, nitrogen, forage, grazing management, mob grazing.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### CAPÍTULO 1 – EFEITOS DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E DAS ESTAÇÕES DO ANO SOBRE A ESTRUTURA E O ACÚMULO DE FORRAGEM DO CAPIM-QUÊNIA..... 22

Figura 1. Precipitação mensal e temperaturas mínima, média e máxima durante o período experimental e média histórica de precipitação de 22 anos. Unif.=Uniformização; V20/21=Verão 20/21; O21=Outono 21; I21=Inverno 20/21; V21/22=Verão 20/22; O22=Outono 22..... 26

Figura 2. Balanço hídrico mensal do solo da área experimental para uma capacidade de armazenamento de água no solo de 150 mm, no período de outubro de 2020 à abril de 2022. Unif.=Uniformização; V20/21=Verão 20/21; O21=Outono 21; I21=Inverno 20/21; V21/22=Verão 20/22; O22=Outono 22..... 26

Figura 3. Massa de forragem no pré ( $MF_{pré}$ ) e no pós-pastejo ( $MF_{pós}$ ) de pastos de capim-quênia submetidos a adubação nitrogenada (a), e avaliados durante as estações do ano (b), em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. .... 35

Figura 4. Acúmulo de forragem de pastos de capim-quênia submetidos a adubação nitrogenada (a) e avaliados durante as estações do ano (b), em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. .... 36

Figura 5. Digestibilidade da matéria orgânica da folha ( $DIGMO_F$ ) de pastos de capim-quênia submetidos a adubação nitrogenada (a) e avaliados durante as estações do ano (b), em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. .... 38

### CAPÍTULO 2 – PERFILHAMENTO E ACÚMULO DE FORRAGEM DO CAPIM-QUÊNIA EM RESPOSTA A ADUBAÇÃO NITROGENADA E A SAZONALIDADE NO BIOMA CERRADO ..... 51

Fig. 1 Média histórica de precipitação de 22 anos, precipitação mensal e temperaturas máxima, média e mínima durante o período experimental. .... 54

Fig. 2. Balanço hídrico mensal do solo da área experimental no período de outubro de 2020 a abril de 2022. .... 55

Fig. 3. Número e distribuição dos ciclos de pastejo em pastos de capim-quênia adubados com doses de N, durante os meses de outubro de 2020 à abril de 2022..... 61

Fig. 4. Padrões demográficos do perfilhamento em pastos de capim-quênia em resposta a adubação nitrogenada e lotação intermitente ao longo do ano, de dezembro de 2020 a abril de 2021 e de novembro de 2021 a abril de 2022..... 62

Fig. 5. Taxa mortalidade de perfilhos (TMP) em pastos de capim-quênia em resposta a adubação nitrogenada e estações do ano.. .... 64

Fig. 6. Índice de estabilidade da população de perfilhos em pastos de capim-quênia em resposta a adubação nitrogenada (a) e nas diferentes estações do ano (b) sob lotação intermitente..... 64

Fig. 7. Coeficientes para os componentes principais (CP) 1 e 2 com base na matriz de correlação entre a DPP, TAP, TMP, IE e TAF de pastos de capim-quênia em resposta a adubação nitrogenada durante o verão 20/21 (a), outono 21 (b), inverno 21 (c), verão 21/22 (d) e outono 22 (e). ..... 67

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1 – EFEITOS DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E DAS ESTAÇÕES DO ANO SOBRE A ESTRUTURA E O ACÚMULO DE FORRAGEM DO CAPIM-QUÊNIA..... 22

Tabela 1. Resultado da análise química da fertilidade do solo antes do início do período experimental ..... 27

Tabela 2. Médias e desvio padrão para as interceptações de luz de pastos de capim-quênia submetidos a adubação nitrogenada e lotação intermitente..... 30

Tabela 3. Intervalo entre pastejos, altura do dossel no pré-pastejo e no pós-pastejo de pastos de capim-quênia submetidos a adubação nitrogenada e avaliados durante as estações do ano, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. .... 31

Tabela 4. Porcentagem de folha no pré e pós-pastejo, porcentagem de material morto no pré-pastejo, relação verde:morto no pré-pastejo e relação folha:colmo no pós-pastejo de pastos de capim-quênia submetidos a adubação nitrogenada e avaliados durante as estações do ano, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. .... 32

Tabela 5. Porcentagem de colmo no pré e no pós-pastejo, porcentagem de material morto no pós-pastejo e relação verde:morto no pós-pastejo de pastos de capim-quênia submetidos a adubação nitrogenada e avaliados durante as estações do ano, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil..... 33

Tabela 6. Valor nutritivo da folha de pastos de pastos de capim-quênia submetidos a adubação nitrogenada e avaliados durante as estações do ano, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. .... 37

Tabela 7. Valor nutritivo do colmo de pastos de capim-quênia submetidos a adubação nitrogenada e avaliados durante as estações do ano, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. .... 39

### CAPÍTULO 2 – PERFILHAMENTO E ACÚMULO DE FORRAGEM DO CAPIM-QUÊNIA EM RESPOSTA A ADUBAÇÃO NITROGENADA E A SAZONALIDADE NO BIOMA CERRADO ..... 51

Tab. 1. Características químicas do solo antes do início do experimento. .... 56

Tab. 2. Densidade populacional de perfilhos (perfilhos/m<sup>2</sup>) em pastos de capim-quênia em resposta a adubação nitrogenada e estações do ano..... 60

Tab. 3. Taxa de aparecimento de perfilhos (perfilho/100 perfilhos/dia) em pastos de capim-quênia em resposta a adubação nitrogenada e estações do ano..... 63

Tab. 4. Taxa de acúmulo de forragem (kg/ha/dia de MS) em pastos de capim-quênia em resposta a doses de nitrogênio as estações do ano..... 65

Tab. 5. Coeficientes da análise de componentes principais com base na matriz de correlação para DPP, TAP, TMP, IE, TAF de pastos de capim-quênia em resposta a adubação nitrogenada e lotação intermitente.....	66
---	----

## SUMÁRIO

SUMÁRIO .....	9
INTRODUÇÃO GERAL .....	10
REVISÃO DE LITERATURA .....	12
A intensificação dos sistemas de produção animal em pastagens .....	12
Cultivares melhoradas .....	13
Manejo de Pastagens .....	14
Adubação nitrogenada .....	15
Literatura citada .....	17
CAPÍTULO 1 – EFEITOS DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E DAS ESTAÇÕES DO ANO SOBRE A ESTRUTURA E O ACÚMULO DE FORRAGEM DO CAPIM-QUÊNIA .....	22
Resumo .....	22
Introdução .....	24
Material e métodos .....	25
Resultados .....	30
Discussão .....	40
Conclusão .....	45
Referências .....	46
CAPÍTULO 2 – PERFILHAMENTO E ACÚMULO DE FORRAGEM DO CAPIM-QUÊNIA EM RESPOSTA A ADUBAÇÃO NITROGENADA E A SAZONALIDADE NO BIOMA CERRADO .....	51
Resumo .....	51
Introdução .....	53
Material e métodos .....	54
Resultados .....	59
Discussão .....	69
Conclusão .....	74
Referências .....	75
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	78

## INTRODUÇÃO GERAL

As projeções indicam que em 2050 a população mundial irá alcançar a marca de 9,4 bilhões de pessoas, e para suprir a demanda por alimentos, fibras e energia, será necessário aumentar a produção agrícola global em 60% (Marin et al., 2016). No mesmo período, estima-se que a demanda mundial por alimentos derivados da produção animal vai aumentar em 38% (Komarek et al., 2021). Diante desse cenário, um dos maiores desafios agrícolas é aumentar a produtividade, garantindo a sustentabilidade do sistema produtivo e minimizando os efeitos ambientais negativos (Nascimento et al., 2021). Os sistemas de produção animal em pastagens irão aumentar a produtividade por meio da intensificação sustentável das pastagens (Rudel et al., 2015).

Com a intensificação da pecuária, o desenvolvimento de plantas forrageiras com alto rendimento e valor nutritivo, é desejável para contribuir com a demanda de alimentos para os ruminantes (Mwendia et al., 2022) e para garantir a sustentabilidade dos sistemas de produção animal (Braz et al., 2017). Nesse sentido, o programa brasileiro de melhoramento e desenvolvimento de cultivares de *Panicum maximum* (sin. *Megathyrsus maximus*), lançou em 2017 o capim-quênia, um híbrido proveniente de um cruzamento intraespecífico da espécie, que surge como uma alternativa para a diversificação de pastagens, intensificação da produção animal e para suprir uma demanda do mercado por uma cultivar com uma alta produção de forragem, bom valor nutritivo e com porte intermediário (Jank et al., 2017). O capim-quênia destacou-se por ser uma cultivar de porte médio, com maior perfilhamento, folhas e colmos mais finos que os demais capins semelhantes da espécie (capim-tanzânia e capim-mombaça) (Jank et al., 2017).

O manejo da pastagem e do pastejo são essenciais para a otimização do desempenho animal em sistemas de pastagens tropicais (Delevatti et al., 2019a). Outro fator que altera a produtividade dos ecossistemas de pastagens é a disponibilidade de nitrogênio (N) (Cardoso et al., 2020). Atualmente, a aplicação de fertilizantes nitrogenados está se tornando mais comum, o que leva ao aumento da produtividade e da concentração de proteína em pastagens tropicais (Delevatti et al., 2019b). No entanto, ainda faltam informações sobre práticas de manejo que favoreçam o processo de rebrotação do capim-quênia, que otimizem a capacidade de suporte e a qualidade da forragem disponível para o pastejo (Tesk et al., 2020), assim como, há uma lacuna de conhecimento acerca das respostas da forrageira a adubação nitrogenada sob pastejo.

Dessa forma, é necessário conhecer as respostas estruturais e produtivas do capim-quênia à adubação nitrogenada associada com o manejo baseado na interceptação de luz ao nível de 95%, visando encontrar informações que possibilitem a intensificação sustentável dos sistemas de produção animal em pastagens.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do uso de diferentes doses de N sobre as características estruturais e produtivas, o valor nutritivo e o acúmulo de forragem, e sobre a dinâmica do perfilhamento do capim-quênia. A hipótese testada foi que o manejo baseado em 95% de interceptação de luz (IL) associado com a adubação nitrogenada iria (1) modificar a estrutura do dossel, (2) aumentar a massa de forragem, (3) aumentar o valor nutritivo da forragem e (4) modificar a dinâmica do perfilhamento.

## REVISÃO DE LITERATURA

### *A intensificação dos sistemas de produção animal em pastagens*

Estima-se que a população mundial aumentará para 9,4 bilhões de pessoas em 2050, sendo necessário incrementar cerca de 60% a produção agrícola global para suprir a demanda por alimentos, fibras e energia, e nesse cenário o Brasil tem papel de destaque (Marin et al., 2016). As projeções indicam que haverá um aumento da renda da população global e uma demanda maior por alimentos de maior qualidade, conseqüentemente, a demanda mundial por alimentos derivados da produção animal vai aumentar em 38% até 2050 (Komarek et al., 2021).

Assim, a intensificação da produção se faz necessária para atender à crescente demanda, seja por meio de aumentos na produtividade por unidade de área, aumentos na área total de produção ou uma combinação entre esses cenários (Caram et al., 2023), com o desafio adicional de reduzir qualquer impacto negativo no meio ambiente (Myers et al., 2017).

Diante dos esforços recentes para evitar a conversão de florestas tropicais em pastagens, o aumento na produção de forragem virá, não da abertura de novas áreas de pastagens, mas da intensificação sustentável das áreas de pastagens existentes (Rudel et al., 2015). A intensificação das pastagens é uma estratégia importante para a melhorar a utilização da terra em regiões tropicais (Cardoso et al., 2020). No entanto, nos últimos anos estima-se que houve uma redução das áreas de pastagens, e a maioria das perdas se deve à expansão da agricultura sobre as áreas de pastagens em regiões como o Cerrado brasileiro (Rudel et al., 2015).

Atualmente, 23% do Cerrado brasileiro é ocupado por pastagens cultivadas, representando aproximadamente 52% das terras cultivadas (MapBiomas, 2021). No entanto, cerca de 39% dessas pastagens cultivadas apresentaram algum grau de degradação (Pereira et al., 2018), e essas pastagens degradadas se tornaram alvos de intensificação sustentável no Cerrado (Strassburg et al., 2014).

Estratégias para a recuperação direta de pastagens degradadas já estão disponíveis, como as práticas de manejo animal, aplicação de fertilizantes e a introdução de novas cultivares, mas a tradição de não fazer uso de práticas de manejo de pastagens associado aos custos para essa recuperação têm levado alguns produtores a permanecerem utilizando áreas degradadas ou em algum estágio de degradação (Euclides et al., 2010). No Brasil, por exemplo, foi possível observar que a substituição de pastagens nativas, com baixo valor nutritivo, por pastagens cultivadas com plantas forrageiras melhoradas

geneticamente resultou no aumento de produtividade na pecuária brasileira (Dias Filho, 2015).

Organizações nacionais e internacionais de pesquisa tem se mobilizado para selecionar e desenvolver forrageiras melhoradas, assim como promover o uso dessas tecnologias, tendo como foco principal o aumento da produção forrageira e a melhoria da produtividade pecuária (Mwendia et al., 2022). A intensificação dos sistemas de produção animal em pastagens pode ser alcançada através do uso de cultivares melhoradas, do manejo correto das pastagens e do uso eficiente dos fertilizantes nitrogenados.

### *Cultivares melhoradas*

A diversificação das pastagens no Brasil vem aumentando devido à necessidade de forrageiras mais competitivas e eficientes no uso de insumos (Martuscello et al., 2018), e o desenvolvimento de espécies forrageiras com alto rendimento e boa qualidade nutricional são necessárias para garantir a sustentabilidade dos sistemas de produção animal (Braz et al., 2017). Nesse sentido, estratégias de melhoramento foram adotadas nos últimos anos que visam a obtenção de híbridos superiores (Jank et al., 2014).

Um enfoque tem sido dado a cultivares do gênero *Panicum* devido ao alto potencial de produção, facilidade de estabelecimento, características de adaptação, rusticidade e boa produção de matéria seca (Caldas et al., 2020). Atualmente a Embrapa mantém um programa de melhoramento e desenvolvimento de cultivares de *Panicum maximum* que tem como objetivos diversificar as pastagens e intensificar a produção animal (Jank et al., 2017).

Recentemente, foi lançado o capim-quênia (BRS Quênia), um híbrido intraespecífico de *Panicum maximum* desenvolvido pela Embrapa para suprir uma demanda por uma cultivar da espécie que fosse de porte intermediário, de alta produtividade e qualidade de forragem, com folhas macias e colmos tenros, alto perfilhamento e que fosse de fácil manejo (Jank et al., 2017).

Em estudos de produção forrageira, comparativos foram feitos entre o capim-quênia, o capim-tanzânia e o capim-mombaça, e a nova cultivar se destacou das demais por sua alta produção de matéria seca foliar, qualidade nutricional e alta digestibilidade (Jank et al. 2017). Ao avaliar genótipos de *Panicum maximum* na região nordeste do Brasil, Martuscello et al. (2015), alocaram o capim-quênia e o capim-mombaça no grupo genético das plantas mais produtivas e adaptadas as condições experimentais.

No Cerrado, o capim-quênia sob pastejo promoveu ganhos de 554 kg/animal/ha na estação chuvosa, 258 kg/animal/ha durante a estação seca, com ganhos por área de 975 kg/ha/ano (Jank et al., 2021). Em termos de qualidade da forragem, o capim-quênia foi superior ao capim-mombaça sob pastejo no Cerrado, apresentando diferenças de 7% e 14% na concentração de proteína bruta e 4% e 8% a mais de digestibilidade durante os períodos chuvoso e seco, respectivamente (Jank et al., 2021).

O principal diferencial do capim-quênia em relação a cultivares tradicionais, como o capim-tanzânia e o capim-mombaça, foi a melhor arquitetura vegetal, com touceiras menores, uma maior densidade de perfilhos com folhas verdes e macias, colmos mais tenros e menores porcentagens de material morto, facilitando o manejo do pastejo e a manutenção da estrutura do pasto, e favorecendo o alto consumo de forragem pelo gado (Jank et al., 2021).

Os resultados mostram o potencial do capim-quênia para a intensificação da produção pecuária no Brasil. Assim, o próximo passo para aproveitar melhor a forragem produzida é fazer a adoção de estratégias de manejo precisas para a entrada e saída dos animais do pasto (Araujo et al., 2018). Informações sobre o manejo da pastagem e do pastejo são importantes para a otimização do desempenho animal em sistemas de pastagens com gramíneas tropicais (Delevatti et al., 2019a). No entanto, o manejo de novas cultivares forrageiras lançadas não é bem conhecido (Tesk et al., 2020).

### *Manejo de Pastagens*

O manejo de pastagens tem uma relevância global para a produção agrícola, a conservação da biodiversidade e a mitigação dos efeitos causados pelas mudanças climáticas (O'Mara, 2012). A produção de forragem se baseia nos processos fotossintéticos resultantes da interceptação da radiação solar incidente, que depende do índice de área foliar, que por sua vez, é afetado por fatores abióticos e pelo manejo do pasto que regulam a estrutura do dossel (Vasconcelos et al., 2020).

O momento ideal de colheita, definido pelo período de crescimento, produção e qualidade da forragem, surge como o conceito mais realista para colher os benefícios produtivos das forragens cultivadas (Mwendia et al., 2022). Estudos em pastagens tropicais, principalmente aquelas que utilizam métodos de pastejo com lotação intermitente, mostram que o momento em que o dossel intercepta 95% da radiação fotossinteticamente ativa deve ser considerado o período ideal para interrupção da rebrota (Euclides et al., 2022).

A altura do dossel se correlacionou positivamente com a interceptação de luz (IL) em diversos estudos com forrageiras tropicais (Carnevalli et al., 2006; Barbosa et al., 2007; Da Silva et al., 2015; Alvarenga et al., 2020; Alviarez et al., 2020). Entretanto, embora seja muito difundido e prático, o manejo de pastagens baseado apenas na altura do dossel, pode ser uma ferramenta limitada para ajustes finos e deve ser vista com cautela, principalmente em gramíneas que formam touceiras, como as cultivares da espécie *Panicum maximum* (Macedo et al., 2021). As recomendações de manejo baseadas no conceito de interceptação de luz para o capim-quênia, por exemplo, ainda são incertas, com altura de entrada que varia de 70 cm com altura de saída de 35 cm (Jank et al., 2017), para altura de entrada de 55 cm com altura de saída de 35 cm (Tesk et al., 2020).

Assim, para entender como a planta forrageira intercepta a luz que chega no dossel e encontrar o momento ideal para iniciar o pastejo, é importante considerar as variáveis que compõem a estrutura do dossel, e que podem impactar no acúmulo de forragem (Macedo et al., 2021). Entretanto, diversos fatores podem influenciar a captação de luz pelo dossel, alterando, conseqüentemente, a estrutura do dossel e a produtividade forrageira (Freitas et al., 2012), entre eles estão as mudanças sazonais das condições climáticas (Reis et al., 2012). Assim, o manejo intensivo de espécies forrageiras que possuem alto rendimento, submetidas a níveis de nutrientes adequados, é uma estratégia importante para reduzir a flutuação da produção forrageira no decorrer do ano (Vasconcelos et al., 2020).

#### *Adubação nitrogenada*

Um dos desafios para a intensificação sustentável da produção pecuária em áreas de pastagens tropicais é aumentar o uso de insumos, como a adubação nitrogenada (N) (Cardoso et al., 2020). Atualmente, a adubação nitrogenada está se tornando uma prática mais comum, resultando em aumentos na produtividade e nos teores de proteína de forrageiras tropicais (Delevatti et al., 2019b). No entanto, seu uso pode ser limitado por custos e questões de logística de distribuição, uma vez que a indústria de carne bovina é baseada em operações extensivas (Homem et al., 2021) e o uso inadequado do nutriente pode causar impactos ambientais negativos (Berça et al., 2021).

O nitrogênio é o elemento mineral que as plantas requerem em maiores quantidades, por ser constituinte de muitos componentes celulares vegetais, incluindo clorofila, aminoácidos e ácidos nucleicos (Taiz et al., 2017) e, devido a isso, a deficiência

desse nutriente limita severamente o crescimento e a produtividade das pastagens (Silveira et al. 2015; Machado et al., 2020).

Sob condições climáticas favoráveis, o N aplicado nos pastos, é assimilado pela planta e se associa às cadeias carbonadas, promovendo o aumento dos constituintes celulares e conseqüentemente o incremento do vigor da rebrota e da produção de massa seca das plantas (Galindo et al., 2018). O aporte de N em sistemas de pastagem pode alterar a morfologia das plantas devido ao aumento da taxa de crescimento (Homem et al., 2021) e é responsável pelo desenvolvimento da planta, influencia na altura da planta e na formação de perfilhos e folhas (Caldas et al., 2020).

As plantas da espécie *Panicum maximum* se destacam por possuir alto rendimento e valor nutritivo, características que favorecem a intensificação da produção de forragem, no entanto, possuem altas demandas em fertilidade do solo, principalmente, em nitrogênio (Paciullo et al., 2017). Por outro lado, essa mesma característica, permite que as plantas dessa espécie sejam altamente responsivas a adubação nitrogenada. O uso da adubação nitrogenada em cultivares de *Panicum maximum* causou modificações na estrutura do dossel, influenciando a produção e a qualidade da forragem (Mochel Filho et al., 2016; Galindo et al., 2018; Delevatti et al., 2019b; Caldas et al., 2020).

Os benefícios da adubação nitrogenada são extensamente discutidos na literatura. Entretanto, existe uma necessidade de aprofundar os conhecimentos relacionados a adubação de pastagens, para que seja possível desenvolver estratégias específicas de manejo visando o aumento da produtividade da propriedade e a diminuição dos custos (Lins et al., 2015). Assim, estudos que avaliem o manejo de novas cultivares em função da adubação nitrogenada em diferentes condições climáticas sazonais, podem contribuir com o desenvolvimento de estratégias de intensificação sustentável da produção agropecuária.

*Literatura citada*

- Alvarenga, C. A. F., Euclides, V. P. B., Montagner, D. B., Sbrissia, A. F., Barbosa, R. A., & De Araújo, A. R. (2020). Animal performance and sward characteristics of mombaça guineagrass pastures subjected to two grazing frequencies. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 8(1), 1–10. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(8\)1-10](https://doi.org/10.17138/TGFT(8)1-10)
- Alviarez, L. A. D., Homem, B. G. C., Couto, P. H., Dubeux Jr., C. B., Bernardes, T. F., Casagrande, D. R., & Lara, M. A. S. (2020). Managing “Marandu” palisadegrass and calopo pastures based on light interception. *Grass and Forage Science*, 75(4), 447–461. <https://doi.org/10.1111/GFS.12501>
- Araujo, L. C., Santos, P. M., Rodriguez, D., Ricardo, J., Pezzopane, M., & Muir, J. P. (2018). Key factors that influence for seasonal production of Guinea grass. *SciELO Brasil*, 75(3), 191–196. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2016-0413>
- Barbosa, R. A., Do Nascimento, D., Euclides, V. P. B., Da Silva, S. C., Zimmer, A. H., & Torres, R. A. D. A. (2007). Tanzânia grass subjected to combinations of intensity and frequency of grazing. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 42(3), 329–340. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2007000300005>
- Berça, A. S., Cardoso, A. da S., Longhini, V. Z., Tedeschi, L. O., Boddey, R. M., Reis, R. A., & Ruggieri, A. C. (2021). Protein and carbohydrate fractions in warm-season pastures: effects of nitrogen management strategies. *Agronomy*, 11(5), 847. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050847>
- Braz, T. G. dos S., Martuscello, J. A., Jank, L., Fonseca, D. M. da, Resende, M. D. V., & Evaristo, A. B. (2017). Genotypic value in hybrid progenies of *Panicum maximum* Jacq. *Ciência Rural*, 47(9), 1–6. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160599>
- Caldas, M. B., Diniz, J. P., da SILVA, A. J., Baio, S. P. da S., Borges, M. C. R. Z., Nogueira, K. B., Roque, C. G., & Teodoro, P. E. (2020). Forms of nitrogen fertilizer application in *Panicum maximum*. *Bioscience Journal*, 36(1), 23–29. <https://doi.org/10.14393/BJ-V36N1A2020-39714>
- Campos, F. P., Nicácio, D. R. O., Sarmiento, P., Cruz, M. C. P., Santos, T. M., Faria, A. F. G., Ferreira, M. E., Conceição, M. R. G., & Lima, C. G. (2016). Chemical composition and in vitro ruminal digestibility of hand-plucked samples of Xaraes palisade grass fertilized with incremental levels of nitrogen. *Animal Feed Science and Technology*, 215, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.12.013>
- Caram, N., Soca, P., Sollenberger, L. E., Baethgen, W., Wallau, M. O., & Mailhos, M. E. (2023). Studying beef production evolution to plan for ecological intensification of grazing ecosystems. *Agricultural Systems*, 205, 103582. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2022.103582>
- Cardoso, A. S., Barbero, R. P., Romanzini, E. P., Teobaldo, R. W., Ongaratto, F., da Rocha Fernandes, M. H. M., Ruggieri, A. C., & Reis, R. A. (2020). Intensification: A Key Strategy to Achieve Great Animal and Environmental Beef Cattle Production Sustainability in *Brachiaria* Grasslands. *Sustainability* 2020, Vol. 12, Page 6656, 12(16), 6656. <https://doi.org/10.3390/SU12166656>

- Carnevalli, R. A., Silva, S. C. da, Bueno, A. A. O., Uebele, M. C., Bueno, F. O., Hodgson, J., Silva, G. N., & Morais, J. P. G. (2006). Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. *Tropical Grasslands*, 40(3), 165–176.
- Da Silva, S. C., Sbrissia, A. F., & Pereira, L. E. T. (2015). Ecophysiology of C4 Forage Grasses—Understanding Plant Growth for Optimising Their Use and Management. *Agriculture* 2015, Vol. 5, Pages 598-625, 5(3), 598–625. <https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE5030598>
- Delevatti, L. M., Romanzini, P., Fabiano, J., Koscheck, W., Luis Da Ross De Araujo, T., Renesto, D. M., Ferrari, A. C., Pavezzi Barbero, R., Mulliniks, J. T., & Reis, R. A. (2019a). Forage management intensification and supplementation strategy: Intake and metabolic parameters on beef cattle production. *Animal Feed Science and Technology*, 247, 74–82. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.11.004>
- Delevatti, L. M., Cardoso, A. S., Barbero, R. P., Leite, R. G., Romanzini, E. P., Ruggieri, A. C., & Reis, R. A. (2019b). Effect of nitrogen application rate on yield, forage quality, and animal performance in a tropical pasture. *Sci. Rep.*, 9(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44138-x>
- Euclides, V. P. B., Do Valle, C. B., Macedo, M. C. M., De Almeida, R. G., Montagner, D. B., & Barbosa, R. A. (2010). Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(SUPPL. 1), 151–168. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300018>
- Euclides, V. P. B., Montagner, D. B., de Araújo, A. R., de Aragão Pereira, M., dos Santos Difante, G., de Araújo, I. M. M., Barbosa, L. F., Barbosa, R. A., & Gurgel, A. L. C. (2022). Biological and economic responses to increasing nitrogen rates in Mombaça guinea grass pastures. *Scientific Reports* 2022 12:1, 12(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05796-6>
- Freitas, F. P., Fonseca, D. M., Braz, T. G. S., Martuscello, J. A., & Santos, M. E. R. (2012). Forage yield and nutritive value of Tanzania grass under nitrogen supplies and plant densities. *SciELO Brasil*. <https://www.scielo.br/j/rbz/a/CQ6T46GFMxbYPQ4LwsGbmpf/abstract/?lang=en>
- Galindo, F. S., Beloni, T., Buzetti, S., Carvalho, M., Filho, M. T., Dupas, E., Gaioto, M., & Ludkiewicz, Z. (2018). Technical and economic viability and nutritional quality of mombasa guinea grass silage production. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 40(1), e36395. <https://doi.org/10.4025/ACTASCIAGRON.V40I1.36395>
- Homem, B. G. C., de Lima, I. B. G., Spasiani, P. P., Ferreira, I. M., Boddey, R. M., Bernardes, T. F., Dubeux, J. C. B., & Casagrande, D. R. (2021). Palisadegrass pastures with or without nitrogen or mixed with forage peanut grazed to a similar target canopy height. 1. Effects on herbage mass, canopy structure and forage nutritive value. *Grass and Forage Science*, 76(3), 400–412. <https://doi.org/10.1111/GFS.12532>
- Jank, L., Andrade, C. M. S., & Barbosa, R. A. (2021). BRS Quênia and BRS Tamani: new *Panicum maximum* Jacq. hybrid cultivars in Brazil.

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1143728/1/IGC-2021-BRS-Quenia-and-BRS-Tamani.pdf>

- Jank, L., Andrade, C. M. S., Barbosa, R. A., Macedo, M. C. M., Valério, J. R., Verzignassi, J., Zimmer, A. H., Fernandes, C. D., Santos, M. F., & Simeão, R. M. (2017). O capim-BRS Quênia (*Panicum maximum* Jacq.) na diversificação e intensificação das pastagens Técnico Comunicado. Comunicado Técnico, 138, 20.
- Komarek, A. M., Dunston, S., Enahoro, D., Godfray, H. C. J., Herrero, M., Mason-D’Croz, D., Rich, K. M., Scarborough, P., Springmann, M., Sulser, T. B., Wiebe, K., & Willenbockel, D. (2021). Income, consumer preferences, and the future of livestock-derived food demand. *Global Environmental Change*, 70. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2021.102343>
- Lins, T. O. J. D., Cecato, U., Pinheiro, A. A., Iwamoto, B. S., Krutzmann, A., Beloni, T., & Silva, R. R. (2015). Características morfogênicas do capim-Tanzânia consorciado com Estilosantes Campo Grande ou adubado com nitrogênio sob pastejo. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(4), 2739–2752. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n4p2739>
- Macedo, V. H. M., Cunha, A. M. Q., Cândido, E. P., Domingues, F. N., Silva, W. L., Lara, M. A. S., & Rêgo, A. C. (2021). Canopy structural variations affect the relationship between height and light interception in Guinea Grass. *Field Crops Research*, 271, 108249. <https://doi.org/10.1016/J.FCR.2021.108249>
- Mapbiomas Brasil. (2021). Retrieved March, 2023, from <https://mapbiomas.org/estatisticas>
- Marin, F. R., Pilau, F. G., Spolador, H. F. S., Otto, R., & Pedreira, C. G. S. (2016). Intensificação sustentável da agricultura brasileira: cenários para 2050. *Revista de Política Agrícola*, 25(3), 108–124. <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1160>
- Martuscello, J. A., Braz, T. G. S., Jank, L., da Cunha, D. de N. F. V., da Silva Lima, B. P., & de Oliveira, L. P. (2015). Repeatability and phenotypic stabilization of *Panicum maximum* accessions. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 37(1), 15–21. <https://doi.org/10.4025/ACTASCIANIMSCI.V37I1.23206>
- Martuscello, J. A., Ribeiro, Y. N., Braz, T. G. S., Ferreira, M. R., Assis, J. A., Jank, L., & Reis, G. A. (2018). Produção de forragem, morfogênese e eficiência agrônômica do adubo em capim BRS Quênia sob doses de nitrogênio. *Boletim de Indústria Animal*, 75, 1–12. <https://doi.org/10.17523/BIA.2018.V75.E1411>
- Mochel Filho, W., Carneiro, M., Andrade, A., Pereira, E., Andrade, A., Cândido, M., Magalhães, J., Rodrigues, B., Santos, F., & Costa, N. (2016). Produtividade e composição bromatológica de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob irrigação e adubação azotada. *Revista de Ciências Agrárias*, 39(1), 81–88. <https://doi.org/10.19084/RCA14154>
- Mwendia, S. W., Ohmstedt, U., Nyakundi, F., Notenbaert, A., & Peters, M. (2022). Does harvesting *Urochloa* and *Megathyrus* forages at short intervals confer an advantage

- on cumulative dry matter yields and quality? *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(2), 750–756. <https://doi.org/10.1002/JSFA.11407>
- Myers, S. S., Smith, M. R., Guth, S., Golden, C. D., Vaitla, B., Mueller, N. D., Dangour, A. D., & Huybers, P. (2017). Climate Change and Global Food Systems: Potential Impacts on Food Security and Undernutrition. *Annu. Rev. Public Health*, 38, 259–277. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth>
- O'Mara, F. P. (2012). The role of grasslands in food security and climate change. *Annals of Botany*, 110(6), 1263–1270. <https://doi.org/10.1093/AOB/MCS209>
- Paciullo, D. S. C., Gomide, C. A. M., Castro, C. R. T., Maurício, R. M., Fernandes, P. B., & Morenz, M. J. F. (2017). Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. *Grass and Forage Science*, 72(3), 590–600. <https://doi.org/10.1111/GFS.12264>
- Pereira, O. J. R., Ferreira, L. G., Pinto, F., & Baumgarten, L. (2018). Assessing Pasture Degradation in the Brazilian Cerrado Based on the Analysis of MODIS NDVI Time-Series. *Remote Sensing 2018*, Vol. 10, Page 1761, 10(11), 1761. <https://doi.org/10.3390/RS10111761>
- Reis, R. A., Ruggieri, A. C., Oliveira, A. A., Vieira, M., & Rume, D. (2012). Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. *SciELO Brasil*. <https://www.scielo.br/j/rbspa/a/HWCK8tnR9jVh3qJ98Jh3zKQ/abstract/?lang=pt>
- Rudel, T. K., Paul, B., White, D., Rao, I. M., Van Der Hoek, R., Castro, A., Boval, M., Lerner, A., Schneider, L., & Peters, M. (n.d.). LivestockPlus: Forages, sustainable intensification, and food security in the tropics. *AMBIO*, 44. <https://doi.org/10.1007/s13280-015-0676-2>
- Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Oliveira, V. Á.; Lumberras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A.; Araújo Filho, J. C.; Oliveira J. B. (2018). Sistema brasileiro de classificação de solos. In Embrapa Solos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>
- Silveira, M. L., Vendramini, J. M. B., Sellers, B., Monteiro, F. A., Artur, A. G., & Dupas, E. (2015). Bahiagrass response and N loss from selected N fertilizer sources. *Grass and Forage Science*, 70(1), 154–160. <https://doi.org/10.1111/GFS.12078>
- Strassburg, B. B. N., Latawiec, A. E., Barioni, L. G., Nobre, C. A., da Silva, V. P., Valentim, J. F., Vianna, M., & Assad, E. D. (2014). When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. *Global Environmental Change*, 28(1), 84–97. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2014.06.001>
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. max, & Murphy, A. (2017). Fisiologia e desenvolvimento vegetal Diversidade vegetal. In Porto Alegre: Artmed: Vol. 6 ed.
- Tesk, C. R. M., Cavalli, J., Pina, D. S., Pereira, D. H., Pedreira, C. G. S., Jank, L., Sollenberger, L. E., & Pedreira, B. C. (2020). Herbage responses of Tamani and

Quênia guineagrasses to grazing intensity. *Agronomy Journal*, 112(3), 2081–2091.  
<https://doi.org/10.1002/AGJ2.20189>

Vasconcelos, E. C. G., Cândido, M. J. D., Pompeu, R. C. F. F., Cavalcante, A. C. R., & Lopes, M. N. (2020). Morphogenesis and biomass production of “BRS Tamani” guinea grass under increasing nitrogen doses. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 55, e01235. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.PAB2020.V55.01235>

## CAPÍTULO 1 – EFEITOS DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E DAS ESTAÇÕES DO ANO SOBRE A ESTRUTURA E O ACÚMULO DE FORRAGEM DO CAPIM-QUÊNIA

### *Resumo*

O conhecimento das respostas de cultivares forrageiras à adubação nitrogenada (N) é importante para desenvolver estratégias eficientes para a intensificação sustentável dos sistemas de produção animal em pastagens. Este estudo teve o objetivo de avaliar o efeito de diferentes doses de N sobre a estrutura do dossel, o acúmulo de forragem e o valor nutritivo do capim-quênia. O delineamento foi o de blocos casualizados. Os tratamentos foram quatro doses de N, 75, 150, 225 e 300 kg de N/ha/ano (N75, N150, N225 e N300, respectivamente), com quatro repetições. A frequência de pastejo foi definida no momento em que o dossel interceptava 95% da luz incidente, e a intensidade de pastejo foi de 50% da altura de pré-pastejo. As pastagens foram manejadas sob lotação intermitente. Foram avaliadas as características estruturais, a massa, o acúmulo e o valor nutritivo da forragem durante as estações do ano. Houve interação entre as doses de N e as estações do ano para as alturas de pré ( $p=0,0038$ ) e pós-pastejo ( $p=0,0002$ ) e para o intervalo entre pastejo ( $p<0,0001$ ) que diminuíram com o aumento da dose de N. Isoladamente, a massa de forragem no pré-pastejo ( $p=0,0052$ ) e o acúmulo de forragem ( $p=0,0214$ ) aumentaram linearmente com o incremento na dose de N. As concentrações de proteína bruta (PB) apresentaram aumentos lineares da ordem de 123% entre as doses N75 e N300 no inverno 21. Aumentos lineares também foram observados para a digestibilidade da matéria orgânica ( $p=0,0060$ ). A adubação nitrogenada modificou a estrutura do dossel, aumentou o acúmulo e o valor nutritivo da forragem, e permitiu maior utilização dos pastos durante o ano. Se tratando de uso do capim-quênia em sistema de produção animal em pasto, a dose de 75N é considerada insuficiente para o correto aproveitamento do período das águas. A dose de 150N é a dose mínima para a cultivar avaliada. A dose de 300N permitiu maior aproveitamento do período das águas, com mais ciclos de pastejo, e antecipação no uso depois do período seco, devido ao efeito residual do N. Entretanto, o menor acúmulo de forragem da dose de 300N quando comparado a dose de 225N, indica que a dose de 225N proporciona maior capacidade de suporte, além de valor nutritivo semelhante a dose de 300N, sendo, das doses avaliadas a mais indicada para intensificação dos sistemas de produção. Contudo, uma avaliação econômica deve ser feita para avaliar o incremento na produção x preço do adubo.

**Palavras-chave:** *Panicum maximum*, *Megathyrus maximus*, nitrogênio, intensificação sustentável, valor nutritivo.

## EFFECTS OF NITROGEN FERTILIZATION AND THE SEASONS ON THE STRUCTURE AND FORAGE ACCUMULATION OF KENYA GRASS

### *Abstract*

Knowing the responses of forage cultivars to nitrogen (N) fertilization is important to develop efficient strategies for the sustainable intensification of animal production systems in pastures. This study quantified the effect of different doses of N on canopy structure, forage accumulation and nutritive value of kenya grass. The design was randomized blocks, the treatments were four doses of N, 75, 150, 225 and 300 kg N/ha/year (N75, N150, N225 and N300, respectively), with four replications. The grazing frequency was defined when the canopy intercepted 95% of the incident light, and the grazing intensity was 50% of the pre-grazing height, the pastures were managed under intermittent stocking. Structural characteristics, mass, accumulation and nutritional value of forage during the seasons of the year were evaluated. There was interaction between N doses and seasons for the interval between grazing ( $p < 0.0001$ ) and pre ( $p = 0.0038$ ) and post-grazing ( $p = 0.0002$ ) heights that decreased with increasing the dose of N. Separately, pre-grazing forage mass ( $p = 0.0052$ ) and forage accumulation ( $p = 0.0214$ ) increased linearly with the increase in N dose. Crude protein (CP) concentrations showed linear increases of around 123% between doses N75 and N300 in winter 21. Linear increases were also observed for organic matter digestibility ( $p = 0.0060$ ). Nitrogen fertilization modified canopy structure, increased forage accumulation and nutritive value, and reduced forage production seasonality. When it comes to the use of Kenya grass in a pasture animal production system, the dose of 75N is considered insufficient for the correct use of the rainy season. The dose of 150N is the minimum dose for the cultivar evaluated. The 300N dose allowed greater use of the rainy season, with more grazing cycles, and anticipation of use after the dry period, due to the residual effect of N. However, the lower forage accumulation of the 300N dose when compared to the dose of 225N, indicates that the 225N dose provides greater support capacity, in addition to nutritional value similar to the 300N dose, being, of the doses evaluated, the most suitable for intensifying production systems. However, an economic assessment must be made to evaluate the increase in production x fertilizer price.

**Keywords:** *Panicum maximum*, *Megathyrus maximus*, nitrogen, sustainable intensification, nutritive value.

## Introdução

A produtividade dos sistemas de produção animal baseados na produção de forragem, principal fonte de alimentação para os ruminantes, pode ser aumentada por meio da aplicação de melhores tecnologias e práticas de manejo (Wani e Habib, 2022). Atualmente, a ciência animal enfrenta o desafio de encontrar uma maneira de aumentar a produção animal, economizando recursos e terras (Röös et al., 2017). A intensificação das pastagens é uma importante estratégia para a melhorar a utilização da terra em regiões tropicais (Cardoso et al., 2020).

Instituições de pesquisa nacionais e internacionais tem se mobilizado para desenvolver plantas forrageiras melhoradas e promover uso dessa tecnologia, com foco no aumento da produção de forragem e na melhoria da produtividade pecuária (Mwendia et al., 2022). No Brasil, o programa de melhoramento e desenvolvimento de cultivares de *Panicum maximum* (sin. *Megathyrsus maximus*), lançou em 2017 o capim-quênia, um híbrido que foi desenvolvido como uma alternativa para a diversificação de pastagens, intensificação da produção animal e para suprir uma demanda do mercado por uma cultivar com uma alta produção de forragem, bom valor nutritivo e com um porte intermediário (Jank et al., 2017).

Além do uso de cultivares melhoradas, outra estratégia de intensificação é o uso da adubação nitrogenada. A espécie *Panicum maximum* se destacou por possuir um alto rendimento e valor nutritivo, características favoráveis a intensificação da produção de forragem, no entanto, são plantas com altas demandas em fertilidade do solo, sobretudo, exigentes em nitrogênio (N) (Paciullo et al., 2017). Estudos com *P. maximum* mostraram que a adubação nitrogenada aumenta a produção e a qualidade de forragem em regiões tropicais (Escarela et al., 2017; Galindo et al., 2019; Euclides et al., 2022), tem grande impacto sobre os custos do sistema de produção (Sales et al., 2020) e o uso inadequado do insumo pode causar problemas ambientais relevantes (Galindo et al., 2022). Com base nisso, informações sobre as respostas de novas cultivares a adubação nitrogenada são necessárias para a escolha de estratégias de uso eficiente do N.

A associação da adubação nitrogenada com o controle da estrutura do dossel de gramíneas tropicais tem sido recomendada, visando favorecer o pastejo e aumentar a eficiência de uso do pasto (Gomide et al., 2019; Euclides et al., 2022). Manejar a pastagem interrompendo o processo de rebrota com base na interceptação de luz (IL) permite que as forrageiras tropicais atinjam o máximo de acúmulo forragem (Pedreira et

al., 2017). Os estudos com forrageiras tropicais identificaram o momento ideal para o evento de pastejo quando o dossel atingiu 95% de IL (Carnevalli et al., 2006; Barbosa et al., 2007; Da Silva et al., 2015; Alvarenga et al., 2020). No entanto, os diversos estudos realizados desde início do desenvolvimento de uma nova cultivar até o seu lançamento, geralmente não abrangem informações aprofundadas sobre o manejo da pastagem baseado no conceito de IL (Tesk et al., 2020).

Com isso é importante conhecer as respostas do capim-quênia submetido a doses de N, visando encontrar informações que possibilitem a manutenção do equilíbrio produtivo dos sistemas de produção animal. Nesse estudo objetivou-se quantificar o efeito do uso de diferentes doses de N sobre a estrutura do dossel, o acúmulo de forragem e o valor nutritivo do capim-quênia. A hipótese testada foi que o manejo baseado em 95% de IL associado com as doses de adubação nitrogenada vai (1) modificar a estrutura do dossel, (2) aumentar a massa de forragem, (3) aumentar o acúmulo e (4) aumentar a valor nutritivo da forragem à medida que maiores doses de N fossem empregadas.

### *Material e métodos*

#### *Local, desenho experimental e tratamentos*

O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS, (latitude 20°27'S, longitude 54°37'O e altitude de 530 m), no período de outubro de 2020 a abril de 2022. Segundo a classificação climática de Köppen o clima é tropical chuvoso de savana, subtipo Aw e com distribuição sazonal de chuvas e ocorrência bem definida do período seco entre os meses de abril a setembro. Os dados de precipitação e as temperaturas mínimas, médias e máximas (Figura 1) foram registradas em uma estação meteorológica, localizada a cerca de 3 km da área experimental. O balanço hídrico no solo (Figura 2) foi calculado pelo método de Thornthwaite e Mather utilizando uma capacidade de retenção de água de 100 mm (Thornthwaite e Mather, 1955).

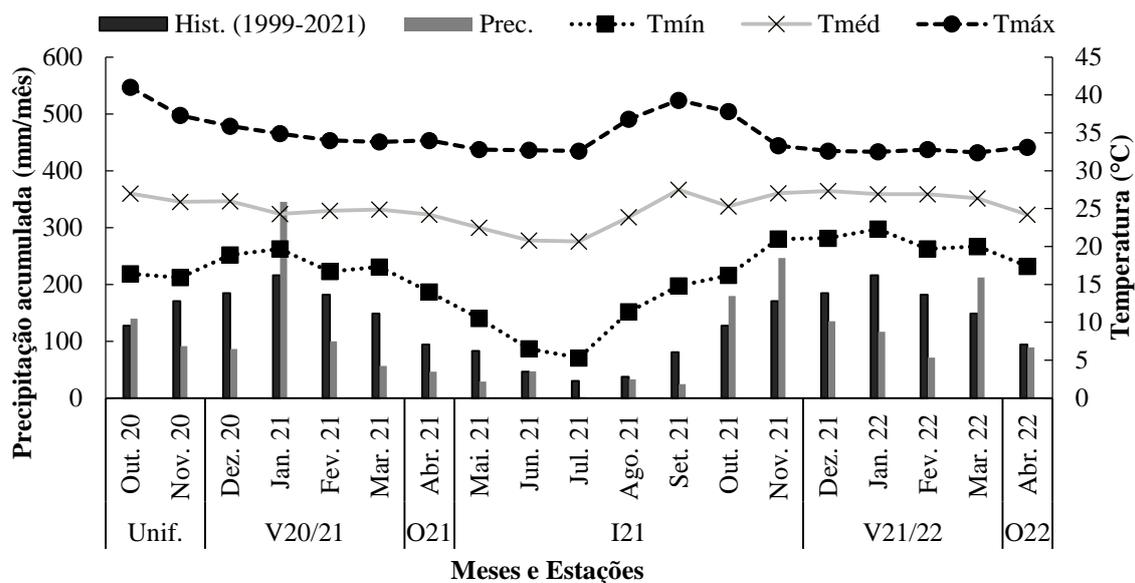


Figura 1. Precipitação mensal e temperaturas mínima, média e máxima durante o período experimental e média histórica de precipitação de 22 anos. Unif.=Uniformização; V20/21=Verão 20/21; O21=Outono 21; I21=Inverno 20/21; V21/22=Verão 20/22; O22=Outono 22.

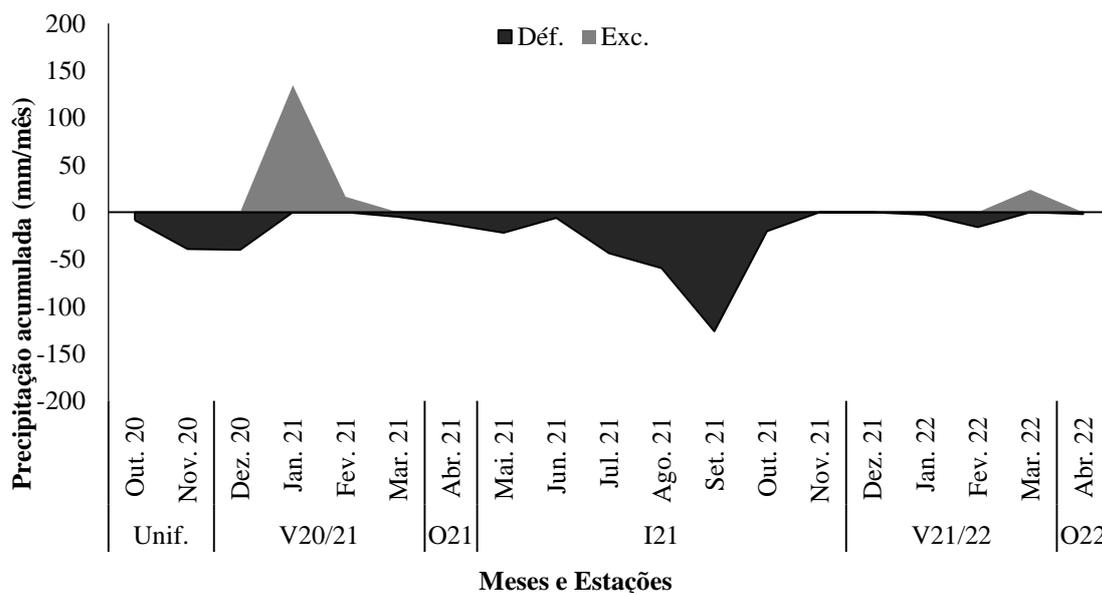


Figura 2. Balanço hídrico mensal do solo da área experimental para uma capacidade de armazenamento de água no solo de 150 mm, no período de outubro de 2020 à abril de 2022. Unif.=Uniformização; V20/21=Verão 20/21; O21=Outono 21; I21=Inverno 20/21; V21/22=Verão 20/22; O22=Outono 22.

Os pastos de capim-quênia foram implantados em março de 2017, e manejados com pastejos pontuais durante os anos de 2018, 2019 e início de 2020. No mês de

setembro de 2020 foi realizado um pastejo inicial, utilizando bovinos da raça Caracu, para a uniformização do dossel em todos os piquetes, dando início ao período experimental.

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Distrófico latossólico (Santos et al., 2018), caracterizado por textura argilosa, pH ácido, baixa saturação por bases e alta concentração de alumínio. Com base na análise química do solo (Tabela 1) os pastos foram adubados em outubro de 2020 e em outubro de 2021 com 60 kg/ha/ano de  $P_2O_5$  e 60 kg/ha/ano de  $K_2O$ .

A área experimental compreendeu 0,72 ha, dividida em quatro blocos e cada bloco subdividido em quatro piquetes de 0,045 ha, formando um total de 16 piquetes. Uma área de 4 ha com pastos de capim-massai foi utilizada para manter os animais quando necessário.

**Tabela 1.** Resultado da análise química da fertilidade do solo antes do início do período experimental

Profundidade (cm)	pH CaC <sub>l2</sub>	P mg/dm <sup>3</sup>	MO %	cmol dm <sup>3</sup>							V%	t	m%
				K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T			
0-10	4,99	6,30	4,02	0,36	2,62	1,91	0,32	5,82	4,89	10,70	45,07	5,21	8,34 13,1
0-20	4,87	5,07	3,63	0,19	2,48	1,73	0,48	5,34	4,75	9,74	44,09	4,88	2
20-40	4,97	4,52	3,91	0,23	2,72	1,83	0,32	5,41	4,77	10,18	46,34	5,09	7,52

MO (matéria orgânica); S (soma de bases); T (CTC potencial); V (saturação por bases); t (CTC efetiva); m% (saturação por Al); MO- Dakota do Sul Modificado; P e K- Mehlich I; Ca e Mg- Mehlich III; Ca e Mg- Mehlich III; Al- KCl; H+Al- SMP

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos corresponderam a quatro doses de nitrogênio (N), 75, 150, 225 e 300 kg de N/ha/ano (N75, N150, N225 e N300). A adubação nitrogenada foi feita durante o período chuvoso de cada ano (entre os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março). A fonte de nitrogênio utilizada foi a ureia e as aplicações foram parceladas conforme a dose, sendo uma aplicação para N75, duas para N150, três para N225 e quatro para N300.

O protocolo experimental de uso dos animais para o pastejo, foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Embrapa Gado de Corte, sob Processo: 003/2018. Foram utilizados como agentes desfolhadores 20 novilhos Caracu, com uma média de 400 kg de peso vivo e 24 meses. A frequência dos pastejos foi definida no momento pré-pastejo em que o dossel interceptou 95% da luz incidente e a intensidade

de pastejo foi fixada em 50% da altura de pré-pastejo. O método de pastejo foi o intermitente de acordo com a metodologia *mob grazing* (Allen et al., 2011).

### *Avaliações*

#### *Interceptação de luz, altura do dossel e intervalo entre pastejos*

O monitoramento da interceptação de luz (IL) foi realizado com o aparelho analisador de dossel (AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Model PAR – 80; DECAGON Devices), em intervalos semanais, passando a ser diário quando se aproximava da meta de pré-pastejo. As mensurações eram feitas em dez pontos aleatórios por piquete, em cada ponto foi realizada uma leitura no nível do solo e uma acima do dossel.

Simultaneamente eram tomadas as medidas da altura do dossel, com auxílio de uma régua, em 20 pontos distribuídos aleatoriamente por piquete, tomando como base para medida, a curvatura média das folhas em torno da régua. Do mesmo modo, foram tomadas as alturas de pós-pastejo no momento da saída dos animais. Os intervalos entre pastejos (IEP) foram calculados pela diferença entre a data de saída dos animais dos piquetes e o dia em que o dossel voltou a interceptar 95% da luz incidente.

#### *Massa de forragem, componentes morfológicos, acúmulo de forragem e valor nutritivo*

A massa de forragem (MF) no pré e no pós-pastejo, foi estimada por meio do corte de três amostras em áreas representativas das alturas médias, delimitadas por um quadro de 1x1 m (1 m<sup>2</sup>). Os cortes foram realizados no nível do solo, utilizando uma roçadeira manual (KA 85R, Stihl). As amostras foram pesadas e divididas em duas subamostras: uma levada a estufa de 65°C até peso constante para estimar a MF, e a outra separada em folha (lâmina foliar, F), colmo (bainha + colmo, C) e material morto (MM), levada a estufa de 55°C até peso constante para estimar a composição morfológica (PF, PC e PM), relação folha:colmo (RFC) e relação verde:morto (RVM). O acúmulo de forragem (AF) foi calculado como a diferença entre a MF no pré-pastejo atual e a MF do pós-pastejo anterior, onde se considerou apenas as frações verdes da planta (F+C).

Após a secagem e pesagem das amostras de folha e colmo, as mesmas foram trituradas em moinhos com peneiras de crivo 1 mm e analisadas por meio de espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS) (Marten et al. 1985), para determinação das concentrações de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), lignina em detergente ácido (LDA) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIGMO).

#### *Análise estatística*

Foi realizado um agrupamento dos dados por estação do ano: verão 20/21 (dezembro de 2020 a março de 2021), outono 21 (abril 2021), inverno 21 (novembro de 2021), verão 21/22 (dezembro de 2021 a março de 2022) e outono 22 (abril 2022). Foram utilizados dados médios de todos os ciclos de pastejo ocorridos em cada estação. O modelo matemático utilizado foi composto pelo efeito aleatório de blocos, e efeitos fixos das doses de N, das estações do ano e de suas interações, as estações do ano foram incluídas como medidas repetidas no tempo. As médias e as interações foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, e ao apresentar diferenças significativas, eram submetidas a análise de regressão.

## Resultados

### Interceptação de luz, altura do dossel e intervalo entre pastejos

A precipitação média do verão 20/21 ficou abaixo da média histórica registrada dos últimos 22 anos (Figura 1), além disso, a distribuição irregular dessas chuvas dificultou o manejo da adubação nitrogenada nos para o tratamento N300. Por isso, a última aplicação de N foi feita no final do verão 20/21 (março de 2021), impossibilitando a coleta dos resultados gerados pelo nitrogênio ainda nessa estação. Os resultados referentes a adubação completa dos pastos adubados com N300, foram coletados a partir do outono 21, quando houve pastejo em todos os piquetes dessa dose de N.

Tabela 2. Médias e desvio padrão para as interceptações de luz de pastos de capim-quênia submetidos a adubação nitrogenada e lotação intermitente.

Estações	Doses de Nitrogênio (kg N/ha/ano)			
	75	150	225	300
Interceptação de luz (%)				
Verão 20/21	95,1 ± 0,5	94,8 ± 0,3	95,3 ± 0,6	95,1 ± 0,3
Outono 21	-	-	-	94,9 ± 0,6
Inverno 21	95,1 ± 0,2	94,6 ± 0,3	95,1 ± 0,2	95,0 ± 0,3
Verão 21/22	95,2 ± 0,3	94,9 ± 0,2	95,2 ± 0,4	95,5 ± 0,4
Outono 22	-	-	94,6 ± 0,7	94,9 ± 0,3

Observou-se uma interação entre as doses de N e estações do ano para o intervalo entre pastejos ( $p < 0,0001$ ) (Tabela 3). Não foi observado efeito das doses de N no verão 20/21, média de 27,2 dias de descanso. No entanto, o IEP reduziu linearmente com o aumento na dose de N, diminuindo em 0,30 dias no inverno 21 e 0,07 dias no verão 21/22 para cada kg de N.

O tempo necessário para que os pastos atingissem a meta de pré-pastejo reduziu em 24% no inverno 21 e em 44% no verão 21/22, quando comparados os pastos adubados com N75 e N300. Os maiores IEP foram observados no inverno para todas as doses de N. Os menores IEP foram observados no verão 20/21 e no verão 21/22 para todas as doses de N (Tabela 3).

Uma interação dose de N x estações do ano foi observada para as alturas de pré ( $p = 0,0038$ ) e pós-pastejo ( $p = 0,0002$ ). Durante o verão 20/21, as alturas não sofreram a influência das doses de N, apresentando valores médios de 57,5 cm no pré-pastejo. Nas demais estações do ano as alturas diminuíram com o aumento das doses de N, com decréscimos de 0,05 cm (pré) no inverno 21, e de 0,06 cm (pré) no verão 21/22. As

maiores alturas de pré -pastejo foram observadas no inverno 21 para todas as doses de N (Tabela 3).

Tabela 3. Intervalo entre pastejos, altura do dossel no pré-pastejo e no pós-pastejo de pastos de capim-quênia submetidos a adubação nitrogenada e avaliados durante as estações do ano, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Estações	Doses de Nitrogênio (kg N/ha/ano)				EPM	Plin	Pquad	Equação	R <sup>2</sup>
	75	150	225	300					
	Intervalo entre pastejos (dias)								
Verão 20/21	34 b	24 b	26 c	25 c	2,1	ns	ns	Y= 27,2	-
Outono 21	-	-	-	30 b	2,2	ns	ns	-	-
Inverno 21	297 a	252 a	241 a	225 a	3,0	<0,001	ns	Y=310,6-0,30x	0,90
Verão 21/22	41 b	30 b	26 c	23 c	2,2	<0,001	ns	Y=44,2-0,07x	0,91
Outono 22	-	-	39 b	30 b	2,5	ns	ns	-	-
	Altura pré-pastejo (cm)								
Verão 20/21	59,6 c	56,7 c	56,6 c	57,2 ab	1,37	ns	ns	Y=57,5	-
Outono 21	-	-	-	54,3 b	2,73	ns	ns	-	-
Inverno 21	80,9 a	71,4	68,3 a	61,3 a	1,93	<0,001	ns	Y=71,5-0,05x	0,95
Verão 21/22	72,7 b	65,1 b	62,6 b	59,3 ab	1,41	<0,001	ns	Y=75,6-0,06x	0,94
Outono 22	-	-	59,9 ab	55,9 ab	2,23	ns	ns	-	-
	Altura pós-pastejo (cm)								
Verão 20/21	29,5 c	28,5 c	27,7 c	28,8 ab	0,84	ns	ns	Y=28,6	-
Outono 21	-	-	-	26 b	1,68	ns	ns	-	-
Inverno 21	41,9 a	35,9 a	33,8 a	30,1 a	1,19	<0,001	ns	Y=44,8-0,05x	0,96
Verão 21/22	35,7 b	32,2 b	31,5 ab	29,7 a	0,87	<0,001	ns	Y=36,9-0,02x	0,92
Outono 22	-	-	30,2 bc	27,5 ab	1,36	ns	ns	-	-

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não foram significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância ( $p < 0,05$ ). EPM= erro padrão da média; R<sup>2</sup>= coeficiente de determinação; ns= não significativo.

#### *Massa de forragem, componentes morfológicos, acúmulo de forragem e valor nutritivo*

Houve interação dose de N x estação para a PF<sub>pré</sub> ( $p=0,0180$ ), PM<sub>pré</sub> ( $p < 0,0001$ ), RVM<sub>pré</sub> ( $p=0,0044$ ), PF<sub>pós</sub> ( $p < 0,0001$ ) e RFC<sub>pós</sub> ( $p=0,0001$ ) (Tabela 4).

No verão 20/21 a PF<sub>pré</sub> respondeu linearmente ao aumento das doses de N, com acréscimos de 0,03% de folha para cada kg de N aplicado, com uma diferença de 18,6% de folhas a mais nos pastos adubados com a dose N300, quando comparado com os pastos adubados com a dose N75. No inverno 21 foi observado um comportamento inverso, onde houve um decréscimo de 0,04% na PF<sub>pré</sub> para cada kg de N, totalizando uma redução na PF<sub>pré</sub> de 17,4% entre os pastos adubados com a dose N75 e a dose N300 (Tabela 4).

Tabela 4. Porcentagem de folha no pré e pós-pastejo, porcentagem de material morto no pré-pastejo, relação verde:morto no pré-pastejo e relação folha:colmo no pós-pastejo de pastos de capim-quênia submetidos a adubação nitrogenada e avaliados durante as estações do ano, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Estações	Doses de Nitrogênio (Kg N/ha/ano)				EPM	Plin	Pquad	Equação	R <sup>2</sup>
	75	150	225	300					
Porcentagem de folha pré-pastejo (%)									
Verão 20/21	43 a	48 a	48 a	51 a	2,1	0,009	ns	Y=41,02+0,03x	0,92
Outono 21	-	-	-	39 b	4,2	ns	ns	-	-
Inverno 21	46 a	47 a	40 ab	38 b	3,0	0,044	ns	Y=49,89-0,04x	0,77
Verão 21/22	40 a	44 a	45 ab	46 ab	2,1	0,053	0,038	Y=43,7	-
Outono 22	-	-	37 b	41 b	3,4	ns	ns	-	-
Porcentagem de material morto pré-pastejo (%)									
Verão 20/21	26,1 a	22,6 b	20,8 bc	13,6 c	2,1	0,001	ns	Y=30,57-0,05x	0,93
Outono 21	-	-	-	21,1 bc	4,3	ns	ns	-	-
Inverno 21	23,3 a	28,9 a	34,1 a	36,3 a	3,0	0,013	ns	Y=21,64+0,05x	0,98
Verão 21/22	25,6 a	19,3 b	16,7 c	18,4 bc	2,2	0,028	ns	Y=26,06-0,03x	0,64
Outono 22	-	-	25,2 b	23,8 b	3,5	ns	ns	-	-
Relação verde:morto pré-pastejo									
Verão 20/21	3,1 a	3,5 a	4,4 a	6,7 a	0,6	<0,001	ns	Y=1,49+0,02x	0,88
Outono 21	-	-	-	5,9 a	1,1	ns	ns	-	-
Inverno 21	3,1 a	2,5 a	2,0 b	1,8 b	0,8	ns	ns	Y=2,35	-
Verão 21/22	3,0 a	4,3 a	5,2 a	4,8 a	0,6	0,021	ns	Y=2,71+0,01x	0,74
Outono 22	-	-	3,1 ab	4,1 ab	0,9	ns	ns	-	-
Porcentagem de folha pós-pastejo (%)									
Verão 20/21	22,3 a	23,8 a	18,2 a	20,8 a	1,9	ns	ns	Y=21,2	-
Outono 21	-	-	-	15,6 a	3,8	ns	ns	-	-
Inverno 21	14,8 b	14,7 b	16,6 a	15,3 a	2,7	ns	ns	Y=15,3	-
Verão 21/22	8,41 c	10,7 b	18,9 a	17,1 a	1,9	0,002	ns	Y=5,25+0,04x	0,77
Outono 22	-	-	10,3 b	15,5 a	3,1	ns	ns	-	-
Relação folha:colmo pós-pastejo									
Verão 20/21	0,65 a	0,69 a	0,51 a	0,55 ab	0,06	ns	ns	Y=0,59	-
Outono 21				0,31 b	0,11	ns	ns	-	-
Inverno 21	0,43 b	0,43 b	0,54 a	0,53 a	0,08	ns	ns	Y=0,48	-
Verão 21/22	0,17 c	0,22 c	0,42 ab	0,35 ab	0,06	0,01	ns	Y=0,11+0,0009x	0,69
Outono 22			0,23 b	0,35 ab	0,09	ns	ns	-	-

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não foram significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância ( $p < 0,05$ ). EPM= erro padrão da média; R<sup>2</sup>= coeficiente de determinação; ns= não significativo.

O PM<sub>pré</sub> diminuiu com o aumento da dose de N, chegando a decréscimos de 0,05% no verão 20/21 e de 0,03% no verão 21/22 para cada kg de N aplicado. A PM<sub>pré</sub> no verão 20/21 chegou a ser até 48% menor nos pastos adubados com a dose N300 em comparação com os pastos adubados com a dose N75 e no verão 21/22, essa redução foi de 28,1%.

No inverno 21, os dados se ajustaram ao modelo de regressão linear crescente, com acréscimos de 0,05% para cada kg de N aplicado, aumentos de 55,8% na  $PM_{pré}$  foram observados entre os pastos adubados com as doses N75 e N300 (Tabela 4).

Na interação da  $RVM_{pré}$ , os dados se ajustaram ao modelo de regressão linear. Durante o verão 20/21, os incrementos foram de 0,02 para cada kg de N aplicado e chegaram à diferença de 116% entre os pastos adubados com as doses N75 e a N300. Durante o inverno 21 foi observada a média de 2,35 para a  $RVM_{pré}$ . No verão 21/22, incrementos de 0,01 foram observados para cada kg de N aplicado, uma diferença de 60% entre os pastos adubados com as doses N75 e N300 (Tabela 4).

Nos componentes dos pastos no pós-pastejo a  $PF_{pós}$  apresentou médias de 21,2% no verão 20/21 e 15,3% no inverno 21. No verão 21/22 os valores foram crescentes, os incrementos foram de 0,04 por kg de N, a diferença entre os pastos adubados com N75 e N300 chegaram a 103,3%. A menor  $PF_{pós}$  foi observada nos pastos adubados com N75 durante o inverno 21. A  $PF$  nos pastos adubados com N300 foi maior no verão 20/21 e verão 21/22, e menor nas demais estações do ano (Tabela 4).

A interação dose de N x estação do ano modificou a  $RFC_{pós}$ . Valores médios de 0,59 e 0,48 foram observados para as doses de N no verão 20/21 e no inverno 21, respectivamente. No verão 21/22 foi observado um ajuste dos dados ao modelo linear de regressão, com acréscimos de 0,0009 para cada kg de N, 105% maior nos pastos adubados com N300 em comparação com pastos adubados com N75. Os menores valores da  $RFC_{pós}$  foram observados nos pastos adubados com as doses N75 e N150 durante o verão 21/22 (Tabela 4).

Não houve interação dose de N x estação para a  $PC_{pré}$  ( $p=0,8896$ ),  $RFC_{pré}$  ( $p=0,8832$ ),  $PC_{pós}$  ( $p=0,7457$ ),  $PM_{pós}$  ( $p=0,6533$ ) e  $RVM_{pós}$  ( $p=0,4171$ ) (Tabela 5). No entanto, as doses de N ( $p=0,0095$ ) influenciaram a  $PC_{pré}$ , onde os dados se ajustaram ao modelo linear de regressão, houve aumento de 0,02% para cada kg de N aplicado. Os incrementos nas médias chegaram a 9,5% entre as doses N75 e N300. As demais variáveis  $RFC_{pré}$  ( $p=0,2500$ ), a  $PC_{pós}$  ( $p=0,7586$ ), a  $PM_{pós}$  ( $p=0,6367$ ) e a  $RVM_{pós}$  ( $p=0,1481$ ), não foram afetadas pelas doses de N e apresentaram médias de 1,41, 40,4%, 41,7% e 1,52, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Porcentagem de colmo no pré e no pós-pastejo, porcentagem de material morto no pós-pastejo e relação verde:morto no pós-pastejo de pastos de capim-quênia

submetidos a adubação nitrogenada e avaliados durante as estações do ano, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Variável	Doses de Nitrogênio (kg N/ha/ano)				EPM	Plin	Pquad	Equação	R <sup>2</sup>
	75	150	225	300					
	PC <sub>pré</sub>	31,5	30,9	33,9					
RFC <sub>pré</sub>	1,4	1,6	1,4	1,3	0,04	ns	ns	Y=1,41	-
PC <sub>pós</sub>	39,6	40,4	39,4	42,3	0,71	ns	ns	Y=40,4	-
PM <sub>pós</sub>	44,8	42	41,6	38,4	1,37	0,015	ns	Y=41,7	-
RVM <sub>pós</sub>	1,3	1,5	1,5	1,7	0,11	0,034	ns	Y=1,52	-

Variável	Estações					
	Verão 20/21	Outono 21	Inverno 21	Verão 21/22	Outono 22	EPM
PC <sub>pré</sub>	31,8 bc	39,8 a	25,9 c	36,5 ab	36,4 ab	1,74
RFC <sub>pré</sub>	1,54 ab	0,97 c	1,68 a	1,26 abc	1,08 bc	0,12
PC <sub>pós</sub>	37,0 bc	49,9 a	32,7 c	48,5 a	44,0 ab	2,59
PM <sub>pós</sub>	41,9 ab	34,4 b	51,9 a	35,8 b	43,0 ab	2,97
RVM <sub>pós</sub>	1,50 ab	1,99 a	0,96 b	1,88 a	1,40 ab	0,20

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não foram significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância ( $p < 0,05$ ). PC<sub>pré</sub>= porcentagem de colmo no pré-pastejo; PC<sub>pós</sub>= porcentagem de colmo no pós-pastejo; PM<sub>pós</sub>= porcentagem de material morto no pós-pastejo; RVM<sub>pós</sub>= relação verde:morto no pós-pastejo. EPM= erro padrão da média; R<sup>2</sup>= coeficiente de determinação; ns= não significativo.

O efeito das estações do ano foi observado para a PC<sub>pré</sub> ( $p < 0,0001$ ), a maior média foi de 39,8% no outono 21, seguida de 36,5% no verão 21/22, 36,4% no outono 22, 31,8% no verão 20/21 e 25,9% no inverno 21 (Tabela 5). Houve influência das estações do ano para a RFC<sub>pré</sub> ( $p < 0,0001$ ), com o maior valor observado no inverno 21, valores intermediários no verão 20/21, verão 21/22, outono 22, e com o menor valor registrado no outono 21 (Tabela 5).

A PC<sub>pós</sub> também foi influenciada pelas estações do ano ( $p < 0,0001$ ), com as maiores médias observadas no outono 21 e no verão 21/22, valores intermediários no verão 20/21 e no outono 22, e com os menores valores no inverno 21 (Tabela 5). Ainda foi observado efeito da estação do ano para a PM<sub>pós</sub> ( $p < 0,0001$ ) com a maior média registrada no inverno 21 e as menores no outono 21 e no verão 21/22. As estações influenciaram a RVM<sub>pós</sub> ( $p < 0,0001$ ), onde as maiores médias foram observadas no outono 21 e no verão 21/22, e a menor média foi observada no inverno 21 (Tabela 5).

Não foi observada interação dose x estação do ano para a MF<sub>pré</sub> ( $p = 0,5554$ ), MF<sub>pós</sub> ( $p = 0,0784$ ), AF ( $p = 0,5421$ ). No entanto, foram observados os efeitos das doses de N e das estações do ano (Figuras 3 e 4).

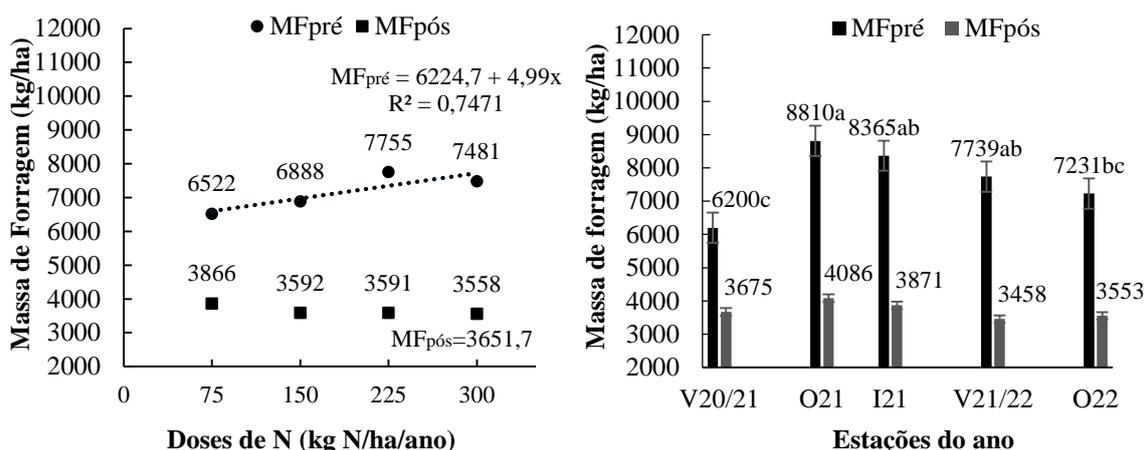


Figura 3. Massa de forragem no pré ( $MF_{pré}$ ) e no pós-pastejo ( $MF_{pós}$ ) de pastos de capim-quênia submetidos a adubação nitrogenada (a), e avaliados durante as estações do ano (b), em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Médias seguidas pela mesma letra não foram significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância ( $p < 0,05$ ). V20/21=Verão 20/21; O21=Outono 21; I21=Inverno 20/21; V21/22=Verão 20/22; O22=Outono 22.

A  $MF_{pré}$  foi afetada pelas doses de N ( $p=0,0052$ ). Foram observados aumentos de 4,99 kg/ha de MS para cada kg de N aplicado, os maiores incrementos foram observados nos pastos adubados com as doses N225 (31,2%) e N300 (27,6%) quando comparados com N75 (Figura 3a). As estações do ano influenciaram a  $MF_{pré}$  ( $p < 0,0001$ ). Os menores valores foram observados no verão 20/21 e no outono 22, valores intermediários no inverno 21 e no verão 21/22, e o maior valor observado no outono 21, média referente aos pastos adubados com N300 (Figura 3b).

Não houve efeito das doses de N ( $p=0,6367$ ) nem das estações do ano ( $p=0,0766$ ), para a  $MF_{pós}$ , com média de 3619,1 kg/ha de MS (Figuras 3a e 3b).

Foi observado o efeito das doses de N ( $p=0,0214$ ) e das estações do ano ( $p < 0,0001$ ) sobre o AF dos pastos de capim-quênia. Os dados se ajustaram ao modelo linear de regressão, com aumentos de 4,19 kg/ha de MS para cada kg de N e uma diferença de 27,6% no AF entre os pastos adubados com N75 e N300 (Figura 4a). Durante as estações do ano foi observado o maior AF no outono 21 (pastos adubados com N300), valores intermediários no inverno 21 e no verão 21/22, e com o menor AF no verão 20/21 e no outono 22 (Figura 4b).

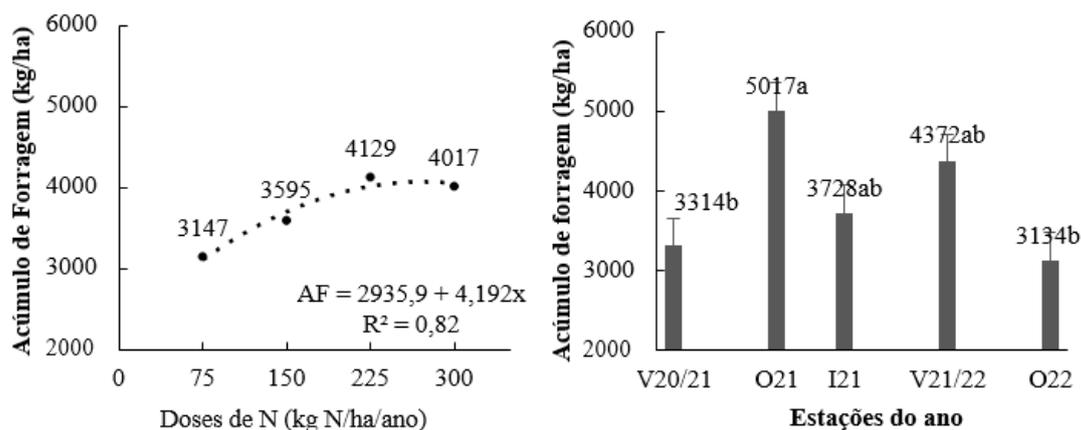


Figura 4. Acúmulo de forragem de pastos de capim-quênia submetidos a adubação nitrogenada (a) e avaliados durante as estações do ano (b), em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Médias seguidas pela mesma letra não foram significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância ( $p < 0,05$ ). V20/21=Verão 20/21; O21=Outono 21; I21=Inverno 20/21; V21/22=Verão 20/22; O22=Outono 22.

Interações dose de N x estação do ano foram observadas para concentração de  $PB_F$  ( $p < 0,0001$ ),  $FDN_F$  ( $p < 0,0001$ ) e  $LDA_F$  ( $p = 0,0023$ ) no pré-pastejo (Tabela 6). As concentrações de  $PB_F$  durante o verão 20/21, inverno 21 e verão 21/22 se ajustaram ao modelo linear de regressão, com incrementos de 0,008%, 0,031% e 0,023%, respectivamente, para cada kg de N. As maiores diferenças foram observadas durante inverno 21, quando a  $PB_F$  dos pastos adubados com N300 foi 123% maior do que nos pastos adubados com N75. Entre as estações do ano, as maiores concentrações de  $PB_F$  foram observadas nos pastos de capim-quênia adubados com as doses N75, N150 e N225 durante o verão 20/21, as doses N150 e N225 durante o verão 21/22, e a dose N225 no outono 22 (Tabela 6).

Para a  $FDN_F$  não foi observada diferença entre as doses de N durante o verão 20/21, no entanto, no inverno 21 os dados se ajustaram ao modelo linear de regressão, com redução de 0,04% para cada kg de N, e diminuição de 10% da  $FDN_F$  de pastos adubados com N300 em comparação com os adubados com N75. No verão 21/22, os dados se ajustaram ao modelo quadrático de regressão, com ponto de mínimo de 72,7% de  $FDN_F$  na dose estimada de 261,7 kg N/ha/ano. As menores concentrações de  $FDN_F$  foram observados nos pastos adubados com a dose N150 no verão 20/21, e valores intermediários nas doses N75 no verão 20/21, N300 no inverno 21, N150 no verão 21/22 e N225 no outono 22. Não houve efeito das doses de N no verão 20/21, com média de

72,7%. Nas demais estações houve uma diminuição na concentração de  $FDN_F$  para cada quilo de N aplicado. (Tabela 6).

Tabela 6. Valor nutritivo da folha de pastos de capim-quênia submetidos a adubação nitrogenada e avaliados durante as estações do ano, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Estações	Doses de Nitrogênio (kg N/ha/ano)				EPM	Plin	Pquad	Equação	R <sup>2</sup>
	75	150	225	300					
	Proteína Bruta (%)								
Verão 20/21	12,2 a	12,8 a	13,1 a	14,2 ab	0,44	0,002	ns	Y=11,5+0,008x	0,95
Outono 21	-	-	-	15,3 a	0,87	ns	ns	-	-
Inverno 21	5,7 c	7,0 b	9,0 b	12,7 b	0,62	<0,001	ns	Y=2,8+0,031x	0,95
Verão 21/22	9,3 b	11,9 a	13,3 a	14,7 ab	0,45	<0,001	ns	Y=7,8+0,023x	0,97
Outono 22	-	-	12,9 a	14,8 ab	0,71	ns	ns	-	-
Fibra em detergente neutro (%)									
Verão 20/21	73,7 b	72,4 c	73,2 a	71,8 a	0,98	ns	ns	Y=72,7	-
Outono 21	-	-	-	73,5 a	1,67	ns	ns	-	-
Inverno 21	78 a	77,9 a	74,2 a	68,8 b	1,18	<0,001	0,046	Y=82,5-0,04x	0,87
Verão 21/22	78,9 a	74,3 b	73,4 a	72,8 a	0,99	<0,001	0,047	Y=84,5-0,09x+0,001x <sup>2</sup>	0,97
Outono 22	-	-	70,5 b	72,5 a	1,36	ns	ns	-	-
Lignina (%)									
Verão 20/21	4,0 a	4,7 a	3,8 a	3,5 a	0,13	ns	ns	Y=4,00	-
Outono 21	-	-	-	3,1 b	0,26	ns	ns	-	-
Inverno 21	4,1 a	3,6 a	3,4 a	2,6 b	0,18	<0,001	ns	Y=4,5-0,006x	0,93
Verão 21/22	4,0 a	3,8 a	3,7 a	3,6 a	0,13	0,031	ns	Y=4,0-0,002x	0,99
Outono 22	-	-	3,6 a	3,6 a	0,21	ns	ns	-	-

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não foram significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância ( $p < 0,05$ ). EPM= erro padrão da média; R<sup>2</sup>= coeficiente de determinação; ns= não significativo.

A  $LDA_F$  não foi afetada pelas doses de N no verão 20/21, apresentando valor médio de 4%. No inverno 21 o aumento da dose de N causou uma redução nos teores de  $LDA_F$ , os dados se ajustaram a uma equação de regressão linear com redução de 0,006% para cada kg de N, uma diminuição de 36,6% entre os pastos adubados com N75 e N300. O mesmo comportamento foi observado no verão 21/22, onde as reduções chegaram a 0,002% para cada kg de N, totalizando uma diminuição de 10% na  $LDA_F$  entre os pastos adubados com N75 e N300. As concentrações de  $LDA_F$  foram semelhantes entre as estações do ano para os pastos adubados com as doses N75, N150 e N225. Diferenças foram observadas nos pastos adubados com a dose N300, que apresentou as menores concentrações de  $LIG_F$  no outono 21 e no inverno 21 (Tabela 6).

Não houve interação dose de N x estação do ano para a  $DIGMO_F$  ( $p=0,3658$ ) (Tabela 7). No entanto, foram observados efeitos isolados das doses de N ( $p=0,0060$ ) e

das estações do ano ( $p=0,0024$ ) para a  $DIGMO_F$  (Figura 5). Os dados se ajustaram a uma regressão linear com incrementos de 0,03% na  $DIGMO_F$  para cada kg de N, diferença de 12% entre os pastos adubados com N75 e N300 (Figura 5a). Entre as estações do ano, a maior  $DIGMO_F$  foi observada no outono 21 (valor referente aos pastos adubados com N300), seguida de valores intermediários no verão 20/21 e verão 21/22 e com a menor  $DIGMO_F$  no inverno 21 e no outono 22 (Figura 5b).

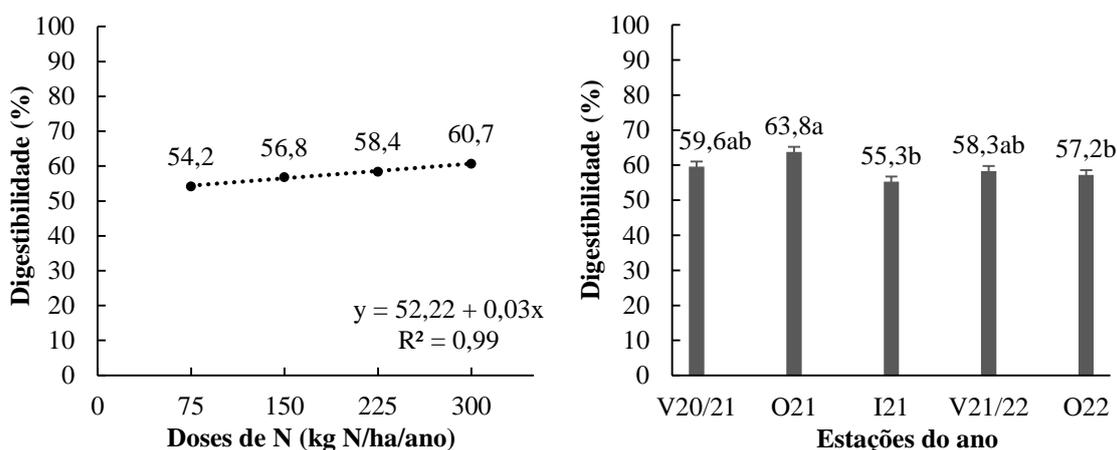


Figura 5. Digestibilidade da matéria orgânica da folha ( $DIGMO_F$ ) de pastos de capim-quênia submetidos a adubação nitrogenada (a) e avaliados durante as estações do ano (b), em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Médias seguidas pela mesma letra não foram significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância ( $p<0,05$ ).

Para o valor nutritivo do colmo dos pastos de capim-quênia, foram observadas interações dose de N x estação do ano para a  $PB_C$  ( $p=0,0032$ ),  $FDN_C$  ( $p<0,0001$ ),  $LDA_C$  ( $p<0,0001$ ) e  $DIGMO_C$  ( $p<0,0001$ ) no pré-pastejo (Tabela 7).

A  $PB_C$  durante o verão 20/21, foi semelhante entre as doses de N, com média de 6,4%. Nas demais estações do ano, os dados se ajustaram ao modelo linear de regressão, com incrementos de 0,015% no inverno 21, 0,014% no verão 21/22 e 0,025% no outono 22, para cada kg de N, esses aumentos na  $PB_C$  corresponderam a 103% no inverno 21 e 77% no verão 21/22 quando comparados os pastos adubados com as doses N75 e N300. No outono 22 a diferença em  $PB_C$  foi de 40,4% entre os pastos adubados com N225 e N300. As menores concentrações de  $PB_C$  foram observadas no verão 20/21, no inverno 21 para todas as doses de N, sendo menor também no verão 21/22 para a dose N75 e no outono para as doses N225 e N300 (Tabela 7).

Tabela 7. Valor nutritivo do colmo de pastos de capim-quênia submetidos a adubação nitrogenada e avaliados durante as estações do ano, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Estações	Doses de Nitrogênio (kg N/ha/ano)				EPM	Plin	Pquad	Equação	R <sup>2</sup>
	75	150	225	300					
	Proteína Bruta (%)								
Verão 20/21	6,1 a	6,2 a	6,7 a	6,5 b	0,28	ns	ns	Y=6,4	-
Outono 21	-	-	-	8,5 a	0,57	ns	ns	-	-
Inverno 21	3,4 b	3,9 b	5,1 b	6,9 b	0,4	<0,001	ns	Y=1,89+0,01x	0,94
Verão 21/22	4,4 b	6,2 a	6,8 a	7,8 ab	0,3	<0,001	ns	Y=3,63+0,01x	0,95
Outono 22	-	-	4,7 b	6,6 b	0,46	0,008	ns	Y=-0,95+0,02x	0,99
	Fibra em detergente neutro (%)								
Verão 20/21	75,3 b	75,2 b	75,7 b	74,5 bc	0,67	ns	ns	Y=75,1	-
Outono 21	-	-	-	75,1 ab	1,33	ns	ns	-	-
Inverno 21	77,9 a	77,0 a	74,5 b	72,3 c	0,94	<0,001	ns	Y=80,24-0,03x	0,97
Verão 21/22	79,4 a	77,3 a	76,5 ab	75,6 ab	0,68	0,001	ns	Y=80,31-0,02x	0,95
Outono 22	-	-	78,1 a	77,5 a	1,09	ns	ns	-	-
	Lignina (%)								
Verão 20/21	4,6 b	4,8 a	4,7 b	4,5 a	0,14	ns	ns	Y=4,6	-
Outono 21	-	-	-	4,1 b	0,27	ns	ns	-	-
Inverno 21	5,0 a	4,8 a	4,3 c	3,6 c	0,19	<0,001	ns	Y=5,61-0,006x	0,95
Verão 21/22	4,7 b	4,9 a	5 ab	4,8 a	0,14	ns	ns	Y=4,8	-
Outono 22	-	-	5,2 a	4,8 a	0,22	ns	ns	-	-
	Digestibilidade da matéria orgânica (%)								
Verão 20/21	52,2 a	53,0 a	53,7 a	54,7 ab	1,04	ns	ns	Y=53,4	-
Outono 21	-	-	-	57,4 a	2,07	ns	ns	-	-
Inverno 21	47,2 b	49,3 b	52,7 a	58,3 a	1,46	<0,001	ns	Y=42,68+0,05x	0,95
Verão 21/22	50,0 ab	51,4 ab	51,9 a	52,4 bc	1,06	ns	ns	Y=51,4	-
Outono 22	-	-	47,8 b	49,1 c	1,69	ns	ns	-	-

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não foram significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância ( $p < 0,05$ ). EPM= erro padrão da média; R<sup>2</sup>= coeficiente de determinação; ns= não significativo.

Não foi observado o efeito do N no verão 20/21 para a FDN<sub>C</sub>. O N afetou o FDN<sub>C</sub> no inverno 21 e no verão 21/22, promovendo reduções de 0,03% e 0,02%, respectivamente, para cada kg de N. As maiores concentrações de FDN<sub>C</sub> foram observadas durante o inverno 21 e o verão 21/22 nos pastos adubados com N75 e N150, e no outono 22 para os pastos adubados com N225 e N300. No inverno 21 foi identificado o menor FDN<sub>C</sub> nos pastos adubados com N300 (Tabela 7).

As concentrações de LDA<sub>C</sub> não foram afetadas pelo N no verão 20/21, a média foi de 4,6%. O mesmo comportamento foi observado no verão 21/22, onde a concentração média de LDA<sub>C</sub> foi de 4,8%. No inverno 21, os dados se ajustaram ao modelo linear de regressão, com reduções de 0,006% para cada kg de N, uma diminuição de 28% na LDA<sub>C</sub> entre os pastos adubados com N75 e N300. As maiores concentrações de LDA<sub>C</sub> foram

observadas nos pastos adubados com N75 no inverno 21, com N150 no verão 20/21, inverno 21 e verão 21/22, com N225 no outono 22 e com N300 no verão 20/21, verão 21/22 e no outono 22 (Tabela 7).

As doses de N não afetaram a DIGMO<sub>C</sub> durante o verão 20/21 e o verão 21/22, foram observadas médias de 53,4% e 51,4%, respectivamente. O efeito do N foi observado no inverno 21, onde os dados se ajustaram ao modelo linear de regressão, com incrementos de 0,05% na DIGMO<sub>C</sub> para cada kg de N, uma diferença de 23,5% entre os pastos adubados com N75 e N300. As maiores DIGMO<sub>C</sub> foram observadas nos pastos adubados com N75 e N150 no verão 20/21, com N225 no verão 20/21, inverno 21 e verão 21/22, e com N300 no outono 21 e inverno 21 (Tabela 7).

## *Discussão*

### *Efeito do nitrogênio*

O uso da adubação nitrogenada na época correta do ano (verão), pode antecipar o momento da entrada dos animais no pasto, encurtando os períodos de descanso da pastagem, principalmente em clima tropical (Cunha et al., 2022). Neste estudo, o aumento das doses de N causou reduções no IEP (Tabela 3), o que aumentou a frequência de pastejos e conseqüentemente o número de ciclos de pastejo (médias gerais de 4 [N75], 7,8 [N150], 9 [N225] e 11 [N300]). Isso se deve ao efeito do N sobre o fluxo de tecidos na planta (Braz et al., 2011) o que altera a velocidade de recuperação do aparato fotossintético (Cunha et al., 2022) e diminui o tempo necessário para que a meta de manejo seja alcançada (95% de IL) (Freitas et al., 2012). Ao avaliar as respostas do capim-tanzânia (*Panicum maximum*) a doses de N, Roma et al. (2012) obtiveram resultados semelhantes ao deste estudo, onde o N causou diminuições no IEP (41, 35, 27 e 27 dias para as doses 0, 100, 200 e 300 kg N/ha, respectivamente).

A redução do IEP e o aumento no número de ciclos no período de maior produção forrageira, associado com a rápida recuperação observada após o período seco (inverno 21), possibilitou a entrada antecipada dos animais nos piquetes. Assim, o aumento nas doses de N possibilitou o maior uso dos pastos durante o ano. Os pastos adubados com N300 chegaram a ser usados por 72 dias a mais que N75, 27 dias a mais que N150 e 16 dias a mais do que N225. Bergoli et al. (2019) também verificaram aumentos no período de uso do capim-papuã (*Urochloa plantaginea* (Link) Hitch) quando adubado com doses de N (0, 150 e 300 kg N/ha).

A altura do dossel foi correlacionada com a IL em diversos estudos (Carnevali et al., 2006; Barbosa et al., 2007; Alviarez et al., 2020; Macedo et al., 2021). Nesse estudo os pastos foram igualmente manejados (95% de IL e resíduo de 50% da altura de entrada), no entanto, verificamos que à medida em que se aumentou a dose de N, os pastos de capim-quênia alcançaram a meta de 95% de IL em alturas diferentes (Tabela 3) e essa alteração pode estar associada às mudanças causadas pelo N na composição morfológica do dossel (Tabelas 4 e 5).

Neste estudo, observou-se que, tendo como base a recomendação média de adubação nitrogenada para a espécie *Panicum maximum* em sistemas de produção com médio nível tecnológico (N150) (Gomide et al., 2016), altura média de pré-pastejo correspondente ao nível de 95% de IL foi de 65 cm (Tabela 3), valor aproximado ao encontrado por Jank et al. (2017) (altura de 70 cm na IL de 95%). Os resultados indicam uma possível flexibilização da altura de pré-pastejo para o capim-quênia a fim de maximizar a capacidade produtiva da pastagem.

O efeito positivo do N sobre as mudanças na composição morfológica do dossel pode ser observado com o aumento da RVM no pré-pastejo, que apresentou como principal fator a diminuição da %MM à medida em que se aumentou a dose de N (Tabela 4), mesmo sendo esse um nutriente apontado como acelerador dos processos de senescência dos tecidos das plantas (Costa et al., 2013). A maior frequência de pastejo pode ter influenciado a população de perfilhos jovens no dossel, que ao serem manejados corretamente (95% de IL), puderam ser pastejados antes alcançar altas taxas de senescência.

A menor PF no pós-pastejo dos pastos adubados com a dose N75 está relacionada a uma menor área foliar remanescente. Mesmo usando a mesma intensidade de pastejo em todas as doses de N, a maior altura do dossel observada para essa dose (Tabela 3), pode ter alterado a proporção de remoção da área foliar durante o pastejo (Gastal e Lemaire, 2015). Essa menor área foliar exige da planta uma maior mobilização das reservas de carbono e nitrogênio para recompor rapidamente a área foliar perdida, no entanto, o baixo nível de captação de luz pelas folhas remanescentes pode dificultar essa mobilização do carbono e pode afetar a capacidade de absorção de N pela planta (Lemaire 2001). Assim, a menor captação de luz associada com a baixa disponibilidade de N (N75), pode ter alterado a velocidade de recomposição da área foliar, o que resultou em maiores IEP dos pastos adubados com a dose N75 (Tabela 3).

A massa de forragem no pré-pastejo foi maior à medida em que se aumentou a dose de N, no entanto a MF no pós-pastejo não diferiu entre as doses de N (altura-meta de resíduo foi 50% da altura pré-pastejo para todas as doses). A constante  $MF_{pós}$  (Figura 3a) pode ser explicada pelo fato de que não houveram alterações  $PC_{pós}$  entre as doses de N, pois, independente da espécie e da altura de pré-pastejo, aproximadamente 90% da massa de colmo se encontrava no estrato inferior do dossel (Zanine et al., 2013). Com base nisso, podemos inferir que as diferenças na  $MF_{pré}$  (Figura 3a) podem estar relacionadas com o aumento da  $PF_{pré}$  (Tabela 4).

Mesmo com os aumentos na MF, um efeito quadrático foi observado para o acúmulo de forragem com declínios a partir da dose de 271,7 kg de N/ha/ano (Figura 4a). Esse efeito está relacionado com a diminuição da eficiência do N uma vez que o AF aumentou em 448 kg/ha de MS da dose N75 para N150, aumentou 534 kg/ha de MS da dose N150 para N225 e diminuiu 112 kg/ha de MS da dose de N225 para N300 (Figura 4a).

Além de melhorar a estrutura dos pastos, o aumento nas doses N associado ao manejo da pastagem com 95% de IL, promoveu o aumento do valor nutritivo da forragem, com elevação da concentração de PB e da DIGMO e redução da FDN e LDA da folha e do colmo desses pastos no inverno 21, verão 21/22 e outono 22. Melhoras no valor nutritivo com o aumento da adubação nitrogenada, foi observada em outros estudos com plantas forrageiras tropicais (Freitas et al., 2012; Campos et al., 2016). Aumentos na PB da forragem se deve a uma presença maior de aminoácidos livres, que retêm o N na estrutura celular, e de pequenos peptídeos presentes no tecido vegetal em razão do aporte de N no solo (Cunha et al., 2022). O aumento do valor nutritivo das pastagens é desejado em sistemas de pastejo, pois podem garantir alto desempenho animal (Da Silva et al., 2015).

#### *Efeitos sazonais*

As estações do ano afetaram o crescimento e desenvolvimento dos pastos de capim-quênia. A sazonalidade verificada durante esse estudo foi semelhante a encontrada em outros estudos com plantas forrageiras no Cerrado brasileiro (Euclides et al., 2022; Camargo et al. 2022), onde as taxas de acúmulo de forragem foram maiores no verão (médias de 125,9 e 156,1 kg/ha/dia de MS no verão 20/21 e no verão 21/22, respectivamente), intermediárias no outono (médias de 172,2 e de 91,8 no outono 21 e no outono 22, respectivamente) e menores no inverno (média de 15 kg/ha/dia de MS). Esse

padrão sazonal de modificações no acúmulo de forragem é típico das plantas forrageiras tropicais (Sbrissia et al., 2020), e ocorre devido as diferentes condições de distribuição das chuvas (Figura 1 e 2), variação da temperatura (Figura 1) e do fotoperíodo nas regiões tropicais.

O maior IEP do inverno 21 (Tabela 3), foi resultado das reduções no regime pluviométrico (Figura 1 e 2), diminuição da temperatura (Figura 1) e do fotoperíodo, condições que não permitiram que as plantas forrageiras alcançassem a meta de 95% de interceptação de luz, independente da dose de N. Além disso, os pastos adubados com as doses N75, N150 e N225, não alcançaram a meta de 95% durante o outono 21, o que alongou ainda mais o IEP do inverno 21. Os pastos adubados com N300 foram usados até o outono 21 e com o retorno das chuvas, a elevação da temperatura e do fotoperíodo, foram os primeiros que alcançaram a meta de pré-pastejo reduzindo ainda mais o IEP para essa dose.

No inverno 21, além de um maior IEP, foram observadas as maiores alturas do dossel no pré-pastejo (Tabela 3). Ocorreram diminuições na PF (Tabela 4) e aumentos na PM (Tabela 4), decorrente da aceleração dos processos naturais de senescência das gramíneas causados pelo estresse hídrico típico dessa estação do ano (Euclides et al., 2022). Foi possível observar uma diminuição no teor de PB (Tabelas 6 e 7), da porcentagem DIGMO (Figura 5 e Tabela 7) e o aumento do teor de FDN (Tabelas 6 e 7) mesmo com os aumentos nas doses de N, ou seja, o efeito do N sobre o valor nutritivo foi influenciado pela variação dos fatores climáticos, como a baixa precipitação (Figura 1) (Leite et al., 2021).

O verão 20/21 foi caracterizado pelo período de implantação dos tratamentos desse estudo, onde foram feitas as primeiras adubações nitrogenadas, no entanto, a irregularidade e a diminuição das chuvas durante a estação (Figura 1) ocasionaram um manejo tardio da adubação nitrogenada nas maiores doses de N e provocou similaridade entre os resultados, independente da dose de N aplicada.

No verão 21/22, o manejo da adubação nitrogenada foi concluído em meados da estação, devido a melhor distribuição das chuvas (Figura 1). A combinação entre a disponibilidade de nutrientes, chuvas regulares no início da estação (Figura 1), luz e temperatura média elevada (Figura 1), refletiram em uma maior PF, componente principal do IAF (Allen et al., 2011), responsável pela quantidade de luz que é interceptada pelo dossel forrageiro (Martins et al., 2020). Essa maior PF pode ter contribuído para o

aumento do IAF, o que fez com que o dossel atingisse 95% de IL com menores alturas do dossel e em menores IEP.

O acúmulo de forragem foi definido como saldo do balanço entre o crescimento (folha + colmo) e a senescência (material morto) (Hodgson, 1990), sendo assim a maior PF associada com a menor PM resultou no aumento do acúmulo de forragem no verão. Também foi observado o aumento do valor nutritivo da forragem nesta estação, o que pode ter ocorrido pela diminuição do IEP, influenciando a quantidade de perfilhos jovens que possuem um melhor valor nutritivo.

O outono 21 foi caracterizado por uma redução acentuada nas chuvas. A precipitação pluviométrica foi cerca de 50% menor que a média histórica (Figura 1), o que causou uma desaceleração no crescimento das plantas forrageiras e contribuiu para que os pastos adubados com as doses N75, N150 e N225 não alcançassem a meta de pré-pastejo. No entanto, os pastos adubados com N300 chegaram a alcançar 95% de IL, com maiores MF, AF, %PB e %DIGMO, além da menor altura do dossel, reduções na PF, aumentos na PM e no IEP do que no verão.

No outono 22 foi observado um padrão diferente do outono 21, com maior quantidade de chuvas e com chuvas acima da média registradas ainda no final do verão 21/22 (Figura 1). Nesse contexto, os pastos com as doses N225 e N300 alcançaram a meta de pré-pastejo durante o outono 22, mesmo assim, um comportamento semelhante ao observado no outono 21, ocorreu durante o outono 22 para a maioria das variáveis. A MF, o AF e a %DIGMO diminuíram em relação ao outono 21 e ao verão 21/22. Independente da dose de N, apenas um ciclo de pastejo foi observado durante as duas estações do outono. Assim, é possível inferir que o uso de maiores doses de N possibilita maior tempo de utilização dos pastos no outono, o que pode ser uma ferramenta de manejo para a redução da estacionalidade de produção do capim-quênia.

Os resultados mostram a importância do N sobre as características estruturais, produtivas e qualidade da forragem em pastos de capim-quênia. O uso adequado do conceito de interrupção da rebrota de gramíneas tropicais ao nível de 95% interceptação de luz em sistemas que fazem uso intensivo do N, pode reduzir as perdas de forragem por senescência, aumentar a capacidade produtiva das pastagens, a eficiência de utilização, a qualidade da forragem, o tempo de uso da terra e minimizar os efeitos sazonais sobre a produção de forragem em regiões tropicais.

A escolha da dose de N a ser utilizada vai depender dos custos do insumo, custos operacionais e características do sistema de produção de cada propriedade. Entretanto, a

capacidade de fazer uma colheita eficiente da forragem produzida deve ser uma das principais características a ser considerada no momento da decisão.

### *Conclusão*

O uso de maiores doses de N (225 e 300 kg de N/ha/ano) associadas ao manejo do pastejo pelo conceito de 95% de interceptação de luz em pastos de capim-quênia, modificou a estrutura do dossel, aumentou a massa de forragem, o acúmulo de forragem, o valor nutritivo e o período de uso dos pastos durante o ano.

Se tratando de uso do capim-quênia em sistema de produção animal em pasto, a dose de 75N é considerada ineficiente para produção de forragem, levando a diminuição da produtividade e do aproveitamento do período das águas. A dose de 150N é a dose mínima recomendada, pois proporciona a manutenção da produtividade da cultivar no decorrer dos anos.

A dose de 300N permitiu maior aproveitamento do período das águas, com mais ciclos de pastejo, e antecipação no uso depois do período seco, devido ao efeito residual do N. Entretanto, o menor acúmulo de forragem da dose de 300N quando comparado a dose de 225N, indica que a dose de 225N proporciona maior capacidade de suporte, além de valor nutritivo semelhante a dose de 300N, sendo, das doses avaliadas a mais indicada para intensificação dos sistemas de produção. Contudo, uma avaliação econômica deve ser feita para avaliar o incremento na produção x preço do adubo.

*Referências*

Allen, V. G., Batello, C., Berretta, E. J., Hodgson, J., Kothmann, M., Li, X., McIvor, J., Milne, J., Morris, C., Peeters, A., & Sanderson, M. (2011). An international terminology for grazing lands and grazing animals. *Grass and Forage Science*, 66(1), 2–28. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2494.2010.00780.X>

Alvarenga, C. A. F., Euclides, V. P. B., Montagner, D. B., Sbrissia, A. F., Barbosa, R. A., & De Araújo, A. R. (2020). Animal performance and sward characteristics of mombaça guineagrass pastures subjected to two grazing frequencies. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 8(1), 1–10. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(8\)1-10](https://doi.org/10.17138/TGFT(8)1-10)

Alviarez, L. A. D., Homem, B. G. C., Couto, P. H., Dubeux, J. C. B., Bernardes, T. F., Casagrande, D. R., & Lara, M. A. S (2020). Managing “Marandu” palisadegrass and calopo pastures based on light interception. *Grass and Forage Science*, 75(4), 447–461. <https://doi.org/10.1111/GFS.12501>

Barbosa, R. A., Nascimento Jr., D., Euclides, V. P. B., Da Silva, S. C., Zimmer, A. H., & Torres, R. A. D. A. (2007). Tanzânia grass subjected to combinations of intensity and frequency of grazing. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 42(3), 329–340. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2007000300005>

Bergoli, T. L., Rocha, M. G., Pötter, L., Salvador, P. R., Sichonany, M. J. O., Hundertmarck, A. P., Rosa, V. B., & Dotto, L. R. (2019). Tillering dynamics of Alexandergrass pasture under nitrogen fertilization. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 71(6), 2049–2056. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11153>

Braz, T. G. dos S., da Fonseca, D. M., de Freitas, F. P., Martuscello, J. A., Santos, M. E. R., Santos, M. V., & Pereira, V. V. (2011). Morphogenesis of Tanzania guinea grass under nitrogen doses and plant densities. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(7), 1420–1427. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000700004>

Cardoso, A. S., Barbero, R. P., Romanzini, E. P., Teobaldo, R. W., Ongaratto, F., da Rocha Fernandes, M. H. M., Ruggieri, A. C., & Reis, R. A. (2020). Intensification: A Key Strategy to Achieve Great Animal and Environmental Beef Cattle Production Sustainability in *Brachiaria* Grasslands. *Sustainability* 2020, Vol. 12, Page 6656, 12(16), 6656. <https://doi.org/10.3390/SU12166656>

Carnevalli, R. A., Silva, S. C. da, Bueno, A. A. O., Uebele, M. C., Bueno, F. O., Hodgson, J., Silva, G. N., & Morais, J. P. G. (2006). Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. *Tropical Grasslands*, 40(3), 165–176.

Costa, N. de L., de Moraes, A., Monteiro, A. L. G., Motta, A. C. V., de Oliveira, R. A., & Rodrigues, A. N. A. (2013). Forage productivity and morphogenesis of *Axonopus aureus* under different nitrogen fertilization rates. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(8), 541–548. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000800002>

Cunha, A. M. Q., Macedo, V. H. M., de Oliveira, J. K. S., Melo, D. de M., Domingues, F. N., Cândido, E. P., Faturi, C., & do Rêgo, A. C. (2022). Nitrogen fertilisation as a strategy for intensifying production and improving the quality of Massai grass grown in a humid tropical climate. <https://doi.org/10.1080/01904167.2022.2046078>, 45(14), 2213–2227. <https://doi.org/10.1080/01904167.2022.2046078>

Da Silva, S. C., Sbrissia, A. F., & Pereira, L. E. T. (2015). Ecophysiology of C4 Forage Grasses—Understanding Plant Growth for Optimising Their Use and Management. *Agriculture* 2015, Vol. 5, Pages 598–625, 5(3), 598–625. <https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE5030598>

Euclides, V. P. B., Montagner, D. B., de Araújo, A. R., de Aragão Pereira, M., dos Santos Difante, G., de Araújo, I. M. M., Barbosa, L. F., Barbosa, R. A., & Gurgel, A. L. C. (2022). Biological and economic responses to increasing nitrogen rates in Mombaça guinea grass pastures. *Scientific Reports* 2022 12:1, 12(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05796-6>

Escarela, C. M., Pietroski, M., de Mello Prado, R., Naudi Silva Campos, C., Caione, G., Silva, R., Flamboyant, -Residencial, Floresta, A., & Brasil, M. (2017). Effect of nitrogen fertilization on productivity and quality of Mombasa forage (*Megathyrus maximum* cv. Mombasa). *Acta Agron*, 66(1), 42–48. <https://doi.org/10.15446/acag.v66n1.53420>

Freitas, F. P., Fonseca, D. M., Braz, T. G. S., Martuscello, J. A., & Santos, M. E. R. (2012). Forage yield and nutritive value of Tanzania grass under nitrogen supplies and plant densities. *SciELO* Brasil. <https://www.scielo.br/j/rbz/a/CQ6T46GFMxbYPQ4LwsGbmpf/abstract/?lang=en>

Galindo, F. S., Buzetti, S., Carvalho, M., Filho, M. T., & Dupas, E. (2019). Rates and sources of nitrogen fertilizer application on yield and quality of *Panicum maximum* cv. Mombasa. *Idesia*, ISSN 0073-4675, Vol. 37, No. 2, 2019, Págs. 67-73, 37(2), 67–73. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7110101&info=resumen&idioma=SPA>

Galindo, F. S., Strock, J. S., & Pagliari, P. H. (2022). Impacts of corn stover management and fertilizer application on soil nutrient availability and enzymatic activity. *Scientific Reports* |, 12, 1985. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06042-9>

Gastal, F., & Lemaire, G. (2015). Defoliation, Shoot Plasticity, Sward Structure and Herbage Utilization in Pasture: Review of the Underlying Ecophysiological Processes. *Agriculture*, 5, 1146–1171. <https://doi.org/10.3390/agriculture5041146>

Gomide, C. A. de M., Paciullo, D. S. C., Leite, J. L. B., & Resende, H. (2016). *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça para uso em pastejo: produção e custo. Comunicado Técnico, 113, [www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Pa.MSC186](http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Pa.MSC186)

Gomide, C. A. M., Paciullo, D. S. C., Morenz, M. J. F., Costa, I. A., & Lanzoni, C. L. (2019). Productive and morphophysiological responses of *Panicum maximum* Jacq. cv. BRS Zuri to timing and doses of nitrogen application and defoliation intensity. *Grassland Science*, 65(2), 93–100. <https://doi.org/10.1111/GRS.12226>

Hodgson, J. (1990). *Grazing Management—Science into Practice*. Longman Scientific & Technical.

Jank, L., Soares De Andrade, C. M., Amorim Barbosa, R., Claudio, M., Macedo, M., Valério, J. R., Verzignassi, J., Zimmer, A. H., Fernandes, C. D., Santos, M. F., & Simeão, R. M. (2017). O capim-BRS Quênia (*Panicum maximum* Jacq.) na diversificação e intensificação das pastagens Técnico Comunicado. *Comunicado Técnico*, 138, 20.

Leite, R. G., Cardoso, A. da S., Fonseca, N. V. B., Silva, M. L. C., Tedeschi, L. O., Delevatti, L. M., Ruggieri, A. C., & Reis, R. A. (2021). Effects of nitrogen fertilization on protein and carbohydrate fractions of Marandu palisadegrass. *Scientific Reports* 2021 11:1, 11(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94098-4>

Lemaire, G. (2001). Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. *International Grassland Congress*, Vol 19 29-37.

Macedo, V. H. M., Cunha, A. M. Q., Cândido, E. P., Domingues, F. N., da Silva, W. L., Lara, M. A. S., & Rêgo, A. C. do. (2021). Canopy structural variations affect the relationship between height and light interception in Guinea Grass. *Field Crops Research*, 271, 108249. <https://doi.org/10.1016/J.FCR.2021.108249>

Martins, C. D. M., Schmitt, D., Duchini, P. G., Miqueloto, T., & Sbrissia, A. F. (2020). Defoliation intensity and leaf area index recovery in defoliated swards: Implications for forage accumulation. *Scientia Agricola*, 78(2). <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2019-0095>

Mwendia, S. W., Ohmstedt, U., Nyakundi, F., Notenbaert, A., & Peters, M. (2022). Does harvesting *Urochloa* and *Megathyrsus* forages at short intervals confer an advantage on cumulative dry matter yields and quality? *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(2), 750–756. <https://doi.org/10.1002/JSFA.11407>

Paciullo, D. S. C., Gomide, C. A. M., Castro, C. R. T., Maurício, R. M., Fernandes, P. B., & Morenz, M. J. F. (2017). Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. *Grass and Forage Science*, 72(3), 590–600. <https://doi.org/10.1111/GFS.12264>

Roma, C. F. C., Cecato, U., Geraldo, C. V. S. F., Santos, T., Ribeiro, O. L., & Iwamoto, B. S. (2012). Morphogenetic and tillering dynamics in Tanzania grass fertilized and nonfertilized with nitrogen according to season. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(3), 565–573. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000300013>

Röös, E., Bajželj, B., Smith, P., Patel, M., Little, D., & Garnett, T. (2017). Greedy or needy? Land use and climate impacts of food in 2050 under different livestock futures. *Global Environmental Change*, 47, 1–12. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2017.09.001>

Sales, K. C., Cabral, C. E. A., Abreu, J. G., Barros, L. V., Silva, F. G., Cabral, C. H. A., Santos, A. R. M., Silva Junior, C. A., & Campos Filho, J. B. (2020). What is the maximum nitrogen in marandu palisadegrass fertilization? *Grassland Science*, 66(3), 153–160. <https://doi.org/10.1111/GRS.12266>

Sbrissia, A. F., Schmitt, D., Duchini, P. G., & Da Silva, S. C. (2020). Unravelling the relationship between a seasonal environment and the dynamics of forage growth in grazed

swards. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 206(5), 630–639.  
<https://doi.org/10.1111/JAC.12402>

Thorntwaite, C. W., & Mather, J. R. (1955). *The water balance*. New Jersey: Drexel institute of technology, 1955.

Wani, S., & Habib, R. (2022). Intensification of Forage Production and Quality Parameters: A Review. 40(12), 513–521.  
<https://doi.org/10.9734/AJAEES/2022/v40i121834>

Zanine, A. de M., Nascimento Júnior, D. do, Sousa, B. M. de L., Silveira, M. C. T. da, Silva, W. L. da, & Santos, M. E. R. (2013). Tillering dynamics in Guinea grass pastures subjected to management strategies under rotational grazing. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(3), 155–161. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000300002>

## CAPÍTULO 2 – PERFILHAMENTO E ACÚMULO DE FORRAGEM DO CAPIM-QUÊNIA EM RESPOSTA A ADUBAÇÃO NITROGENADA E A SAZONALIDADE NO BIOMA CERRADO

### *Resumo*

O objetivo foi avaliar a dinâmica do perfilhamento e taxa de acúmulo de forragem do *Panicum maximum* cv. BRS Quênia em função de quatro doses de nitrogênio e das mudanças sazonais (estações do ano). O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados. Os tratamentos foram quatro doses nitrogênio (N), 75, 150, 225 e 300 kg de N/ha/ano. No decorrer das estações do ano foram avaliados a densidade populacional de perfilhos (DPP), a taxa de aparecimento de perfilho (TAP), taxa de mortalidade de perfilho (TMP), o índice de estabilidade populacional (IE) e a taxa de acúmulo de forragem (TAF). Houve interação N x estação do ano para DPP ( $p < 0,0369$ ), TAP ( $p < 0,0001$ ) e TAF ( $p < 0,0001$ ). Não houve interação N x estação do ano para a TMP ( $p = 0,0836$ ) e o IE ( $p = 0,1488$ ). As maiores DPP e TMP foram observadas nas maiores doses de N, independente da estação do ano. A TAF foi crescente com o aumento da dose de N no verão. O IE decresceu com as doses de N. As mudanças climáticas sazonais influenciaram o perfilhamento e o acúmulo de forragem do capim-quênia. A adubação nitrogenada influenciou a dinâmica do perfilhamento do capim-quênia pelo aumento do fluxo de tecidos, representados pelos aumentos nas taxa de aparecimento e mortalidade, sem comprometer a estabilidade da população de perfilhos, e incrementos no número de ciclos de pastejo. A dose de 75N não permite que a planta expresse seu potencial produtivo, pois responde com maior aparecimento de perfilhos apenas após a adubação. Para as demais doses avaliadas, o incremento no número de gerações pelo aumento no aparecimento de perfilhos sugere que quando utilizado em sistema de produção, o capim-quênia deve ser adubado com doses a partir de 150kg de N. A dose de 225N permitiu máxima taxa de acúmulo de forragem, permitindo tempo de uso semelhante ao tratamento de 300N, reduzindo o intervalo de rebrotação no verão, possibilitar pastejos no outono, e antecipando o uso após períodos de déficit hídrico e baixas temperaturas, característica das condições climáticas do Cerrado brasileiro.

**PALAVRAS-CHAVE:** perfilho, nitrogênio, lotação intermitente, *Panicum maximum*, *Megathyrus maximus*, BRS Quênia.

**TILLING AND FORAGE ACCUMULATION OF KENYA GRASS IN  
RESPONSE TO NITROGEN FERTILIZATION AND SEASONAL CHANGES  
IN THE CERRADO BIOME**

*Abstract*

The objective was to evaluate the tillering dynamics and forage accumulation rate of *Panicum maximum* cv. BRS Kenya as a function of four doses of nitrogen and seasonal climate changes. The experimental design was randomized complete blocks. The treatments consisted of four doses of nitrogen (N), 75, 150, 225 and 300 kg N/ha/year. During the seasons of the year, the tiller population density (TPD), the tiller appearance rate (TAR), tiller mortality rate (TMR), the population stability index (SI) and the forage accumulation rate (FAR). There was interaction N x season of the year for TPD ( $p < 0.0369$ ), TAR ( $p < 0.0001$ ) and FAR ( $p < 0.0001$ ). There was no N x season interaction for TMR ( $p = 0.0836$ ) and SI ( $p = 0.1488$ ). The highest TPD and TMR were observed at the highest N doses, regardless of the season. The FAR increased with the increase in the N dose in the summer seasons. The SI decreased with N doses. Seasonal climate changes influenced tillering and forage accumulation of kenya grass. Nitrogen fertilization favored the greater appearance and mortality of tillers without compromising population stability, ensuring the perennality and sustainability of production systems with kenya grass pastures. The dose of 75N does not allow the plant to express its productive potential, as it responds with a greater appearance of tillers only after fertilization. For the other doses evaluated, the increase in the number of generations due to the increase in the appearance of tillers suggests that when used in a production system, Kenya grass should be fertilized with doses starting at 150kg of N. The dose of 225N allowed maximum rate of forage accumulation, allowing similar usage time to the 300N treatment, reducing the regrowth interval in summer, enabling autumn grazing, and anticipating use after periods of water deficit and low temperatures, characteristic of the climatic conditions of the Brazilian Cerrado.

**KEYWORDS:** tiller, nitrogen, intermittent stocking, *Panicum maximum*, *Megathyrus maximus*, BRS Kenya.

## Introdução

O nitrogênio (N) é um elemento que influencia diretamente os processos fisiológicos das plantas forrageiras (Lopes et al., 2013). Também que faz parte de compostos de carbono distribuídos por toda a planta, além de ser o principal constituinte de clorofilas, proteínas, aminoácidos, enzimas e vários outros compostos essenciais à manutenção e persistência vegetal, ademais, o nitrogênio se acumula em zonas de divisão e alongamento foliar, e nas zonas meristemáticas auxiliando no processo de formação e crescimento de tecidos vegetais (Taiz et al., 2017).

Por atuar diretamente nas zonas de divisão e alongamento foliar, possui capacidade de estimular o perfilhamento e o fechamento do dossel (Cruz et al., 2021), logo a baixa disponibilidade de N no solo, limita a produção de forragem e pode ser um fator a desencadear o início de um processo de degradação.

O perfilhamento tem efeito direto sobre o estabelecimento do pasto, os processos morfofisiológicos do perfilhamento são determinantes para o acúmulo de forragem e para garantir a perenidade do ecossistema pastagem (Barbosa et al., 2021). A dinâmica da população de perfilhos de um dossel é determinada pelo balanço entre o aparecimento e a mortalidade dessas estruturas (Braz et al., 2012).

A resposta das plantas forrageiras a adubação, a nitrogenada principalmente, é um aspecto importante no processo de seleção de novas cultivares para os sistemas de pecuária intensiva em pastagem (Lopes et al., 2019). A cultivar de *Panicum maximum* BRS Quênia é um híbrido, proveniente de um cruzamento intraespecífico dessa espécie (Jank et al., 2017). O potencial de resposta do capim-quênia ao uso de altas doses de N para sistemas intensivos não é conhecido. Dessa forma, torna-se relevante o desenvolvimento de estudos que gerem respostas acerca do uso de adubação nitrogenada para a cultivar, e que possam contribuir para o manejo racional da adubação, visando a sustentabilidade dos sistemas de produção intensivos em pastagens.

A hipótese testada foi de que as doses de nitrogênio e as estações do ano influenciam a dinâmica do perfilhamento e a taxa de acúmulo de forragem do capim-quênia. Assim o objetivo foi avaliar o efeito de quatro doses de nitrogênio e das estações do ano na dinâmica do perfilhamento e na taxa de acúmulo de forragem do capim-quênia sob lotação intermitente.

## Material e métodos

### Local, clima e solo

O experimento foi realizado na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS (latitude 20°27'S, longitude 54°37'O, 530 m de altitude). O período experimental foi de outubro de 2020 a abril de 2022. O clima da região é tropical chuvoso de savana, subtipo Aw, com distribuição sazonal de chuvas. Os dados de temperatura e precipitação do período experimental foram coletados pela estação meteorológica da Embrapa Gado de Corte (Figura 1), distante aproximadamente 2,4 km da área experimental. Com base nas temperaturas médias mensais e na precipitação mensal acumulada, o balanço hídrico mensal foi calculado (Figura 2), utilizando-se 150 mm de capacidade de armazenamento de água no solo (CAD).

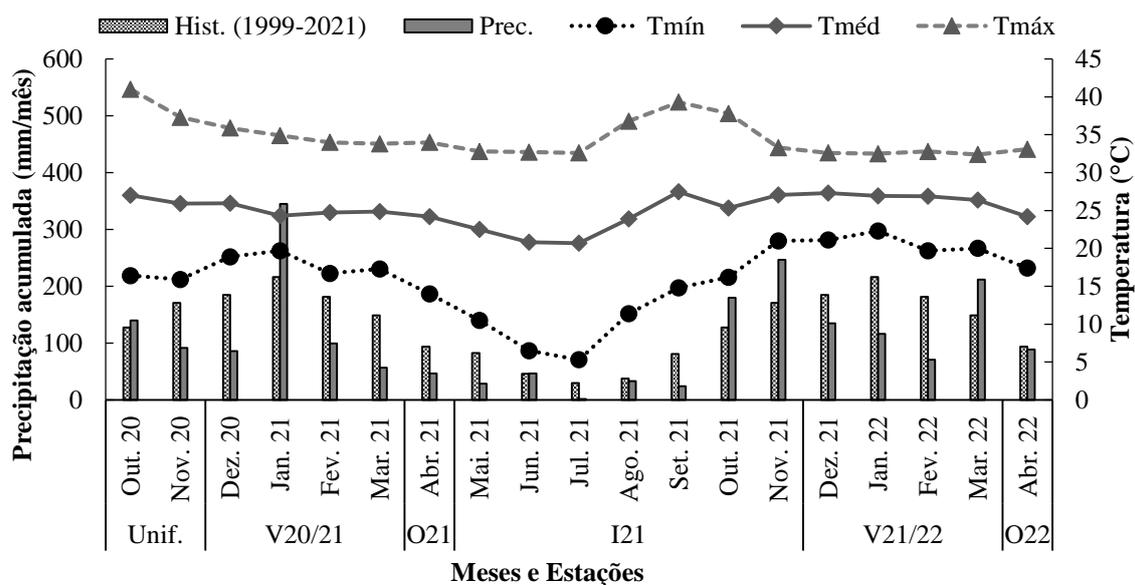


Fig. 1 Média histórica de precipitação de 22 anos, precipitação mensal e temperaturas máxima, média e mínima durante o período experimental.

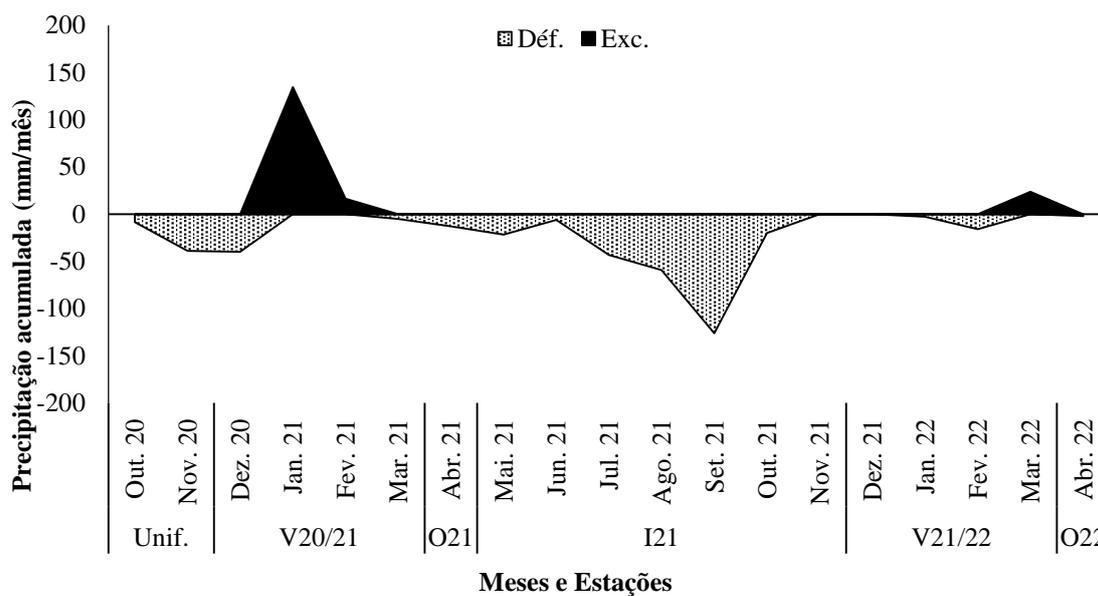


Fig. 2. Balanço hídrico mensal do solo da área experimental no período de outubro de 2020 a abril de 2022.

O solo da área experimental foi classificado como Nitossolo Vermelho Distrófico latossólico (Santos et al., 2018), caracterizado por textura argilosa, pH ácido, baixa saturação por bases e alta concentração de alumínio. Foram coletadas amostras de solo (0-10, 0-20 e 20-40 cm) para análise química do solo e posteriormente realizada correção da fertilidade do solo de acordo com a análise química. Foram aplicados 60 kg/ha/ano de  $P_2O_5$  e 60 kg/ha/ano de  $K_2O$ .

Tab. 1. Características químicas do solo antes do início do experimento.

Camadas (cm)	pH CaCl <sub>2</sub>	P mg/dm <sup>3</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al <sup>3+</sup>	S	T	t	MO	V	m
0-10	4,99	6,30	0,36	2,62	1,91	0,32	5,82	4,89	10,7	5,21	4,02	45,07	8,34
0-20	4,87	5,07	0,19	2,48	1,73	0,48	5,34	4,75	9,74	4,88	3,63	44,09	13,12
20-40	4,97	4,52	0,23	2,72	1,83	0,32	5,41	4,77	10,18	5,09	3,91	46,34	7,52

S= Soma de bases, T= CTC potencial, t = CTC efetiva, MO= Matéria Orgânica, V= Saturação por bases; m = saturação por Al. P e K- Mehlich I; Ca e Mg- Mehlich III; Ca e Mg- Mehlich III; Al- KCl; H+Al- SMP; MO- Dakota do Sul Modificado.

### *Animais e delineamento experimental*

O protocolo experimental foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Embrapa Gado de Corte, sob Processo: 003/2018. Foram utilizados 20 novilhos Caracu com, aproximadamente, 24 meses de idade e 400 kg de peso vivo como agentes desfolhadores.

A área experimental de 0,72 ha, formada com o capim-quênia em 2017, foi dividida em quatro blocos. Cada bloco foi subdividido em quatro piquetes (0,045 ha), totalizando 16 piquetes. Uma área reserva de 4,0 ha formada com capim-massai foi usada para a manutenção dos animais quando os pastos de capim-quênia ainda não tinham alcançado a meta de pré-pastejo e eles não eram necessários nas unidades experimentais.

O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados. Os tratamentos foram constituídos por quatro doses de N: 75, 150, 225 e 300 kg de N/ha/ano (N75, N150, N225 e N300). As adubações nitrogenadas foram divididas em parcelas de 75 kg de N/ha por aplicação, totalizando uma aplicação para a dose de 75 kg de N/ha/ano, duas para a dose de 150 kg de N/ha/ano, três para a dose de 225 kg de N/ha/ano e quatro para a dose de 300 kg de N/ha/ano. As aplicações foram realizadas nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março de 2021 e novembro, dezembro, janeiro e fevereiro de 2022, sempre após os eventos de pastejo. Como fonte de nitrogênio foi utilizada a ureia.

A frequência de pastejo foi definida pelo momento em que o dossel interceptou 95% da luz incidente no pré-pastejo e a intensidade de pastejo foi mantida fixa em 50% da altura de pré-pastejo. A interceptação de luz (IL) foi monitorada, semanalmente, em cada piquete. Quando a IL estava próxima da meta de pré-pastejo a frequência de monitoramento passou a ser diária. A leitura da IL foi realizada utilizando-se o aparelho analisador de dossel (AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Model PAR – 80; DECAGON Devices), em 10 pontos aleatórios por piquete sendo que em cada ponto foi realizada uma leitura ao nível do solo e uma leitura acima do dossel forrageiro.

Concomitantemente às medidas de IL foram tomadas medidas da altura do dossel em 20 pontos aleatórios por piquete, tomando como referência a altura média da curvatura das folhas em torno de uma régua, graduada em centímetros. A altura média correspondente à IL foi utilizada como altura de pré-pastejo, para determinar as alturas-meta do pós-pastejo. O método de pastejo foi o intermitente, conforme metodologia *mob grazing* (Allen et al., 2011).

## *Avaliações*

### *Densidade populacional de perfilhos*

A densidade populacional de perfilhos (DPP) foi obtida a cada ciclo de pastejo, antes da entrada dos animais, por meio da contagem dos perfilhos contidos em três áreas de 1 m<sup>2</sup> por piquete. As áreas foram alocadas em pontos que representavam a condição média do pasto.

### *Dinâmica do perfilhamento*

A dinâmica da população de perfilhos foi avaliada na condição de pré-pastejo, em três touceiras por piquete, sendo marcadas 12 touceiras por tratamento, totalizando 48 touceiras de avaliação. Na primeira avaliação, todos os perfilhos de cada touceira foram marcados com fios da mesma cor, e estes foram considerados como a primeira geração. A avaliação de marcação dos perfilhos foi repetida a cada ciclo de pastejo e os novos perfilhos foram marcados com diferentes cores para identificar as novas gerações. Os arames dos perfilhos mortos foram retirados e contabilizados em cada geração.

Com base nesses dados e conforme o proposto por Bahmani et al. (2003) as seguintes variáveis foram calculadas: taxa de aparecimento de perfilho (TAP) = número de novos perfilhos (última geração marcada) /total perfilhos existentes (geração previamente marcada) × 100; taxa de mortalidade de perfilho (TMP) = número de perfilhos previamente marcados – perfilhos sobreviventes (contagem atual) /número total de perfilhos no período anterior marcação × 100; e o índice de estabilidade populacional (IE) de perfilhos (P1/P0) foi calculado pela seguinte equação:  $P1/P0 = TSR (1 + TAP)$ , onde: P1= população no mês 1; P0= População no mês 0; TSR= Taxa de sobrevivência de perfilhos (1-TMP); TAP= Taxa de aparecimento de perfilhos; O IE foi considerado estável quando igual a 1 (IE = 1), diminuindo quando menor que 1 (IE<1) e aumentando quando maior que 1 (IE>1) (Bahmani et al., 2003).

### *Taxa de acúmulo de forragem*

Foram feitos cortes em três áreas representativas de 1 m<sup>2</sup> por piquete no pré e no pós-pastejo para determinar as massas de forragem de cada ciclo. De posse dos dados de massa de colmo (bainha + colmo) e de folha (lâmina foliar), foi calculada a taxa de acúmulo de forragem (TAF), dada pela diferença entre as massas de colmo + folha do

pré-pastejo atual e do pós-pastejo anterior, dividida pelo número de dias entre as amostragens.

### *Análise estatística*

Os dados foram agrupados por estação do ano, sendo elas: verão 20/21 (de dezembro de 2020 a março de 2021), outono 21 (abril 2021), inverno 21 (acumulado de maio a novembro de 2021), verão 21/22 (dezembro de 2021 a março de 2022) e outono 22 (abril 2022). Foi utilizado um modelo matemático contendo o efeito aleatório de blocos, e efeitos fixos das doses de N, das estações do ano e de suas interações. A estação do ano foi tratada como medidas repetidas no tempo. A comparação de médias e as interações doses de N x estações do ano, foram realizadas pelo teste Tukey adotando-se 5% de probabilidade e quando significativas, foram submetidas a análise de regressão. De acordo com Bahmani et al. (2003), a população de perfilhos pode sofrer variações sazonais independente dos efeitos do tratamento aplicado, portanto, foi realizada uma análise de componentes principais (ACP) com o intuito de extrair mais informações sobre o perfilhamento dos pastos do capim-quênia.

### *Resultados*

#### *Densidade populacional de perfilhos*

Houve interação dose de N x estação do ano para a densidade populacional de perfilhos (DPP,  $p=0,0369$ ). No verão 20/21 a DPP foi semelhante nos pastos de capim-quênia, independente da dose de N, com média de 506,5 perfilhos/m<sup>2</sup>. No outono 21, apenas os pastos que receberam a dose N300 atingiram a meta de pré-pastejo, com uma média de 500 perfilhos/m<sup>2</sup>. No inverno 21 a DPP foi observada resposta linear crescente para as doses de N, com acréscimos de 1,08 perfilhos/m<sup>2</sup> para cada kg de N aplicado, e aumento de 98% na DPP entre a doses N75 e N300. No verão 21/22 o comportamento foi semelhante, com acréscimos de 1,22 perfilhos/m<sup>2</sup> para cada kg de N aplicado, a DPP foi 100,4% maior na dose N300, quando comparada a N75. No outono 22 houve pastejo nos pastos adubados com as doses N225 e N300, com médias de 595 e 635 perfilhos/m<sup>2</sup>, respectivamente, com diferença de 6,7% entre essas duas doses (Tabela 2).

Modificações na DPP do capim-quênia foram observadas ao longo das estações para cada dose de N (Tabela 2). A maior DPP nos pastos que receberam a dose N75 foi observada no verão 20/21, com menores valores no inverno 21 e no verão 21/22. Naqueles

que receberam a dose N150 a maior DPP foi observada no verão 20/21 e a menor no inverno 21. Os pastos que receberam as doses N225 e N300 apresentaram comportamento semelhante, onde as maiores DPP foram observadas no outono 22 e as menores no inverno 21.

Tab. 2. Densidade populacional de perfilhos (perfilhos/m<sup>2</sup>) em pastos de capim-quênia em resposta a adubação nitrogenada e estações do ano.

Estações	Doses de Nitrogênio (kg N/ha/ano)				EPM	Plin	Pquad	Equação	R <sup>2</sup>
	75	150	225	300					
Verão 20/21	499 a	514 a	488 b	525 ab	23,1	ns	ns	Y=506,50	-
Outono 21	-	-	-	500 b	46,1	ns	ns	-	-
Inverno 21	236 b	237 c	347 c	469 c	32,6	<0,001	ns	Y=120,50+1,08x	0,89
Verão 21/22	276 b	405 b	491 b	553 ab	23,8	<0,001	ns	Y=202,31+1,22x	0,97
Outono 22	-	-	595 a	635 a	37,6	ns	ns	-	-

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não foram diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância ( $p<0,05$ ); ns: não significativo.

De maneira geral, as maiores reduções na DPP dos pastos de capim-quênia foram observadas no inverno 21, na ordem de 53%, 54%, 29% e 11%, para as doses N75, N150, N225 e N300, respectivamente, em comparação com o verão 20/21. No verão 21/22, subsequente ao inverno 21, foram observados aumentos de 17%, 71%, 41% e 18% na DPP para os pastos que receberam as doses N75, N150, N225 e N300, respectivamente (Tabela 2).

### *Dinâmica do perfilhamento*

As doses de N influenciaram o número de ciclos de pastejo e o tempo de utilização dos pastos (Fig. 3). Após o pastejo de uniformização, foram observados três ciclos de pastejo nos pastos adubados com N75 durante o primeiro ano e dois ciclos de pastejo no segundo ano. Na dose N150 foram observados quatro ciclos de pastejo no primeiro ano, e quatro ciclos de pastejo no segundo ano. Nos pastos que receberam a dose N225, quatro ciclos de pastejo foram contabilizados no primeiro ano e cinco ciclos de pastejo no segundo. Já para os pastos adubados com a dose N300 foram observados cinco ciclos de pastejo no primeiro ano e seis ciclos de pastejo no segundo ano (Fig. 3).

O tempo de utilização dos pastos aumentou com as doses de N (Fig. 3). Os maiores tempos de utilização foram observados nas doses N300, de dezembro 2020 até abril 2021

(114 dias) e de novembro 2021 até abril 2022 (167 dias), seguido da dose N225, de dezembro 2020 até março 2021 (104 dias) e de novembro 2021 até abril 2022 (153 dias), a dose de N150 apresentou ciclos de pastejo de dezembro 2020 até março de 2021 (79 dias) e de dezembro de 2021 até março de 2022 (107 dias), e o menor tempo de utilização foi observado na dose N75 (de dezembro 2020 até março 2021 (98 dias) e de janeiro 2022 até fevereiro 2022 (61 dias) (Fig. 3).

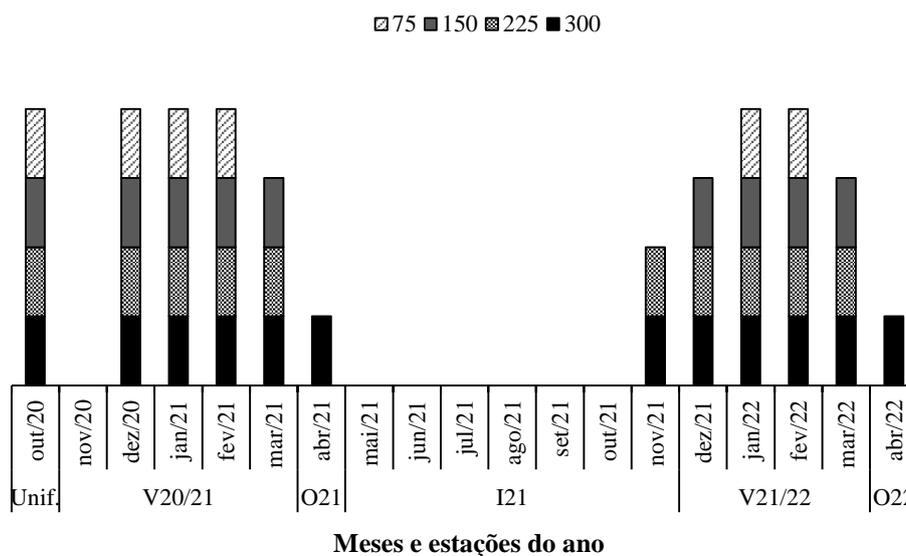


Fig. 3. Número e distribuição dos ciclos de pastejo em pastos de capim-quênia adubados com doses de N, durante os meses de outubro de 2020 à abril de 2022. Unif.: Uniformização; V20/21: Verão 20/21; O21: Outono 21; I21: Inverno 21; V21/22: Verão 21/22 e O22: Outono 22.

Os padrões demográficos das diferentes gerações de perfilhos foram acompanhados por 16 meses (Fig. 4). O número total de gerações durante o período experimental variou entre as doses de N aplicadas, de acordo com os ciclos de pastejo, com cinco gerações para N75, oito gerações para N150, nove gerações para N225 e onze gerações para N300 (Fig. 4).

As maiores gerações de perfilhos foram observadas durante o verão 20/21 (dezembro de 2020 a março de 2021) independente da dose de N, entretanto o número de gerações foi diferente entre doses. Os pastos adubados com as doses N75, N150 e N225 apresentaram três gerações nessa estação e aqueles com a dose N300 apresentaram quatro gerações. As gerações com menor número de perfilhos foram identificadas no outono 21 (abril 2021) (Fig. 4).

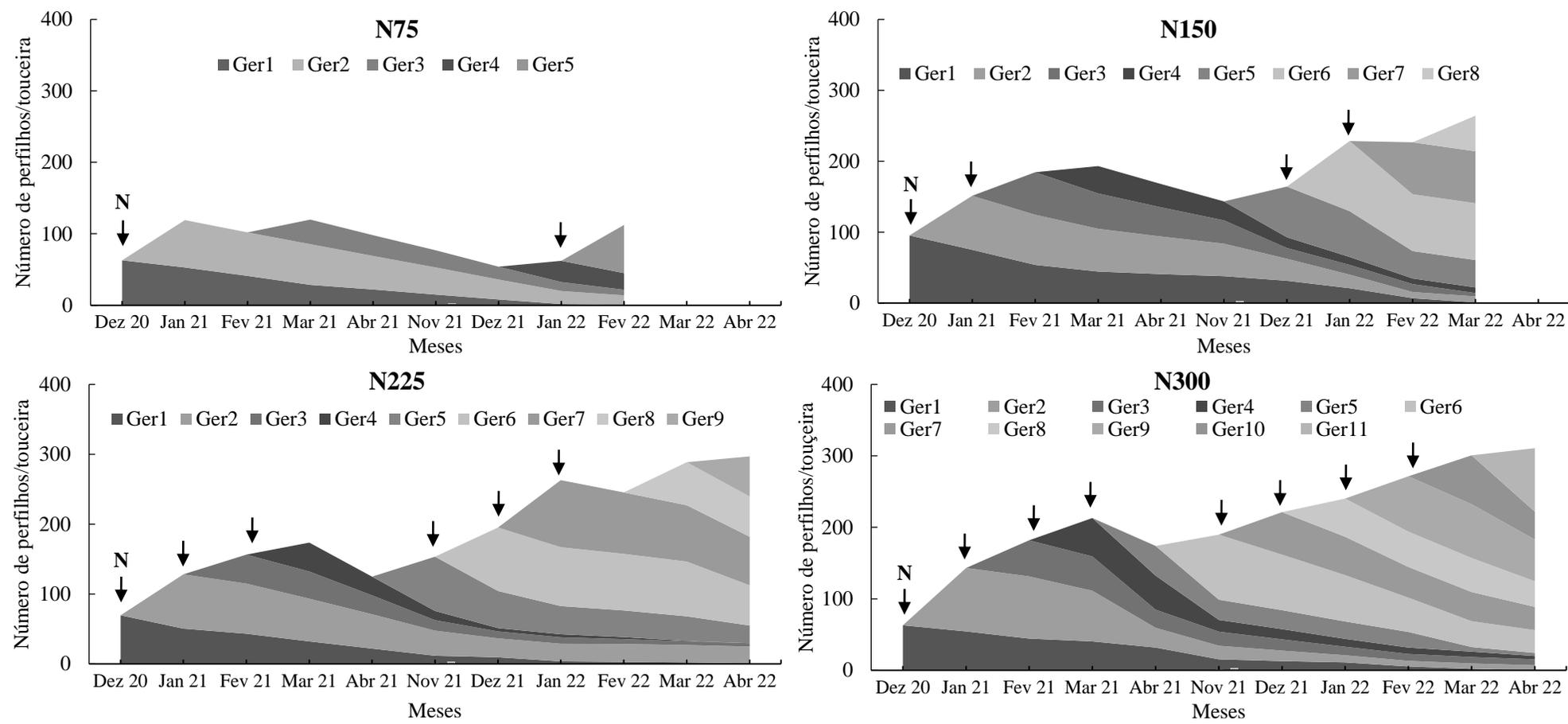


Fig. 4. Padrões demográficos do perfilhamento em pastos de capim-quênia em resposta a adubação nitrogenada e lotação intermitente ao longo do ano, de dezembro de 2020 a abril de 2021 e de novembro de 2021 a abril de 2022. Ger= geração; ↓= parcela de adubação nitrogenada.

As interações dose x estação do ano para a TAP, TMP e IE foram testadas e verificou-se efeito significativo apenas para a TAP ( $p < 0,0001$ ) (Tab. 3, Fig. 5 e Fig. 6).

A TAP do capim-quênia foi semelhante entre as doses de N, no verão 20/21, com aparecimento médio de 2,52 perfilhos/100 perfilhos/dia. No outono 21 os pastos que receberam a dose N300 apresentaram uma TAP média de 0,90 perfilho/100 perfilhos/dia. A TAP não se ajustou a nenhum modelo de regressão no inverno 21, com uma média de 0,15 perfilho/100 perfilhos/dia para todas as doses. Uma resposta quadrática foi observada para a TAP no verão 21/22. No outono 22 os pastos que receberam as doses N225 e N300 apresentaram valores médios de 0,45 e 0,73 perfilho/100 perfilhos/dia, respectivamente, com uma diferença de 62,2% na TAP entre as duas doses (Tab. 3).

Tab. 3. Taxa de aparecimento de perfilhos (perfilho/100 perfilhos/dia) em pastos de capim-quênia em resposta a adubação nitrogenada e estações do ano.

Estações	Doses de Nitrogênio (kg N/ha/ano)				EPM	Plin	Pquad	Equação	R <sup>2</sup>
	75	150	225	300					
Verão 20/21	2,45 a	2,89 a	2,40 a	2,34 a	0,16	ns	ns	Y=2,52	-
Outono 21	-	-	-	0,90 bc	0,31	ns	ns	-	-
Inverno 21	0,12 b	0,12 c	0,15 c	0,20 c	0,02	ns	ns	Y=0,15	-
Verão 21/22	2,40 a	1,36 b	1,30 b	1,38 b	0,16	<0,001	0,001	Y=3,79-0,02x+0,00005x <sup>2</sup>	0,96
Outono 22	-	-	0,45 bc	0,73 bc	0,31	ns	ns	Y=0,59	-

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não foram diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância ( $p < 0,05$ ).

As TAP foram maiores no verão 20/21 independente das doses de N e no verão 21/22 para os pastos que receberam a dose N75. As menores TAP foram observadas no inverno 21 para todas as doses de N (Tab. 3).

Não foi observada interação dose x estação do ano para a TMP ( $p = 0,0836$ ) (Fig. 5), no entanto, houve efeito isolado das doses de N ( $p = 0,0015$ ) e das estações do ano ( $p < 0,0001$ ) sobre a TMP no capim-quênia. Os dados se ajustaram a modelos de regressão linear com acréscimos de 0,0005 perfilho/100 perfilhos/dia na TMP para cada kg de N aplicado (Fig. 5a). Já nas estações, as maiores TMP foram observadas no verão 21/22 e a menor no inverno 2021 (Fig. 5b).

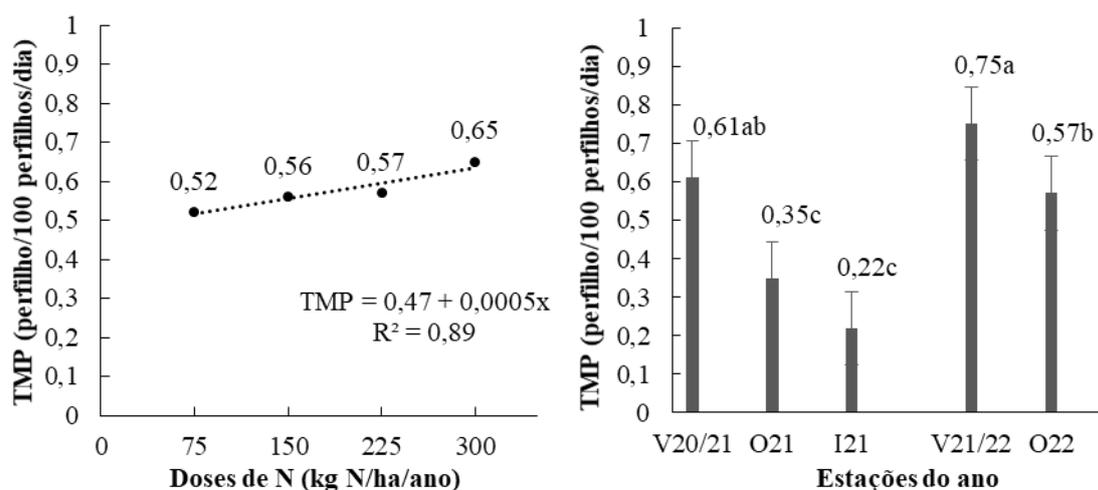


Fig. 5. Taxa mortalidade de perfilhos (TMP) em pastos de capim-quênia em resposta a adubação nitrogenada e estações do ano. Médias seguidas pelas mesmas letras não foram diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância ( $p < 0,05$ ).

### Índice de estabilidade

Não houve interação dose x estação do ano para o IE ( $p = 0,1488$ ), no entanto, as doses de N ( $p = 0,0301$ ) e as estações do ano ( $p < 0,0001$ ) influenciaram o IE dos pastos de capim-quênia (Fig. 5). O IE decresceu com o aumento das doses de N, porém a população de perfilhos permaneceu estável ( $IE > 1$ ) em todas as doses avaliadas (Fig. 6a). De modo geral, a população de perfilhos permaneceu estável ao longo do ano, no entanto, no inverno 21 observou-se uma redução no IE ( $IE < 1$ ) (Fig. 6b).

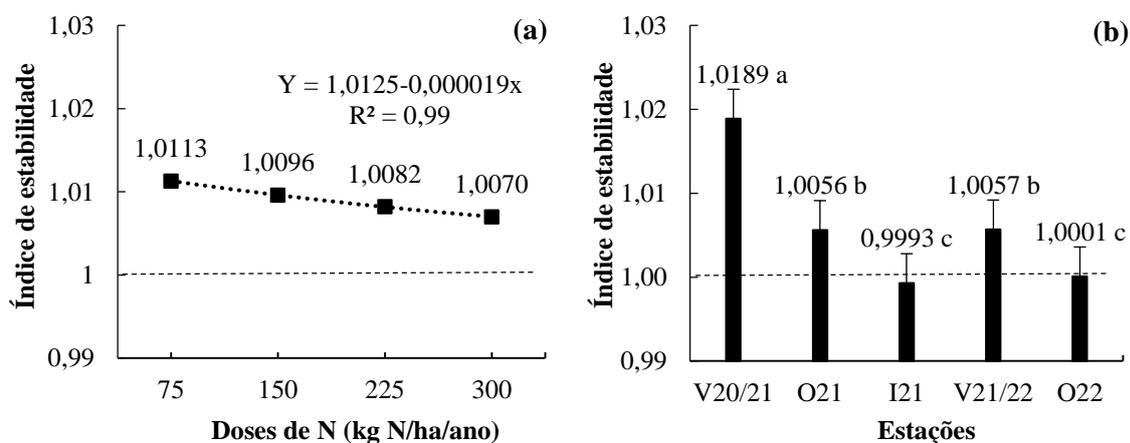


Fig. 6. Índice de estabilidade da população de perfilhos em pastos de capim-quênia em resposta a adubação nitrogenada (a) e nas diferentes estações do ano (b) sob lotação

intermitente. Médias seguidas pelas mesmas letras não foram diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância ( $p < 0,05$ ).

#### *Taxa de acúmulo de forragem (TAF)*

Houve interação dose x estação do ano para a TAF ( $p < 0,0001$ ) do capim-quênia. No verão 20/21 foi observada resposta linear crescente para a TAF com acréscimos de 0,22 kg/ha/dia de MS para cada kg de N aplicado. Os pastos que receberam a dose N300 alcançaram 172,2 kg/ha/dia de MS no outono 21. No inverno 21, a TAF do capim-quênia foi semelhante, com média de 15 kg/ha/dia de MS, independente da dose de N. No verão 21/22 a TAF se ajustou ao modelo de regressão linear crescente, com acréscimos de 0,57 kg/ha/dia de MS para cada kg de N, chegando a aumentos de 26%, 105% e 126% para as doses N150, N225 e N300, respectivamente, quando comparadas a N75. No outono 22, os valores da TAF foram de 89,9 e 93,8 kg/ha/dia de MS para as doses N225 e N300, respectivamente (Tab. 4).

Tab. 4. Taxa de acúmulo de forragem (kg/ha/dia de MS) em pastos de capim-quênia em resposta a doses de nitrogênio as estações do ano.

Estações	Doses de Nitrogênio (kg N/ha/ano)				EPM	Plin	Pquad	Equação	R <sup>2</sup>
	75	150	225	300					
Verão 20/21	85,2 b	139,1 a	138,8 ab	140,5 ab	16,8	0,031	ns	Y=84,52+0,22x	0,62
Outono 21	-	-	-	172,2 ab	33,5	ns	ns	-	-
Inverno 21	10,9 b	17,3 b	15,8 c	16,0 c	23,7	ns	ns	Y=15	-
Verão 21/22	95,1 a	120,3 a	194,5 a	214,5 a	17,3	<0,001	ns	Y=48,00+0,57x	0,95
Outono 22	-	-	89,9 bc	93,8 bc	27,4	ns	ns	-	-

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não foram diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância ( $p < 0,05$ ); ns: não significativo.

As maiores TAF foram observadas no verão 20/21, para a dose N150 e verão 21/22, para todas as doses. De modo geral, as TAF foram maiores no verão 21/22 com aumentos de 12%, 40%, 53% para as doses N75, N225 e N300, respectivamente quando comparados ao verão anterior. As TAF na dose N150 foram semelhantes para o verão 20/21 e o verão 21/22. As menores TAF foram observadas no inverno 21 (Tab. 4).

#### *Análise de componentes principais (ACP)*

Na análise dos dados foram gerados cinco componentes principais (CP) para cada estação do ano na ACP, os dois primeiros componentes explicaram 64%, 100%, 78%,

86% e 86% da variação total do conjunto de dados contendo DPP, TAP, TMP, IE e TAF nas estações do ano (Tab. 5).

Tab. 5. Coeficientes da análise de componentes principais com base na matriz de correlação para densidade, taxa de aparecimento, taxa de mortalidade e índice de estabilidade de perfilhos e taxa de acúmulo de forragem de pastos de capim-quênia em resposta a adubação nitrogenada e lotação intermitente.

Comp. Principais	DPP	TAP	TMP	IE	TAF	Engenvalue	%VE
Verão 20/21							
CP1	-0,087	-0,173	0,619	-0,638	0,414	1,652	33%
CP2	0,368	0,725	0,226	0,270	0,469	1,574	31%
Outono 21							
CP1	-0,464	0,510	0,505	0,059	0,515	3,765	75%
CP2	0,390	0,124	0,175	0,894	-0,046	1,234	25%
Inverno 21							
CP1	0,484	0,533	0,036	0,592	-0,359	2,516	50%
CP2	-0,309	0,436	0,816	-0,061	0,208	1,421	28%
Verão 21/22							
CP1	0,537	0,466	0,507	-0,192	0,445	3,206	64%
CP2	-0,044	0,483	0,156	0,813	-0,281	1,109	22%
Outono 22							
CP1	0,491	-0,491	0,151	-0,521	0,473	3,309	66%
CP2	-0,245	0,051	0,943	-0,152	-0,159	1,011	20%

CP1= componente principal 1; CP2= componente principal 2; DPP= densidade populacional de perfilhos (perfilho/m<sup>2</sup>); TAP= Taxa de aparecimento de perfilhos (perfilho/100 perfilhos/dia); TMP= Taxa de mortalidade de perfilhos (perfilho/100 perfilhos/dia); IE= índice de estabilidade; TAF= taxa de acúmulo de forragem (kg/ha/dia de MS); %VE= porcentagem da variação explicada.

No verão 20/21, o CP1 explicou 33% da variação total, com grandes escores positivos para a TMP e TAF, em contraste com grande escore negativo para o IE. Além disso, o CP2 identificou grandes escores positivos para a TAP e também para a TAF, que representaram 31% da variação total (Tab. 5). Os efeitos do N nos pastos de capim-quênia foram associados as maiores TMP (0,52, 0,56, 0,57, 0,65 perfilho/100 perfilhos/dia, para as doses N75, N150, N225 e N300, EMP±0,03, respectivamente (Figura 4), quando houve uma redução do IE entre as doses N75, N150, N225 e N300 (1,0113, 1,0096, 1,0082, 1,0070, EMP±0,0008, Fig. 5) e a uma interação com a TAF contrastante entre a dose N75 e as doses N150, N225 e N300 (85,2, 139,1, 138,8, 140,5 kg/ha/dia de MS, EMP=16,8, Tab. 4) (Fig. 7a).

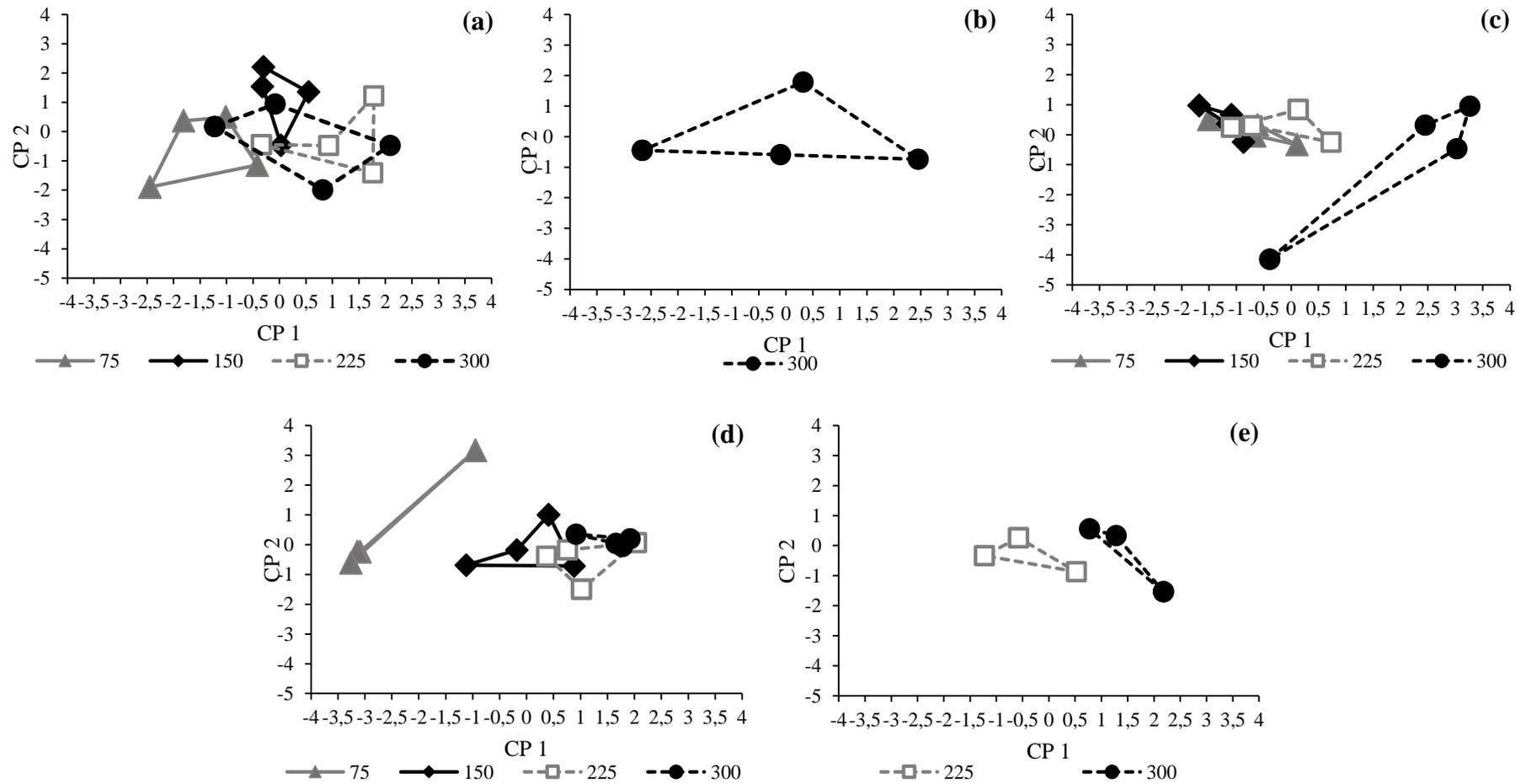


Fig. 7. Coeficientes para os componentes principais (CP) 1 e 2 com base na matriz de correlação entre a DPP, TAP, TMP, IE e TAF de pastos de capim-quênia em resposta a adubação nitrogenada durante o verão 20/21 (a), outono 21 (b), inverno 21 (c), verão 21/22 (d) e outono 22 (e).

No outono 21, o conjunto de dados foi formado por informações dos pastos adubados com a dose N300, onde o CP1 representou 75% da variação total. Grandes escores positivos foram observados para a TAP, a TMP e a TAF em contraste com grande escore negativo observado para a DPP, indicando que a redução na DPP (500 perfilhos/m<sup>2</sup>, EPM±46,1, Tab. 2) foi compensada pela maior TAF (172,2 kg/ha/dia de MS, EPM±33,5, Tab. 4). No entanto, para o CP2 escores positivos foram identificados para a DPP e o IE, explicando 25% da variação total, associando um maior número de perfilhos com a manutenção da estabilidade da população nessa estação (Fig. 7b).

No inverno 21, 50% da variação total foi explicada pelo CP1, com grandes escores positivos para a DPP, a TAP e o IE, o contrário foi observado para a TAF com grande escore negativo nessa estação. As respostas estão relacionadas ao efeito do N, com a dose N300 se destacando das demais por apresentar uma maior DPP (236, 237, 347, 469 perfilhos/m<sup>2</sup>, para N75, N150, N225 e N300, EPM= 23,8, Tab. 2) e os maiores IE (0,9990, 0,9990, 0,9992 e 1,0000 para as doses N75, N150, N225 e N300, Fig. 5). Por outro lado, o escore negativo ocorreu devido à falta de efeito do N sobre a TAF nas maiores doses (média de 15,0 kg/ha/dia de MS, EPM±17,3, Tabela 5). O CP2 explicou 28% da variação total onde foi observado grande escore positivo para a TMP em contraste com um grande escore negativo para a DPP, associando a alta TMP com a diminuição da DPP (Figura 6c).

No verão 21/22 o CP1 representou 64% da variação total do conjunto de dados. Todas as variáveis, com exceção do IE, apresentaram grandes escores positivos, indicando que a associação da adubação nitrogenada com as condições climáticas da estação, tendo como efeitos principais os aumentos na DPP (276, 405, 491 e 553 perfilhos/m<sup>2</sup> para as doses N75, N150, N225 e N300, EPM±23,8, Tabela 2) e na TAF (95,1, 120,3, 194,5 e 214,5 kg/ha/dia de MS para as doses N75, N150, N225 e N300, EPM±23,7, Tabela 5). A redução na estabilidade da população de perfilhos não chegou a níveis críticos (IE<1). O CP2 explicou 22% da variação total e apresentou grandes escores positivos entre a TAP e o IE, associando o maior perfilhamento da dose N75 (2,40 perfilho/100 perfilhos/dia, EPM±0,16, Tabela 3) com uma maior estabilidade da população nessa mesma dose (1,0113, Figura 4) (Figura 6d).

O conjunto de dados do outono 22, foi referente aos pastos adubados com as doses N225 e N300, e o CP1 representou em 66% a variação total. Grandes escores positivos foram observados no CP1 para a DPP e a TAF em contraste com grandes escores negativos na TAP e o IE. O CP2 foi responsável por 20% da variação total e apresentou

grande escore positivo para a TMP em contraste com pontuações negativas para DPP, IE e TAF, trazendo a mortalidade de perfilhos como variável principal para quedas na população de perfilhos, produção de forragem e da estabilidade da população no outono 22 (Figura 6e).

### *Discussão*

As diferenças observadas no perfilhamento e na taxa de acúmulo de forragem do capim-quênia em cada estação do ano, foram causadas pela variação da oferta de N no meio e pela sazonalidade climática no bioma Cerrado, pois as metas de frequência (95% de IL) e intensidade de pastejo (50% da altura de pré-pastejo) foram as mesmas independente das doses de N e das estações do ano.

O aumento no número de gerações observado no perfil demográfico de perfilhos (Figura 3) ocorreu pela maior disponibilidade de fatores ambientais para o crescimento das plantas (Figuras 1 e 2) associado ao uso do N (Gimenes et al., 2011). Roma et al. (2012) e Freitas et al. (2012), quando avaliaram a adubação nitrogenada em pastos de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, verificaram o mesmo comportamento com o aumento das doses de N. Esse comportamento resultou do efeito direto do N sobre o aumento do fluxo de tecidos (Braz et al., 2011). A resposta do capim-quênia ao aumento das doses de N antecipou o atingimento da meta de interceptação de luz de 95%, reduziu o intervalo de rebrotação e, conseqüentemente, aumentou o número de ciclos de pastejos e conseqüente gerações de perfilhos.

O capim-quênia se mostrou responsivo ao uso de maiores doses de N (N225 e N300), com influência direta sobre a recuperação da população de perfilhos após o período de restrição de fatores edafoclimáticos. Os pastos adubados com as maiores doses apresentaram um rápido desenvolvimento da população de perfilhos, possibilitando o alcance da meta pré-pastejo no mês de novembro, enquanto os pastos adubados com N150 e N75 alcançaram a meta pré-pastejo em dezembro e janeiro, respectivamente. Além disso, na maior dose de N (N300), foi observado o desenvolvimento de novas gerações de perfilhos até abril, o que permitiu a utilização desses pastos durante seis meses do ano (Figura 3).

O verão 20/21 correspondeu ao período das primeiras aplicações das doses de N nos pastos, quando ainda não haviam se estabelecido os tratamentos completos. Com isso, o final da aplicação das doses N225 e N300, coincidiram com o final do verão, o que levou a falta de resultados após a aplicação total dessas doses ainda nessa estação. Essa

situação pode ter contribuído para os resultados médios observados para a DPP e a TAP, devido à falta condições para expressão dos efeitos das doses de N. Além disso, independente da dose de N, as TAP foram altas, provavelmente devido às estruturas semelhantes dos pastos de capim-quênia no início das avaliações, ainda sem resposta ao manejo empregado. Esse fator pode ter possibilitado uma maior penetração de luz na base do dossel, levando a ativação das gemas axilares, o que favoreceu o perfilhamento (Difante et al., 2008).

As altas TAP associadas ao aumento na TMP observadas no verão 20/21, podem estar relacionadas a uma formação de gerações de curta duração, que surgem devido à alta disponibilidade de fatores climáticos favoráveis ao crescimento da planta (Figura 1) (Da Silva et al., 2015). Além disso, a adubação de manutenção feita com fósforo e potássio antes do período chuvoso, associado ao início das adubações nitrogenadas de cada tratamento, podem ter acelerado o fluxo de tecidos das plantas.

A relação positiva entre as variáveis TMP e TAF explicada pelo CP1 da ACP (Tabela 6, Figura 6) corrobora com os incrementos lineares nas mesmas taxas verificadas pela análise univariada (Tabelas 4 e 5, respectivamente), indicando que mesmo com o aumento na mortalidade de perfilhos a TAF foi compensada pela produção de forragem nos perfilhos remanescentes.

As altas TAP associadas ao aumento na TMP observadas no verão 20/21, podem estar relacionadas à alta disponibilidade de fatores climáticos e a fertilidade do solo. A adubação de manutenção feita com fósforo e potássio antes do período chuvoso, associado ao início das adubações nitrogenadas de cada tratamento, e o volume elevado de chuvas acumuladas nesta estação do ano (Figura 1) podem ter acelerado o fluxo de tecidos das plantas.

A TAF foi a variável de maior destaque na ACP, devido a distinção identificada entre a dose N75 e as demais doses de N (Tabela 5), indicando que o capim-quênia responde à adubação nitrogenada. Essa resposta está associada à necessidade de um maior fornecimento de N, em virtude desse nutriente ser limitante para a produção de forragem (Machado et al., 2020). Silva et al. (2020) reportam que o aumento da disponibilidade de N também afeta as características morfológicas, como taxa de aparecimento de folhas e taxa de alongamento do colmo, o que, por sua vez, contribui para o maior acúmulo de forragem.

Em sistemas de produção intensivos como é o caso do sistema de pastejo utilizado (alta densidade de lotação em curto período de tempo) é importante reforçar que é preciso

atender, principalmente as exigências da planta não só em relação ao N, como também ao fósforo (P) nutriente que participa no armazenamento de energia, e o potássio (K) que desempenha papel crucial na regulação osmótica da folha (Taiz et al., 2017). Em casos onde apenas o N é fornecido, a planta forrageira tende a entrar em desbalanço nutricional.

A relação entre os aumentos na TMP e a redução do IE identificada pelo CP1, foi associada aos efeitos das doses de N sobre essas variáveis. No entanto, essa relação não afetou efetivamente a estabilidade da população de perfilhos, pois a TAP se manteve maior que a TMP, o que levou o IE a permanecer maior que 1 durante todo o verão 20/21. Valores acima de 1 indicam uma tendência de aumento na população de perfilhos ao longo dos anos (Bahmani et al., 2003) garantindo a perenidade dos pastos de capim-quênia nas doses de N estudadas.

Os pastejos realizados nos pastos que receberam a dose N300 durante o outono 21 demonstraram o efeito da adubação nitrogenada sobre a ampliação do período de utilização dos pastos de capim-quênia (Figura 3). Além disso, nessa estação foram observadas reduções na DPP (Tabela 2), na TAP (Tabela 3) e no IE (Figura 4), e com aumentos na TAF (Tabela 5) quando comparado com os valores médios do verão 20/21.

Os escores positivos do CP1, relacionaram maiores TAP e TMP a elevação na TAF, no entanto a DPP se relacionou negativamente com essas variáveis, indicando que os pastos de capim-quênia adubados com a dose N300, foram constituídos por uma baixa densidade de perfilhos grandes, característica do mecanismo de compensação tamanho/densidade do perfilho (Sbrissia et al., 2010) e afetados por uma alta mortalidade decorrente de restrição de fatores climáticos, maior número de pastejos e da perda de perfilhos após o período de floração (Matthew et al., 2013), que ocorreu entre os meses de fevereiro e março.

Após o longo período sem os pastos atingirem a meta de pré-pastejo (abril-outubro), após o início das primeiras chuvas, os pastos adubados com maiores doses de N apresentaram um grande incremento no número de perfilhos (Tabela 2). O efeito residual das doses de N garantiram a recuperação do número de perfilhos após o período de restrição do crescimento das plantas. O aumento na DPP promovido pelo aporte de N no sistema, foi uma das principais mudanças relatadas em estudos com plantas forrageiras (Pedreira et al., 2015; Paciullo et al., 2017; Silva et al., 2020).

Os pastos adubados com as doses N225 e N300 sofreram as menores reduções na população de perfilhos/m<sup>2</sup>, o que permitiu uma rápida recuperação após o período de restrições edafoclimáticas (Figura 2). As doses N75 e N150 apresentaram as menores

DPP, no entanto, essa redução no número de perfilhos não são evidências de degradação desses pastos (Matthew et al., 2013). A DPP e o IE foram as principais variáveis identificadas pelo CPI para explicar a variação do conjunto de dados e foram associadas ao efeito do N da dose N300 (Figura 8). Essas variáveis se relacionaram negativamente com a TAF, pois não foram verificadas diferenças entre as doses de N.

No verão 21/22, os efeitos das doses de N foram verificados em todas as variáveis, com aumentos na DPP (Tabela 2), TAP (Tabela 3), TMP (Tabela 4) e TAF (Tabela 5). Os aumentos verificados no verão 21/22 foram potencializados pelo efeito das doses crescentes de N nos pastos de capim-quênia. A maior TAP observada na dose N75 e a redução nas demais doses, pode estar associada a DPP desses pastos. A DPP apresentou um comportamento inverso em relação a TAP. De acordo com Gomes et al. (2019) a DPP provoca mudanças na quantidade e na qualidade da luz que chega à base do dossel, influenciando o perfilhamento. Logo, no verão 21/22 a menor DPP da dose N75, conseqüentemente, favoreceu uma maior penetração de luz no dossel, que, associada a volta das chuvas, a adubação de manutenção com fósforo e potássio e a adubação nitrogenada, podem ter sido os fatores responsáveis pelas maior TAP na menor dose de N.

Além disso, os aumentos verificados no verão 21/22 foram potencializados pelo efeito das doses crescentes de N nos pastos de capim-quênia. A maior TAP observada na dose N75 e a redução nas demais doses, esteve associada a DPP desses pastos. A DPP provocou mudanças na quantidade e na qualidade da luz que chegou à base do dossel, influenciando o perfilhamento (Gomes et al., 2019). Nos pastos com as menores DPP foram observadas as maiores TAP e nos pastos com as maiores DPP as menores TAP. As alterações da DPP nas doses crescentes de N também influenciaram a elevação da TMP. A maior DPP reduziu a penetração de luz no dossel, favoreceu o sombreamento e aumentou a mortalidade de perfilhos devido a um déficit no suprimento de carbono causado pela competição por luz (Lopes et al., 2016).

As relações positivas entre todas as variáveis em contraste com o IE, identificadas pelo CPI, ocorreram devido às altas taxas de aparecimento e mortalidade de perfilhos características do verão, associadas com o efeito acelerador do fluxo de tecidos, resposta da adubação nitrogenada. O maior perfilhamento, por sua vez, resultou em aumentos na produção de forragem (Sbrissia et al., 2010), expressa pelas maiores TAF. Houve uma elevação da TMP nas maiores doses de N, no entanto, a maior mortalidade não comprometeu a estabilidade da população de perfilhos ( $IE > 1$ ). Lopes et al. (2016),

trabalhando com adubação nitrogenada no capim-massai verificaram que o nitrogênio foi responsável por equilibrar as taxas de aparecimento e mortalidade de perfilhos, comprovando a relevância desse nutriente para a estabilidade de perfilhos no decorrer dos ciclos de pastejo.

No outono 22, o comportamento foi semelhante ao outono 21, sendo que nessa estação as metas de pré-pastejo foram alcançadas nas doses N225 e N300. Reduções no perfilhamento e na TAF foram observadas nas duas doses de N em relação a estação anterior (verão 21/22). Essas reduções são respostas características das plantas forrageiras às condições ambientais restritivas encontradas no outono (Sbrissia et al., 2020), como a redução do índice pluviométrico e da temperatura (Figuras 1 e 2). Mesmo com a diminuição do perfilhamento foi observada uma compensação da TAF ( $89,9$  e  $93,8 \pm 24,4$  kg/ha/dia de MS para N225 e N300, respectivamente, Tabela 5) devido a estabilidade na DPP ( $595$  e  $635 \pm 37,6$  perfilhos/m<sup>2</sup> para N225 e N300, respectivamente (Tabela 2).

A dose N300 apresentou resultados superiores à dose N225, indicando que mesmo em condições ambientais que já começam a limitar o crescimento das plantas, o perfilhamento do capim-quênia foi menos afetado diante do uso da maior dose de N. A relação positiva entre a DPP e a TAF identificada pela ACP, confirmam a importância de maiores DPP para a manutenção de maiores taxas de crescimento, citada por Sbrissia et al. (2020). No entanto, mesmo com incrementos na TAF, as respostas ao aumento na dose de N seguiram a lei dos retornos decrescentes (Mitscherlich, 1912), pois houve um aumento na TAF com o aumento das doses de N, porém a uma taxa decrescente (Tabela 5).

A adubação nitrogenada favoreceu o maior aparecimento e mortalidade de perfilhos sem comprometer a estabilidade populacional e influenciou a taxa de acúmulo de forragem dos pastos de capim-quênia.

O capim-quênia responde positivamente à adubação nitrogenada e tem a dinâmica do perfilhamento e o acúmulo de forragem modificados em função da interação N x estação do ano. À medida que se aumentou a dose de N, aumentaram o fluxo de aparecimento e morte de perfilhos, o número de perfilhos/m<sup>2</sup> e a taxa de acúmulo de forragem, devido à aceleração dos processos de renovação de tecidos.

### *Conclusão*

A adubação nitrogenada influenciou a dinâmica do perfilhamento do capim-quênia pelo aumento do fluxo de tecidos, representados pelos aumentos nas taxa de aparecimento e mortalidade, sem comprometer a estabilidade da população de perfilhos, e incrementos no número de ciclos de pastejo.

As doses avaliadas, com excessão da dose de 75N, garantiram a persistência da cultivar em sistemas de produção bem manejados no bioma Cerrado. A dose de 75N não permite que a planta expresse seu potencial produtivo, pois responde com maior aparecimento de perfilhos apenas após a adubação.

Para as demais doses avaliadas, o incremento no número de gerações pelo aumento no aparecimento de perfilhos sugere que quando utilizado em sistema de produção, o capim-quênia deve ser adubado com doses a partir de 150kg de N. A dose de 225N permitiu máxima taxa de acúmulo de forragem, permitindo tempo de uso semelhante ao tratamento de 300N, reduzindo o intervalo de rebrotação no verão, possibilitar pastejos no outono, e antecipando o uso após períodos de déficit hídrico e baixas temperaturas, característica das condições climáticas do Cerrado brasileiro.

## Referências

- Bahmani, I., Thom, E. R., Matthew, C., Hooper, R. J., & Lemaire, G. (2003). Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotypes: effects of cultivar, season, nitrogen fertiliser, and irrigation. *Australian Journal of Agricultural Research*, 54(8), 803–817. <https://doi.org/10.1071/AR02135>
- Barbosa, P. L., Silva, V. J., Pedreira, C. G. S., Sbrissia, A. F., & Sollenberger, L. E. (2021). Herbage accumulation and tillering dynamics of ‘Zuri’ guineagrass under rotational stocking. *Crop Science*, 61(5), 3787–3798. <https://doi.org/10.1002/CSC2.20536>
- Braz, T. G. S., Fonseca, D. M., Freitas, F. P., Martuscello, J. A., Santos, M. E. R., Santos, M. V., & Pereira, V. V. (2011). Morphogenesis of Tanzania guinea grass under nitrogen doses and plant densities. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(7), 1420–1427. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000700004>
- Braz, T. G. S., Fonseca, D. M., Freitas, F. P., Martuscello, J. A., Santos, M. E. R., & Santos, M. V. (2012). Tillering dynamics of Tanzania guinea grass under nitrogen levels and plant densities. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 34(4), 385–392. <https://doi.org/10.4025/ACTASCIANIMSCI.V34I4.13382>
- Cruz, N. T.; Pires, A. J. V.; Fries, D. D.; Jardim, R. R.; Sousa, B. M. De L.; Dias, D. L. S.; Bonomo, P.; Ramos, B. L. P.; Sacramento, M. R. S. V. (2021). Factors affecting the morphogenic and structural characteristics of forage plants. *Research, Society and Development*, 10(7), p. e5410716180. <https://10.33448/rsd-v10i7.16180>
- Da Silva, S. C., Sbrissia, A. F., & Pereira, L. E. T. (2015). Ecophysiology of C4 Forage Grasses—Understanding Plant Growth for Optimising Their Use and Management. *Agriculture* 2015, Vol. 5, Pages 598-625, 5(3), 598–625. <https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE5030598>
- Difante, G. D. S., do Nascimento, D., da Silva, S. C., Euclides, V. P. B., Zanine, A. D. M., & Adese, B. (2008). Tillering dynamics of marandu palisadegrass submitted to two cutting heights and three cutting intervals. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(2), 189–196. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000200003>
- Freitas, F. P., Fonseca, D. M., Braz, T. G. S., Martuscello, J. A., & Santos, M. E. R. (2012). Forage yield and nutritive value of Tanzania grass under nitrogen supplies and plant densities. *SciELO Brasil*. <https://www.scielo.br/j/rbz/a/CQ6T46GFMxbYPQ4LwsGbmpf/abstract/?lang=en>
- Jank, L., Soares De Andrade, C. M., Amorim Barbosa, R., Claudio, M., Macedo, M., Valério, J. R., Verzignassi, J., Zimmer, A. H., Fernandes, C. D., Santos, M. F., & Simeão, R. M. (2017). O capim-BRS Quênia (*Panicum maximum* Jacq.) na diversificação e intensificação das pastagens Técnico Comunicado. *Comunicado Técnico*, 138, 20.
- Lopes, M. N., Cândido, M. J. D., Pompeu, R. C. F. F., da Silva, R. G., de Carvalho, T. C. F., Sombra, W. A., de Moraes Neto, L. B., & Peixoto, M. J. A. (2013). Biomass flow in

massai grass fertilized with nitrogen under intermittent stocking grazing with sheep. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(1), 13–21. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000100003>

Lopes, M. N., Cândido, M. J. D., Pompeu, R. C. F. F., Silva, R. G., Morais Neto, L. B., & Carneiro, M. S. S. (2016). Tillering dynamics in massai grass fertilized with nitrogen and grazed by sheep. *Bioscience Journal*, 446–454. <https://doi.org/10.14393/bj-v32n2a2016-26106>

Lopes, M. N., Cândido, M. J. D., Pompeu, R. C. F. F., Silva, R. G., Carneiro, M. S. S., Morais Neto, L. B., Peixoto, M. J. A., & Carvalho, T. C. F. (2019). Biomass components and structure of massai grass fertilized with nitrogen and grazed by sheep. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 71(4), 1411–1420. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10051>

Machado, V. D., da Fonseca, D. M., Lima, M. A., Martuscello, J. A., Paciullo, D. S. C., & Chizzotti, F. H. M. (2020). Grazing management strategies for *Urochloa decumbens* (Stapf) R. Webster in a silvopastoral system under rotational stocking. *Grass and Forage Science*, 75(3), 266–278. <https://doi.org/10.1111/GFS.12491>

Matthew, C., Agnusdei, M. G., Assuero, S. G., Sbrissia, A. F., Scheneiter, O., Michalk, D. L., Millar, G. D., Badgery, W. B., & Broadfoot, K. M. (2013). Satate of Knowledge in tiller dynamics. Proceedings XXII International Grassland Congress Communities) Took Place in Sydney. <https://uknowledge.uky.edu/igc>

Mitscherlich, E. A. Zum Gesetz des Minimum. *Landwirtschaftliche Jahrbücher*, vol. 42, p. 423-424. Berlim. 1912.

Paciullo, D. S. C., Gomide, C. A. M., Castro, C. R. T., Maurício, R. M., Fernandes, P. B., & Morenz, M. J. F. (2017). Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. *Grass and Forage Science*, 72(3), 590–600. <https://doi.org/10.1111/GFS.12264>

Pedreira, B. C., Pedreira, C. G. S., & Lara, M. A. S. (2015). Leaf age, leaf blade portion and light intensity as determinants of leaf photosynthesis in *Panicum maximum* Jacq. *Grassland Science*, 61(1), 45–49. <https://doi.org/10.1111/GRS.12080>

Roma, C. F. da C., Cecato, U., Geraldo, C. V. S. F., dos Santos, T., Ribeiro, O. L., & Iwamoto, B. S. (2012). Morphogenetic and tillering dynamics in Tanzania grass fertilized and nonfertilized with nitrogen according to season. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(3), 565–573. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000300013>

Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Oliveira, V. Á.; Lumberras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A.; Araújo Filho, J. C.; Oliveira J. B. (2018). Sistema brasileiro de classificação de solos. In Embrapa Solos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>

Sbrissia, A. F., da Silva, S. C., Sarmiento, D. O. L., Molan, L. K., Andrade, F. M. E., Gonçalves, A. C., & Lupinacci, A. v. (2010). Tilling dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. *Plant Ecology*, 206(2), 349–359. <https://doi.org/10.1007/S11258-009-9647-7>

Sbrissia, A. F., Schmitt, D., Duchini, P. G., & da Silva, S. C. (2020). Unravelling the relationship between a seasonal environment and the dynamics of forage growth in grazed swards. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 206(5), 630–639. <https://doi.org/10.1111/JAC.12402>

Silva, R. O., Miotto, F. R. C., Neiva, J. N. M., Silva, L. F. F. M., Freitas, I. B., Araújo, V. L., & Restle, J. (2020). Effects of increasing nitrogen levels in Mombasa grass on pasture characteristics, chemical composition, and beef cattle performance in the humid tropics of the Amazon. *Tropical Animal Health and Production*, 52(6), 3293–3300. <https://doi.org/10.1007/S11250-020-02360-0/TABLES/4>

Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. max, & Murphy, A. (2017). Fisiologia e desenvolvimento vegetal Diversidade vegetal. In Porto Alegre: Artmed: Vol. 6 ed.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em sistemas de produção intensificados de forma sustentável, 20 a 30% da propriedade devem ser utilizados com plantas forrageiras adaptadas as condições edafoclimáticas da região e que seja eficientemente produtiva. Com base nos resultados desde estudo, observou-se que o capim-quênia possui alto potencial de uso em sistemas de produção intensivos no Cerrado.

O N modificou a dinâmica do perfilhamento, a estrutura, a produção e o valor nutritivo do capim-quênia, aumentou o tempo de uso dos pastos durante o ano, reduziu a estacionalidade na produção de forragem e permitiu a expressão do potencial produtivo nas condições estudadas.

Baseado nas respostas produtivas e morfofisiológicas, observou-se mesmo com o solo corrigido com todos nutrientes em quantidades adequadas para o sistema de produção, a dose de 75kg/ha/ano de N é uma dose limitante para a planta apresentar seu potencial produtivo, tornando inviável o uso desta cultivar para sistemas que não tenham como objetivo altos níveis produtivos. O uso de doses maiores que 150 kg/ha/ano de N devem ser considerados em sistemas de manejo mais intensificados e que buscam maiores níveis de produção, forragem de alta qualidade, sendo necessário o conhecimento do custo do aporte de N para o sistema, afim de manter o equilíbrio benefício:custo.

As avaliações desta pesquisa permitiram a obtenção de informações sobre as respostas do capim-quênia as doses de N e ao pastejo animal, no entanto, pesquisas futuras que avaliem a produção animal serão necessárias para definir o desempenho e a produtividade animal, assim como possibilitará a avaliação econômica do uso de altas doses de N.

O capim-quênia sofreu influência da sazonalidade do Cerrado Brasileiro, sendo um fato a ser considerado para ajuste do manejo, independentemente do nível de intensificação do sistema.