



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MILENA ALVES DOS SANTOS

PRODUÇÃO E PERSISTÊNCIA DO CAPIM-TAMANI MANEJADO
COM DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

FORTALEZA

2021

MILENA ALVES DOS SANTOS

PRODUÇÃO E PERSISTÊNCIA DO CAPIM-TAMANI MANEJADO COM
DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

Dissertação apresentada a Coordenação do Programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia - PPGIZ/UEPB/UFC como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S236p Santos, Milena Alves dos.

Produção e persistência do capim-tamani manejado com diferentes estratégias de adubação nitrogenada / Milena Alves dos Santos. – 2021.

51 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido.

1. Eficiência agrônômica do nitrogênio. 2. Fertilizante de liberação controlada. 3. *Megathyrsus maximus* cv. BRS Tamani. 4. Parcelamento da adubação. 5. Produção de forragem. I. Título.

CDD 636.08

MILENA ALVES DOS SANTOS

PRODUÇÃO E PERSISTÊNCIA DO CAPIM-TAMANI MANEJADO COM
DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

Dissertação apresentada a Coordenação do Programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia - PPGIZ/UFPA/UFPA como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Aprovada em: 30/08/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Elayne Cristina Gadelha Vasconcelos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Marcos Neves Lopes
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

Aos meus pais, Antonio da Silva Santos (*in memoriam*) e Rosa Maria Alves dos Santos.

As vítimas que foram levadas pela Covid-19 (*In memoriam*). Que Deus conforte o coração de todos os familiares que perderam seus entes queridos.

AGRADECIMENTOS

A Deus por seu amor infinito, por ter me concedido saúde, força e disposição para chegar até o final dessa etapa da minha vida, sem ele nada disso seria possível.

A minha mãezinha, Maria, por ter ouvido todas as minhas preces, por sempre passar na frente e tranquilizar meu espírito nos momentos mais difíceis da minha vida.

À Universidade Federal do Ceará e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de formação profissional.

À empresa Produquímica Indústria e Comércio S.A, pela parceria, disponibilização do fertilizante de liberação controlada (Polyblen), para execução dos estudos e pela confiança.

Ao Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura - NEEF, pelo acolhimento, por ceder o espaço necessário para realizar as avaliações, e por ter sido minha segunda casa durante essa etapa da minha vida.

Ao Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido, pelo acolhimento, pela orientação, conselhos e conhecimentos repassados, que sem dúvida contribuíram para o meu crescimento profissional.

A coordenadora do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Prof.^a. Elzânia Sales Pereira, e a secretária do Programa, Francisca Prudêncio Bezerra, pelo apoio, ajuda e prontidão no

Ao corpo docente do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia - PDIZ/UFC/UFPB, pela valiosa contribuição para minha formação profissional e pessoal nos momentos mais precisos.

Aos membros da banca, pela contribuição com o intuito de melhorar o trabalho.

A minha mãe Rosa Maria Alves dos Santos, que sempre foi minha fonte de inspiração, coragem e força. Obrigada por todo seu amor, carinho, educação, apoio e por sempre ter me dado força para nunca desistir em meio às dificuldades, por acreditar em mim, mesmo tendo dias que eu não acreditava. Te amo!

Ao meu pai Antonio da Silva Santos (*In memoriam*) que não pode estar presente neste momento tão incrível da minha vida, mas se hoje conclui essa etapa, devo a ele também. Seus ensinamentos e valores me conduziram até aqui. Saudades eternas!

Aos meus queridos irmãos, Terezinha Alves dos Santos e Diogo Alves dos Santos, por todo apoio, ajuda incondicional, carinho e amor.

Ao meu avô materno Luiz Gonzaga Filho (*In memoriam*), por ter me ensinado valores que carrego comigo até o momento, obrigada por me olhar de algum lugar.

Ao meu querido Pedro de Assis de Oliveira, que nunca desdobrou esforços para me ajudar durante à condução do experimento, sem você não seria possível. Obrigada por todo companheirismo, paciência, palavras amigas, incentivos, conselhos nos momentos críticos e em especial por seu apoio incondicional e amizade.

Ao Prof. Dr. Márcio Cleber de Medeiros Corrêa, pela disponibilidade de sair de sua casa e guardar minhas amostras na estufa do Laboratório do Departamento de Fitotecnia - UFC, obrigada pela parceria e amizade.

Aos amigos e colegas, Abner Girão, Amanda Rocha, Antônia Flávia, Bruno Bezerra, Clemente, Emanoela, Fernandes, Leonardo Fiusa, Jefte Arnon, Samuel Rocha, Josias Wéricles, Gabriela Lima, Gabriela Bastos, Ramon Holanda e João Marcos pela amizade e prosas compartilhadas.

Aos demais membros do NEEF, pela amizade e experiências compartilhadas.

Aos meus queridos amigos, Francisco Gleyson da Silveira Alves e Elayne Cristina Gadelha Vasconcelos, por sempre me apoiarem nos meus projetos, ajuda nas correções da escrita, ensinamentos, conhecimentos partilhados e amizade.

Aos meus queridos amigos, Vitória Gomes Damasceno e Iuri de Almeida Moraes, pela colaboração na condução de algumas colheitas no campo, pela amizade e por todos os nossos momentos “perólas”.

Aos meus queridos amigos que o curso me presenteou, Bárbara Silveira Leandro de Lima, Leydiane Bezerra de Oliveira, José Lucas Guedes dos Santos, Felipe Jackson de Farias Silva, Antônio Nascimento, Juvenaldo Florentino Canjá, Larysson Feitosa dos Santos, Ster Veríssimo Correia, por todo apoio, trocas de conhecimentos, companheirismo e amizade.

A minha mais nova família, Dona Noélia, Sr. Francisco, Ceíça, João Paulo, Layla Lima, Laysa, Cecília, Yarla, Kemile, Andreia, Adriano, Dona Benicie e Reginaldo pela recepção em suas casas, carinho e amizade.

Aos meus queridos amigos Chikym Vasconcelos (Mano), Brenna Karen, Claudiana Vasconcelos, Tonny, Marcelo Santana (Cello), Eliomara Brito, Adão Pontes e Rafael Ferreira por todo apoio e amizade ao longo desses anos.

Aos meus queridos primos, Cricy Oliveira, Dimas Alves, Nelyne Lopes, por todo apoio e por sempre acreditarem em mim.

A meu querido primo Rogério Santos e sua esposa Valdenice da Silva (Val), pela recepção em sua casa, por todo apoio e amizade.

Aos meus queridos amigos do “busão de Lisieux”, Gleyson Mesquita, Wallace Paiva, Ivana Cassimiro, Janaiara Paiva, Maiksuel Segundo, por sempre terem acreditado que eu chegaria nessa etapa da minha vida, obrigada pelo apoio e amizade ao longo desses anos.

Ao Prof. Dr. Marcos Neves Lopes, pela valiosa contribuição na recomendação de adubação do experimento.

Ao meu colega Vitor Macedo, pela valiosa contribuição na análise estatística dos dados.

A minha querida Maria Salete de Oliveira, pela valiosa contribuição nas revisões linguísticas. Meu muito obrigada flor.

Aos funcionários do NEEF, Sr. Francisco, Sr. Tiago, Sr. Júnior, Sr. Vanderlei, Sr. Chico Caucaia, Sr. Laércio e pela ajuda na aplicação de defensivos agrícolas, capinas, limpezas da área experimental, pelos cafézinhos da tarde e pela amizade ao longo dessa etapa.

Aos vigilantes Sr. Ribamar e Sr. Mauro pela amizade ao longo dessa etapa.

A todos que colaboraram de forma direta ou indireta na realização deste trabalho, muito obrigada.

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

“Eu tentei 99 vezes e falhei, mas na centésima tentativa eu consegui, nunca desista de seus objetivos mesmo que esses pareçam impossíveis, a próxima tentativa pode ser a vitoriosa.”

(Albert Einstein)

RESUMO

Objetivou-se avaliar as características estruturais, componentes da biomassa e eficiência agrônômica no uso do nitrogênio do capim-tamani manejado sob diferentes estratégias de adubação nitrogenada. Adotou-se um delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos corresponderam a um fertilizante de liberação controlada parcelado em uma vez, duas, quatro e seis ao ano (FLC 1X, FLC 2X, FLC 4X e FLC 6X, respectivamente), ureia convencional (UC) e sem adubação nitrogenada (0N). A altura do dossel e o número de novas folhas por perfilho apresentaram melhores resultados nos pastos manejados com FLC 6X (32,80 cm e 2,60, respectivamente). Para a densidade populacional de perfilhos, os maiores valores foram observados para as estratégias UC, FLC 4X e FLC 6X (1571; 1540 e 1568 perfilhos m⁻², respectivamente). Os pastos manejados com FLC 4X apresentaram um incremento de 28,10 e 197,76% para a biomassa de forragem total acumulada e de 27,48% e 209,21% para a biomassa de forragem verde acumulada quando comparados com os pastos manejados com UC e 0N, respectivamente. Maior biomassa de lâmina verde acumulada foi observada em pastos manejados com FLC 4X (25.561,00 kg ha⁻¹ ano⁻¹). Para a relação lâmina foliar/colmo, destaca-se os pastos manejados com FLC 4X e 6X que apresentaram maiores valores. Pastos manejados com FLC 4X apresentaram maior eficiência agrônômica no uso do nitrogênio (29,56 kg MS/kg N). O parcelamento em quatro ou seis vezes do fertilizante nitrogenado de liberação controlada afeta positivamente as características estruturais do dossel, os componentes da biomassa do capim-tamani e a eficiência agrônômica do uso do nitrogênio.

Palavras-chave: eficiência agrônômica do nitrogênio; fertilizante de liberação controlada; *Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani; parcelamento da adubação; produção de forragem.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the structural characteristics, biomass components and nitrogen use agronomic efficiency of Tamani grass managed under different nitrogen fertilization strategies. A randomized block design with four replications was adopted. The treatments were the application of a fertilizer of controlled release fractioned into one, two, four and six applications per year (FCR 1X, FCR 2X, FCR 4X and FCR 6X), conventional urea (CU) and no N fertilization (0N). Canopy height and number of new leaves per tiller showed better results in pastures managed with FCR 6X (32.80 cm and 2.60, respectively). The highest tiller population density values were observed in the treatments CU, FCR 4X and FCR 6X (1.571; 1.540 and 1.568 tillers m², respectively). Pastures managed with FCR 4X showed increments of 28.10 and 197.76% in total accumulated forage biomass and 27.48% and 209.21% in accumulated green forage biomass when compared to pastures managed with CU and 0N, respectively. Greater accumulated green leaf blade biomass was observed in pastures managed with FCR 4X (25,561.00 kg ha⁻¹ year⁻¹). Pastures managed with FCR 4X and 6X showed the highest values of leaf/stem ratio. Pastures managed with FCR 4X showed higher nitrogen use agronomic efficiency (29.56 kg DM/kg N). Four or six applications of nitrogen fertilizer of controlled release positively affected canopy structural characteristics, biomass components of Tamani grass and nitrogen use agronomic efficiency.

Keywords: fertilizer fractionation; fertilizer of controlled release; forage production; *Megathyrsus maximus* cv. BRS Tamani; nitrogen agronomic efficiency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Vista geral da área experimental no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura- NEEF/DZ/CCA/UFC	25
Figura 2 – Dados climáticos colhidos durante o período experimental	26
Figura 3 – Corte de uniformização do pasto a 10 cm acima do solo (A e B) e aplicação dos fertilizantes nitrogenados via lanço (C)	28
Figura 4 – Desfolhação mecânica com o cortador de grama adaptado e corte residual a 16 cm	28
Figura 5 – Mensuração da altura do dossel (AD) com o bastão gradual retrátil (A, B e C)	29
Figura 6 – Avaliação da densidade populacional de perfilhos (DPP) com a moldura (A, B e C)	30
Figura 7 – Mensuração do número de novas folhas produzidas por perfilho (NFP) (A e B)	30
Figura 8 – Colheita das amostras do capim-tamani para estimativa dos componentes da biomassa colhível (A, B, C e D)	31
Figura 9 – Secagem das amostras em estufa de ventilação forçada a 55°C (A, B e C)	32
Figura 10 – Características estruturais do capim-tamani submetido à diferentes estratégias de adubação ao longo de um ano de produção (A, B e C)	33
Figura 11 – Componentes da biomassa do capim-tamani submetido à diferentes estratégias de adubação ao longo de um ano de produção (A, B, C e D)	36
Figura 12 – Biomassa de forragem morta acumulada, relações lâmina foliar/colmo e material vivo/morto e eficiência agrônômica no uso do nitrogênio do capim-tamani submetido a diferentes estratégias de adubação ao longo de um ano de produção (A, B, C e D)	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características químicas do solo da área experimental, na profundidade de 0 a 20 cm	26
Tabela 2 – Características estruturais do capim-tamani submetido à diferentes estratégias de adubação e ciclos de produção.....	49
Tabela 3 – Componentes da biomassa do capim-tamani submetido à diferentes estratégias de adubação e ciclos de produção.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAPFCO	Association of American Plant Food Control Official
AD	Altura do Dossel
Al	Alumínio
BCVa	Biomassa de Colmo Verde acumulada
BCVc	Biomassa de Colmo Verde colhível
BLVa	Biomassa de Lâmina Verde acumulada
BLVc	Biomassa de Lâmina Verde colhível
BFMa	Biomassa de Forragem Morta acumulada
BFMc	Biomassa de Forragem Morta colhível
BFTa	Biomassa de Forragem Total acumulada
BFTc	Biomassa de Forragem Total colhível
BFVa	Biomassa de Forragem Verde acumulada
BFVc	Biomassa de Forragem Verde colhível
Ca	Cálcio
CO(NH ₂) ₂	Ureia
CTCt	Capacidade de Troca de Cátions Efetiva
DPP	Densidade Populacional de Perfilhos
EA	Eficiência Agronômica
EUN	Eficiência de Uso de Nitrogênio
FLC	Fertilizantes de Liberação Controlada
HNO ₃	Ácido Nítrico
K	Potássio
LF/C	Lâmina Foliar/Colmo
Mg	Magnésio
M.O	Matéria Orgânica
MV/MM	Material Vivo/Material Morto
N	Nitrogênio
NEEF	Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura
NFP	Número de Novas Folhas Produzidas por Perfilho
NH ₃ -N	Nitrogênio Amoniacal

NH ₄ NO ₃	Nitrato de Amônio
(NH ₄) ₂ SO ₄	Sulfato de amônia
P	Fósforo
pH	Potencial Hidrogeniônico
SB	Soma de Bases
UC	Ureia Convencional
0N	Sem Adubação Nitrogenada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	Adubação nitrogenada	18
2.2	O capim-tamani	20
2.3	Perdas de nitrogênio no sistema solo-planta-atmosfera	20
2.4	Ureia e a eficiência de uso de nitrogênio	22
2.5	Fertilizantes de liberação controlada	23
3	MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1	Caracterização da área experimental	25
3.2	Delineamento experimental e tratamentos	26
3.3	Manejo do pasto	27
3.4	Avaliações e variáveis analisadas	29
3.4.1	<i>Características estruturais, componentes da biomassa colhível do pasto e eficiência agrônômica no uso do nitrogênio</i>	29
3.5	Análise estatística	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS	42
	APÊNDICE A – CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DO CAPIM-TAMANI SUBMETIDO À SEIS ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO E TREZE CICLOS DE ADUBAÇÃO	49
	APÊNDICE B – COMPONENTES DA BIOMASSA COLHÍVEL DO CAPIM-TAMANI SUBMETIDO À SEIS ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO E TREZE CICLOS DE PRODUÇÃO	50
	ANEXO A – DECLARAÇÃO DE REVISÃO ORTOGRÁFICA	52
	ANEXO B – DECLARAÇÃO DE CORREÇÃO DO INGLÊS	53

1 INTRODUÇÃO

As pastagens constituem o alimento mais acessível para os rebanhos, podendo contribuir de forma integral ou em grande parte para o atendimento das exigências dos animais, desde que manejadas adequadamente (CHAGAS et al., 2017).

No manejo das pastagens, o nitrogênio é o nutriente mais limitante para o crescimento das plantas, sendo extraído em grandes quantidades pelas gramíneas (COSTA et al., 2016) e é um constituinte de muitos componentes celulares associados ao processo fotossintético (TAIZ et al., 2017). Por tudo isso, a aplicação de fertilizante nitrogenado deve ter prioridade para manter a elevada produção e a persistência do pasto (ROSADO et al., 2017).

Gramíneas forrageiras pertencentes ao gênero *Megathyrsus* (syn. *Panicum*) têm papel fundamental na intensificação de sistemas de produção. Isto ocorre principalmente por essas forrageiras apresentarem características relevantes, como bom valor nutritivo, alto rendimento e resposta positiva a fatores de produção. Dentre as espécies do gênero *Megathyrsus*, o *Megathyrsus maximus* cv. BRS Tamani, vem demonstrando ser uma cultivar promissora e uma boa opção de forragem, por apresentar características favoráveis para sua introdução em um sistema de produção (EMBRAPA, 2015), além de ser considerada uma gramínea bastante responsiva ao manejo intensivo com adubação nitrogenada.

O manejo da adubação nitrogenada se torna complexo devido à multiplicidade de reações químicas e biológicas que ocorrem no solo envolvendo esse macronutriente, além da alta dependência de condições edafoclimáticas e vulnerabilidade a perdas do sistema solo-planta (VILLALBA, 2014).

A ureia é o fertilizante nitrogenado mais comum no mercado brasileiro por ter um custo relativamente baixo por quilograma de nutriente, em relação aos outros fertilizantes nitrogenados. Entretanto, o nitrogênio é susceptível a perdas, principalmente por meio dos processos de lixiviação, desnitrificação e volatilização (EDMEADES, 2015). Um dos entraves do uso da ureia convencional, são as perdas por meio da volatilização. Esse processo torna-se mais agravante quando há falta de chuvas e temperaturas elevadas após sua aplicação (MARTHA-JUNIOR et al., 2004).

Essa problemática que acarreta danos ao meio ambiente, bem como à baixa eficiência no uso do nitrogênio (LAM et al., 2019), atualmente vem sendo estudadas algumas estratégias que propiciem maior eficiência desse nitrogênio e mitigação da emissão de amônia e óxido nítrico para a atmosfera. Dentre essas, destacam-se a utilização de fertilizantes aprimorados, como aqueles revestidos com inibidor de uréase (NBPT) (PAN et al., 2016; XIA et al., 2017)

e a utilização de fertilizantes de liberação controlada (FLC), como a ureia com polímeros (URP) e fertilizantes de liberação lenta. Além do manejo da adubação, como parcelamento da dose em distintas aplicações durante o ano. Os FLC de nutrientes demonstram um grande potencial de uso devido à sua praticidade de aplicação, maior eficiência de uso dos nutrientes e à redução no número de aplicações durante o ano. Contudo fazem-se necessários estudos que comprovem a viabilidade desses fertilizantes em condições de campo.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar as características estruturais, componentes da biomassa e eficiência agrônômica no uso do nitrogênio do capim-tamani manejado sob diferentes estratégias de adubação nitrogenada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Adubação nitrogenada em pastagens

A adubação nitrogenada se tornou uma atividade fortemente indicada para pastagens com plantas forrageiras responsivas a esse nutrientes e com alta capacidade de produção de biomassa de forragem (PARIS et al., 2009; VITOR et al., 2009). As gramíneas lançadas no mercado vem se mostrando responsivas à adição desse nutriente, garantindo uma maior produção e um valor nutricional superior (COSTA et al., 2009; VIANA et al., 2011).

Contudo, altas doses, juntamente a condições climáticas favoráveis, podem acelerar a maturidade da planta, isso acarreta em um aumento na senescência foliar e reduz consideravelmente a digestibilidade da matéria seca se a planta for utilizada em idades avançadas, conseqüentemente o desempenho animal é afetado (VITOR et al., 2009). Ao avaliar o efeito das doses de 0; 80; 160 e 240 kg de N ha⁻¹, Martuscello et al. (2015), observaram que conforme a dose de adubação nitrogenada aumenta, a planta forrageira responde positivamente por meio do incremento na matéria seca. Forrageiras que possuem potencial produtivo elevado, precisam de uma elevada concentração de nutrientes no solo, sendo necessário sua reposição em proporções adequadas (PRIMAVESI, 2004; COSTA et al., 2010).

Vasconcelos et al. (2020), trabalhando com distintas doses equivalentes a: 0; 300; 600 e 1200 kg ha⁻¹ ano⁻¹, observaram que os índices morfogênicos do tamani são favorecidas pelas doses de nitrogênio, permitindo incremento na produção de forragem total e acumulada, registrando o efeito positivo do nitrogênio, que também pode ser observado nos componentes da biomassa de forragem. Os autores, ainda concluem que características morfofisiológicas do

capim-tamani são influenciadas positivamente com uma dosagem avaliada em $1200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, para máxima resposta biológica.

Marques et al. (2016), trabalhando com o massai submetido a quatro doses de nitrogênio (0; 40; 80 e 120 mg dm^{-3}) e três épocas de adubação após o corte (um, três e sete dias), observaram diferença entre as épocas de adubação apenas para biomassa de lâmina foliar verde, visto que as maiores médias foram observadas na adubação feita um dia após o corte. Os autores concluíram que o momento de aplicação do nitrogênio após o corte teve efeito pouco expressivo e apenas para a biomassa de forragem. Garcez Neto et al. (2012) concluíram que a utilização de doses de nitrogênio apresentou melhor resposta produtiva no capim-mombaça, quando a adubação foi realizada após 6 a 11 dias de rebrotação. Segundo Carvalho (2017), a adubação nitrogenada no capim-tanzânia deve ser realizada o quanto antes, e se possível, no mesmo dia do corte ou desfolhação. Dantas (2019), concluiu em seu trabalho que a aplicação nitrogenada do capim BRS Quênia pode ser realizada em até oito dias após o corte de uniformidade e a do capim BRS Tamani deve ser adubado imediatamente, ou o mais próximo do corte de uniformização.

Outro fator preponderante ligado a adubação nitrogenada é o incremento no perfilhamento, podendo estar ligado ao aumento na reciclagem celular, levando ao aparecimento e crescimentos de tecidos, incluindo a de gemas basilares e axilares precursoras de perfilhos (MARTUSCELLO et al., 2015). Estando ligado a biomassa de forragem e emissão de perfilhos, o nitrogênio também auxilia na produção de raízes, elevando o comprimento, superfície específica e biomassa, o que favorece a absorção dos demais nutrientes (BATISTA; MONTEIRO, 2006).

A resposta à adubação nitrogenada pode ser limitada por diversos fatores, como teor de matéria orgânica no solo, disponibilidade de água, forma de aplicação, época do ano, condições climáticas, potencial da planta, intervalo entre cortes e interações com os demais nutrientes (BERNARDI et al., 2018).

Face ao exposto, torna-se importante estudar e conhecer o efeito das doses de nitrogênio sobre as características estruturais do dossel, componentes da biomassa, índices morfogenéticos, composição bromatológica, além de compreender o momento adequado de aplicar este nutriente, para reduzir perdas e conseqüentemente aumentar a eficiência de uso do nutriente. Ressalta-se, que cada espécie forrageira apresentam características distintas e necessidades nutricionais particulares, por isso é de suma importância conhecer para que durante o manejo não ocorra nenhum erro, implicando em uma deficiência nutricional para a planta ou até mesmo pelo excesso de algum nutriente (PRADO, 2008).

2.2 O capim-tamani

As gramíneas forrageiras pertencentes ao gênero *Megathyrus* (syn. *Panicum*) têm um papel fundamental na intensificação de sistemas de produção. Isto ocorre principalmente por essas forrageiras apresentarem características relevantes, como bom valor nutritivo, alto rendimento e resposta positiva a fatores de produção. Dentre as espécies do gênero *Megathyrus*, o capim-tamani, vem demonstrando ser uma cultivar promissora e uma boa opção de forragem, por apresentar características favoráveis para sua introdução em um sistema de produção (EMBRAPA, 2015), além de apresentar flexibilidade aos possíveis erros de manejo e adaptação as condições edafoclimáticas das regiões tropicais. Esse cultivar foi lançado no mercado com o intuito de maximizar as características que não foram alcançadas pelo capim-massai e pretensão a resistência aos danos causados pelo fungo *Bipolaris maydis*, que foi visto pela primeira no capim-tanzânia no ano de 2003, causando mancha foliar .

O capim-tamani foi o primeiro híbrido lançado em 2015 pela EMBRAPA com apoio da Associação para Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras (UNIPASTO), oriunda do cruzamento entre a planta sexual S12 e o acesso apomítico T60 (BRA-007234). Essa cultivar é considerada como planta cespitosa com porte baixo, alta emissão de lâminas foliares com elevado valor nutritivo, colmos finos e sem cerosidade, boa produtividade e vigor, além disso apresenta moderada resistência às cigarrinhas das pastagens (EMBRAPA, 2015). Outras características podem ser também atribuídas a essa gramínea, como baixa tolerância ao encharcamento do solo e maior persistência a condições de baixas temperaturas quando comparadas aos cultivares Massai e Tanzânia, sendo semelhante ao capim-mombaça (EMBRAPA, 2018).

Os estudos que vem avaliando sua adaptabilidade e desenvolvimento para os sistemas produtivos, tornam-se importantes. Todavia, são necessários estudos que contrastem suas características fisiológicas e produtivas possibilitando conhecer melhor o desempenho dessa gramínea pouco estudada.

2.3 Perdas de nitrogênio no sistema solo-planta-atmosfera

Apenas uma parte do nitrogênio mineral aplicado é absorvido pelas plantas, devido a sua alta instabilidade no ambiente. Ao se adotar o manejo da adubação, o nitrogênio não absorvido pelo sistema radicular da planta pode ser perdido para sistema solo-planta-atmosfera por meio de alguns processos como lixiviação, volatilização (VARGAS, 2010). Ou

pode ser incorporado à matéria orgânica do solo, que gera uma redução na eficiência de aproveitamento do nutriente e na produção de biomassa de forragem (FARIA, 2020). Todos esses processos afetam diretamente o aproveitamento do nutriente às plantas.

Em consequência pode ocorrer a degradação da pastagem que é um processo de perda de vigor e consequente perda de produção e qualidade (FERREIRA et al., 2010). Tais perdas se tornam cada vez maiores, com um manejo inadequado da adubação nitrogenada, e o uso de doses muito altas (BERNARDI et al., 2018).

Martha Junior et al. (2007), relataram que para uma maior eficiência no uso do nutriente por meio da planta e redução nas perdas por lixiviação, deve-se utilizar, por aplicação, a máxima dose de adubação nitrogenada correspondendo a $60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Também doses muito elevadas, diante das perdas por lixiviação e volatilização, podem resultar em prejuízos à economicidade do sistema, além do impacto ambiental (MARANHÃO et al., 2010; BERNARDI., 2018).

Dines et al. (2002), sugeriram como alternativa para reduzir a lixiviação de nitrato, a adequação da época de aplicação, a dose de nitrogênio adotada para aplicação, o uso de testes de solo e monitoramento das plantas para determinação da concentração de nitrogênio, a diversificação das rotações de culturas, o uso de plantas de cobertura, a otimização de técnicas de aplicação de nitrogênio.

Motavalli et al. (2008), também destacaram o uso de inibidores de nitrificação e/ou fertilizantes de liberação controlada como opção para diminuir a lixiviação de nitrato nos sistemas agrícolas. Caso ocorram condições de anaerobiose no solo, o NO_3^- também poderá ser convertido a formas gasosas como N_2 e N_2O que poderão ficar retidos em agregados do solo ou difundir até a atmosfera, contribuindo para o agravamento de um problema mundial conhecido como efeito estufa (VILLALBA, 2014).

Chagas et al. (2017), trabalhando com volatilização de distintos fertilizantes nitrogenados (ureia, ureia revestida com polímero e nitrato de amônio) observaram que as perdas de nitrogênio amoniacal ($\text{NH}_3\text{-N}$) por volatilização foram menores quando utilizou-se ureia com inibidor de urease [N-(n¹ butil) tiofosfórico triamida] e ureia com polímero, quando comparadas a ureia convencional. Os autores ainda concluíram que a ureia com NBPT retardou o pico de volatilização em dois dias em relação a ureia convencional. Validando a hipótese que com o uso de fertilizantes aprimorados, mitigam as perdas de amônia para o meio.

Com a intensificação do sistema de produção, conseqüentemente aumentará a demanda de nutrientes, não apenas com relação a dose preconizada no manejo, como já foi estudado por

diversos autores (COLOZZA et al., 2000; COSTA et al., 2010), mas também pelo melhor momento de se fazer a adubação, buscando-se minimizar as perdas destes nutrientes no sistema.

2.4 Ureia e a eficiência de uso de nitrogênio

Os fertilizantes nitrogenados mais utilizados no Brasil são a ureia [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$], o nitrato de amônio (NH_4NO_3) e o sulfato de amônio [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] (GARCIA, 2016). Esses fertilizantes são sintetizados a partir da amônia (NH_3), que é gerada a partir do N^2 atmosférico e do H pelo processo Haber-Bosch (SMIL, 1997).

A combinação de ácido nítrico (HNO_3) com a amônia origina o nitrato de amônio; e outros ácidos neutralizando a amônia dão origem ao sulfato de amônio. A ureia é produzida a partir da reação entre a amônia com o dióxido de carbono, que é um subproduto da sua síntese, o que proporciona em menor custo comparado com as outras fontes, além de não envolver reações com ácidos (CANTARELLA, 2007).

A ureia é a principal fonte nitrogenada, por apresentar menor relação custo-benefício, apresenta aproximadamente 45% de nitrogênio. Outras vantagens da ureia estão relacionadas com a sua alta solubilidade, baixa corrosividade e pronta absorção pelas plantas via foliar (GOULD et al., 1986).

Alguns autores observaram que o uso da ureia, apresenta desvantagens atribuídas com a possibilidade de perdas de nitrogênio (N) por volatilização de NH_3 (LARA CABEZAS et al., 2000), por lixiviação de nitrato (NO_3^-) (HONG et al., 2007) e desnitrificação (DUSENBURY et al., 2008), podendo também ocorrer imobilização de nitrogênio pelos microrganismos do solo, o que reduz a eficiência de uso de nitrogênio (EUN) pelas culturas agrícolas.

Um dos entraves atribuídos em se adotar o uso da ureia é a sua volatilização na forma de amônia ser bastante elevada, diminuindo a sua eficiência no fornecimento de N para as culturas. Entretanto, com intuito de melhorar a eficiência no uso do nitrogênio, vem sendo adotado alguns manejos de adubação como o parcelamento da aplicação durante cada ciclo, bem com a diluição da ureia com água e aplicada via pulverização.

Guo et al. (2016) trabalhando com milho, observaram em experimentos de campo, que a ureia juntamente com um agente retentor de água aplicados na distância de 10 cm e 5 cm, a partir da semente do milho, aumentaram a EUN e a eficiência de uso da água comparado com uma aplicação a 10 cm de distância na mesma profundidade da semente.

Vitor et al. (2009), avaliando a produtividade do capim-elefante, observaram aumento na produção de biomassa seca, com incremento de aproximadamente 8,14 kg de matéria seca

para cada quilograma de nitrogênio aplicado. Resultados semelhantes foram observados no capim-marandu, que quando submetido a três doses de nitrogênio (100; 200 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹), sob duas fontes distintas (sulfato de amônio e ureia), apresentou um acréscimo linear na produção de biomassa seca, com incremento de 78 e 71% para as duas fontes de nitrogênio, respectivamente (COSTA, 2007). Alexandrino et al. (2005) trabalhando com quatro doses de nitrogênio (45; 90; 180 e 360 mg dm⁻³), observaram também efeito linear crescente para produção da matéria seca do capim-marandu.

2.5 Fertilizantes de liberação controlada

Os fertilizantes nitrogenados que já vem sendo usados, sofrem melhorias contínuas, visando melhorar a eficiência no uso do nitrogênio (EUN) e minimizar os impactos ambientais (TRENKEL, 2010).

Os adubos nitrogenados que atendem de forma significativa, as características de um fertilizante ideal, podem ser denominados de fertilizantes estabilizados, de liberação lenta e liberação controlada (AAPFCO, 1997). Apesar desses adubos aprimorados possam vir contribuir com a EUN, bem como mitigar os efeitos negativos ao meio ambiente, sabe-se que os erros no manejo do campo e da cultura não podem ser minimizados pelo uso desses fertilizantes (TRENKEL, 2010).

A AAPFCO (1997), relatou que os fertilizantes de liberação lenta e controlada, são sinônimos, sendo aqueles que possuem nutrientes de uma forma que atrasa sua liberação após serem aplicados, onde a disponibilidade do nutriente e a absorção pelas plantas, é retardada por um período significamente maior em comparação com um de rápida disponibilidade, como em exemplo a ureia convencional, nitrato de amônio.

Os fertilizantes de liberação controlada (FLC), são determinados como aqueles que em seu processo de liberação está sujeita unicamente a temperatura e a espessura do revestimento, sendo que essa definição é atribuída aos adubos revestidos por polímeros, que são um dos exemplos de FLC, enquanto que os fertilizante de liberação lenta, apresentam atrasos ou menores taxas de liberação no nutriente em relação aos adubos comuns (FAN, 2011), sendo afetados principalmente por condições ambientais como pH, teor de umidade, aeração, dentre outros (MARIANO et al., 2011).

Segundo Villalba (2014), os FLC possuem um padrão de liberação de nutriente sigmoidal, onde na primeira fase ocorre uma lenta liberação, indo para a segunda fase de rápida liberação (linear), e passando para terceira fase de liberação, com disponibilidade total do

nutriente. Todavia, Du et al. (2006), explicaram que esse retardo na liberação inicial do fertilizante, pode ser atribuído a necessidade do preenchimento da água nos espaços no interior do grânulo, e quando essa etapa é atingida, começa a liberação constante do nutriente, que dependerá da solubilidade, difusividade e permeação do elemento por meio da película do polímero ou do composto que reveste o próprio grânulo, bem como a interação com a temperatura, o meio que está sendo aplicado esse adubo, e a umidade do mesmo (MARIANO et al., 2011).

Villalba (2013), avaliando diferentes proporções da mistura de ureia com ureia revestida com enxofre e polímero em solos distintos, no Brasil, observou que as proporções com 70% ou mais de ureia recoberta com enxofre e polímero e acima disso, forneceram elevada concentração de nitrogênio mineral no solo comparado com proporções com menores quantidades de ureia recoberta com enxofre e polímero. Todavia, os estudos avaliando o uso de FLC em combinações com fontes convencionais são escassos e foram realizados, em sua maioria, em condições de clima temperado (NOELLSCH et al., 2009; GRANT et al., 2012).

Liu et al. (2008), enfatizaram que a principal função desse revestimento do fertilizante é promover a sua liberação de forma gradual, reduzindo a quantidade liberada a cada instante, com intuito de diminuir as perdas para o meio. Dessa forma, há o aumento da eficiência no uso dos nutrientes, bem como redução de custos e de mitigação dos efeitos sobre o ambiente (YAN; ZHENG, 2007).

Até pouco tempo, esses fertilizantes tinham um nicho de mercado específico, onde eram recomendados somente para culturas perenes, ornamentais e gramadas, pelo preço ser bastante elevado (VILLALBA, 2014). Com o desenvolvimento da tecnologia da ureia recoberta com polímero, tem tornado esse tipo de insumo acessível para sistemas de produção de grãos e oleaginosas (CHIEN et al., 2009; GAGNON et al., 2012). Atualmente, a alteração conseguiu diminuir o diferencial de preços, que chegava a custar cerca de 2,4 a 10 vezes mais do que os insumos convencionais, mudando o posicionamento desses produtos no mercado, com foco nas culturas extensivas de interesse comercial, como milho, arroz, cevada, trigo, café, eucalipto, citros, batata e tomate (VILLALBA, 2014).

O elevado custo no manuseio das doses de nitrogênio e aplicações dos adubos, faz com que se busquem outras alternativas que propicie uma redução nas perdas causadas com os fertilizantes convencionais, buscando-se aumentar a produtividade e mitigar a poluição das águas subterrâneas e a emissão de gases de efeito estufa, desse modo, os FLC surgem nesse cenário, como uma alternativa promissora por diminuir a quantidade de nitrogênio aplicado à

cultura sem prejudicar a produção, reduzindo possíveis perdas de nitrogênio, em comparação ao uso da ureia (GARCIA, 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O estudo foi realizado na cidade de Fortaleza (latitude sul 03°45'47'' e longitude oeste 38°31'23''), no período de março de 2020 a março de 2021. O clima da região é Aw', classificação dada por Köppen (1936), que se configura como tropical chuvoso com precipitações de verão. O solo é classificado como Argissolo Amarelo Eutrófico Típico (SANTOS et al., 2018). O experimento foi alocado em uma área estabelecida há três anos, com aproximadamente 300 m² (Figura 1).

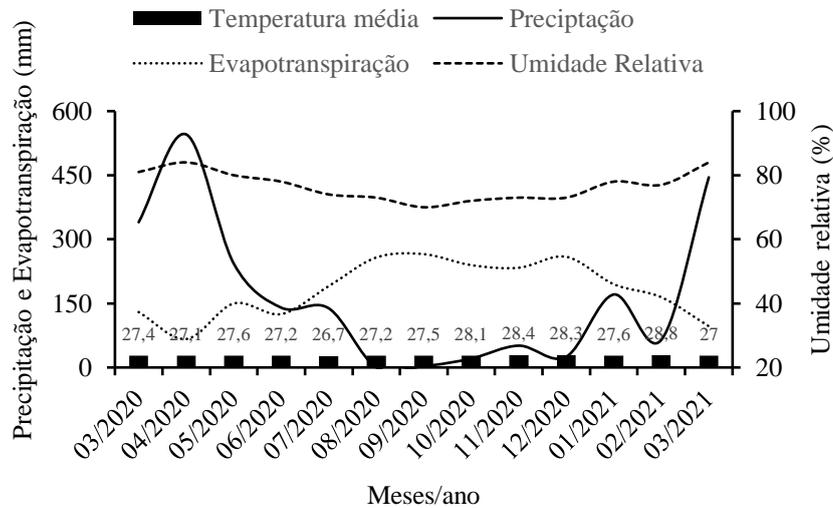
Figura 1- Vista geral da área experimental no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura-NEEF/DZ/CCA/UFC



Fonte: Milena A. Santos

Os dados climáticos referentes ao período experimental foram obtidos na Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará, no Campus do Pici (Figura 2), localizada a aproximadamente 650 m em relação a área experimental.

Figura 2 - Dados climáticos colhidos durante o período experimental



Fonte: Milena A. Santos

Antes do início do experimento coletaram-se amostras de solo, na camada de 0 – 20 cm de profundidade, por meio de uma amostra composta e levada para análise no Laboratório de Solos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos-FUNCEME/Universidade Federal do Ceará, para a determinação das características químicas (Tabela 1).

Tabela 1- Características químicas do solo da área experimental, na profundidade de 0 a 20 cm

Ph	MO	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	SB	CTCt
(H ₂ O)	g dm ⁻³	----- mg dm ⁻³ -----	-----	-----	-----	mmol _c dm ⁻³ -----	-----	-----
6,8	7,5	21,0	70,4	1,1	0,3	0	1,9	2,4
Acidez fraca	Baixa	Médio	Médio	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Baixa

P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg– magnésio; pH – potencial hidrogeniônico; Al – alumínio; SB – soma de bases; CTCt – capacidade de troca de cátions efetiva; M.O. – matéria orgânica.

A partir dos resultados da análise de solo, foi feita a recomendação de adubação para forrageira com alto potencial produtivo e manejo de alto nível tecnológico, conforme a CFSEMG (RIBEIRO et al. 1999), com aplicações de manutenção/produção durante os ciclos de crescimento da forrageira durante o período experimental.

3.2 Tratamentos e Delineamento Experimental

As estratégias de adubação consistiram de diferentes parcelamentos de um fertilizante de liberação controlada (FLC) (polyblen, Produquímica Indústria e Comércio S.A) para o capim-tamani, correspondendo a dose de nitrogênio de $600 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$: fertilizante de liberação controlada parcelado a cada 365 dias (FLC 1x/ano), 182 dias (FLC 2x/ano), 91 dias (FLC 4x/ano), 61 dias (FLC 6x/ano), ureia convencional (UC), dividida em duas parcelas para cada ciclo e sem adubação nitrogenada (0N), num delineamento em blocos casualizados com quatro repetições (parcelas sob corte), totalizando 24 unidades experimentais. A aplicação a lanço para as diferentes estratégias de adubação, exceto aquela que não recebeu adubação nitrogenada, foi feita de forma adaptada devido as parcelas serem pequenas ($12,5 \text{ m}^2$ cada), tendo todo um cuidado para uma aplicação uniforme dos fertilizantes.

3.3 Manejo do pasto

Foi realizado um corte de uniformização a 10 cm de altura com o auxílio de uma roçadeira lateral e retirado de dentro dos piquetes a biomassa imediatamente depois do corte (Figuras 3A e 3B). Em seguida foi feita a adubação de manutenção, segundo recomendações baseando-se na análise do solo, nas seguintes doses: 20 kg ha^{-1} de P_2O_5 , tendo como fonte o superfosfato simples, 100 kg ha^{-1} de K_2O , usando-se o cloreto de potássio como fonte e 50 kg ha^{-1} de FTE BR 12 como fonte de micronutrientes. A adubação nitrogenada foi feita de acordo com os tratamentos preconizados. Ambas aplicações foram feitas a lanço (Figura 3C).

Manejou-se o pasto do cv. BRS Tamani sob irrigação por aspersão fixa de baixa pressão (pressão de serviço $\leq 2,0 \text{ kgf cm}^{-2}$), recebendo lâmina de irrigação de 6,8 mm por dia (VASCONCELOS et al., 2020). A irrigação era realizada no período matutino inicialmente às 6:00 horas. Inicialmente realizou-se a avaliação do sistema de irrigação, por meio da implantação de pluviômetros (Fabrimar®) na altura de 40 cm, em toda a área experimental com espaçamento de 3,0 x 3,0 m, visando-se averiguar a uniformidade de aplicação da lâmina de água na unidade experimental e para determinação dos parâmetros acima citados.

Figura 3 - Corte de uniformização do pasto a 10 cm acima do solo (A e B) e aplicação dos fertilizantes nitrogenados via lanço (C)



Fonte: Pedro A. Oliveira

Para a desfolhação foi utilizado um cortador de grama adaptado para cortar em diferentes alturas residuais (TRAPER, MC -650_G), sendo que o corte de todas as parcelas correspondeu a 16 cm de altura (Figura 4A e B). Essa altura foi fixa para todos os tratamentos avaliados, conforme um pré-ensaio feito por Vasconcelos (2018).

Figura 4 - Desfolhação mecânica com o cortador de grama adaptado e corte residual a 16 cm



Fonte: Mauro Antônio

As avaliações descritas a seguir foram realizadas para todas as estratégias de adubação durante o intervalo fixo de cortes de 21 dias, com adubação nitrogenada correspondente a $600 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, sendo essa desfolhação equivalente ao número de três novas folhas produzidas por perfilho (Vasconcelos et al., 2020).

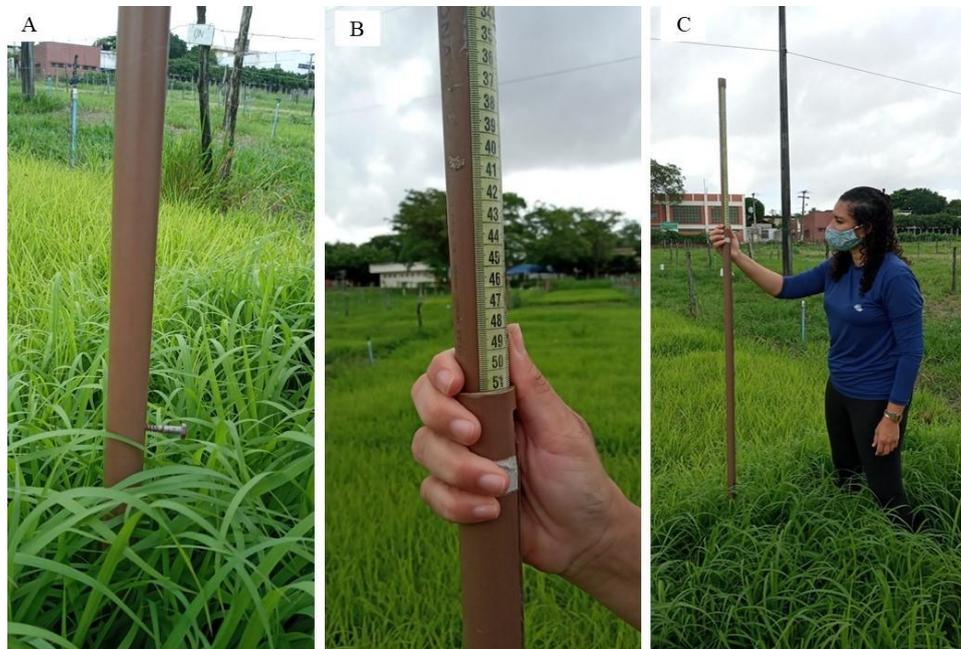
3.4 Avaliações e variáveis analisadas

3.4.1 Características estruturais, componentes da biomassa colhível do pasto e eficiência no uso do nitrogênio

Para as mensurações das características estruturais do dossel, foram realizadas as seguintes avaliações:

A) altura do dossel (AD), estimada medindo-se em 20 pontos, por cada parcela, com auxílio de um bastão graduado (Figuras 5A, B e C);

Figura 5 - Mensuração da altura do dossel (AD) com o bastão gradual retrátil (A, B e C)



Fonte: Ramon Holanda

B) densidade populacional de perfilhos (DPP), contabilizando-se os perfilhos dentro de duas amostras por parcela cada uma constituída de uma moldura de $0,25 \times 0,25 \text{ m}$ (Figura 6 A, B e C);

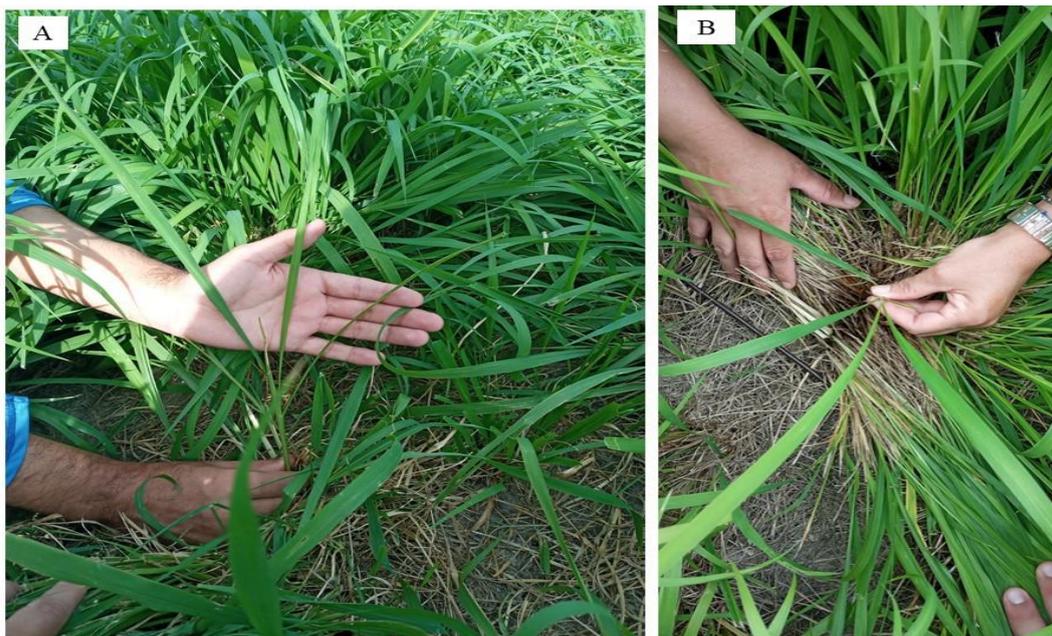
Figura 6 - Avaliação da densidade populacional de perfilhos (DPP) com a moldura (A, B e C)



Fonte: Ramon Holanda

C) número de novas folhas produzidas por perfilho (NFP), contando-se o número de novas folhas expandidas por perfilho, como sendo atribuído o valor 1,0 para aquelas em que a lígula já se encontrava exposta e 0,5 para folhas que a lígula ainda não estava exposta, amostrando-se 10 perfilhos aleatoriamente, por parcela (Figura 7 A e B);

Figura 7 - Mensuração do número de novas folhas produzidas por perfilho (NFP)



Fonte: Milena A. Santos

As biomassas de forragem total colhível (BFTc), de forragem morta colhível (BFMc), de forragem verde colhível (BFVc), de lâmina foliar verde colhível (BLVc), de colmo verde colhível (BCVc), relações material vivo/material morto (MV/MM) e lâmina foliar/colmo (LF/C), foram cortadas a uma altura de 16 cm acima do solo, numa moldura de 0,50 x 0,50 m, duas amostras por parcela (Figura 9 A, B e C) onde eram levadas para o laboratório para separar o material vivo do material morto e em seguida, separar as lâminas foliares dos colmos (Figura 8 D). A partir das biomassas colhíveis foi feito um somatório para estimar as biomassas acumuladas ao longo do período avaliado.

Figura 8 - Colheita das amostras do capim-tamani para estimativa dos componentes da biomassa colhível (A, B, C e D)



Fonte: Milena A. Santos

Logo após o fracionamento, as amostras foram pesadas e levadas para o Laboratório de Nutrição animal pertencente ao Departamento de Zootecnia (Figura 9A) e para o Laboratório da Fitotecnia, pertencente ao Departamento de Fitotecnia (Figuras 9B e 9C), onde foram colocadas para secarem em estufas de ventilação forçada a 55 °C até atingir peso constante e pesadas novamente. A partir do peso seco total e das frações foram quantificadas as biomassas de forragem colhível.

Além disso, foi calculada a eficiência relativa ao nitrogênio: eficiência agrônômica (EA), de acordo com Fageria (1998), pela fórmula: $EA = [\text{BFC no pasto adubado com N (kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}) - \text{BFC (kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}) \text{ no pasto na ausência do N}] / \text{Dose de N aplicado (kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1})$.

Figura 9 - Secagem das amostras em estufa de ventilação forçada a 55°C (A, B e C)



Fonte: Milena A. Dos Santos

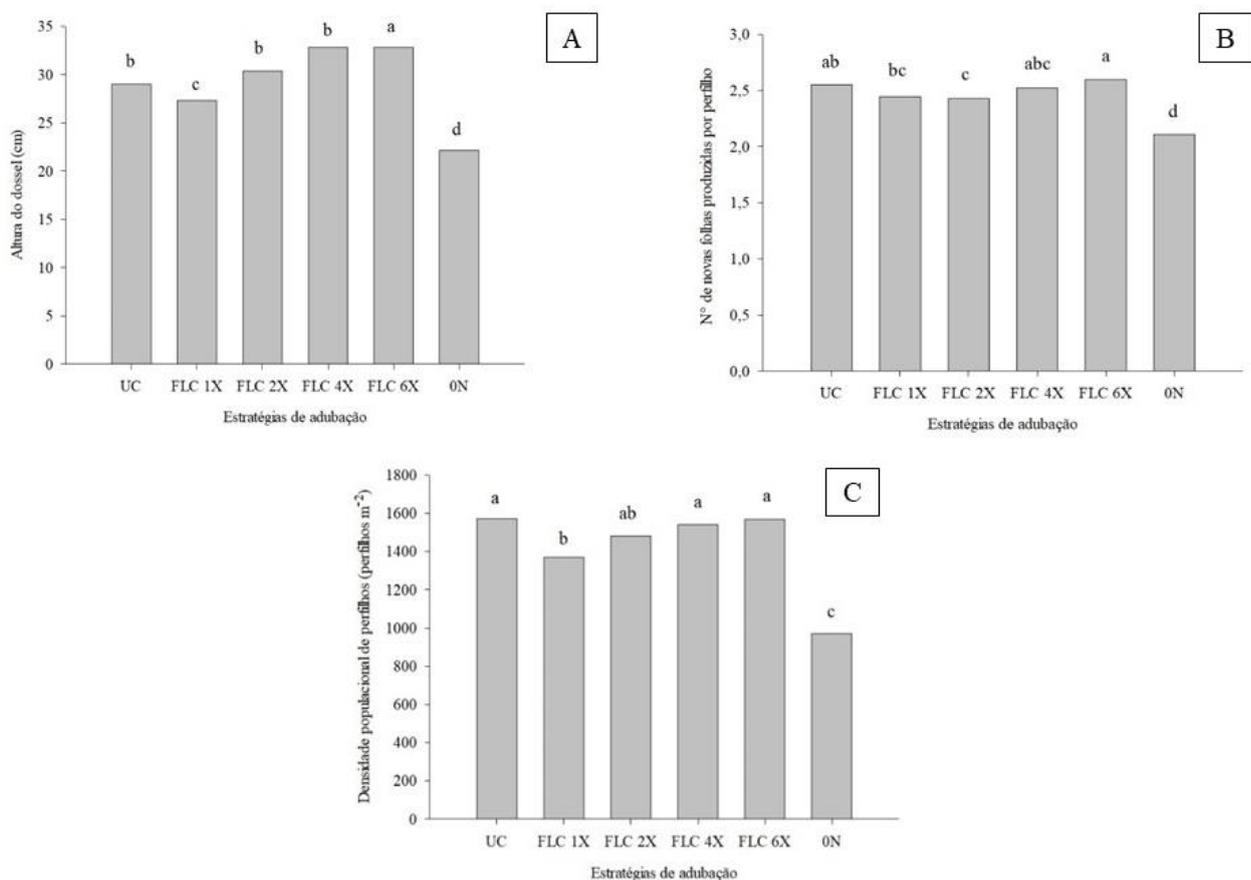
3.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade de variâncias de Levene, e normalidade dos resíduos pelo teste Shapiro-Wilk. A diferença entre os tratamentos foi testada pelo teste F na análise de variância, a 0,05 de significância. A comparação de médias entre os tratamentos foi realizada pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) das estratégias de adubação sobre as características estruturais do dossel: Altura do dossel (AD), Número de novas folhas produzidas por perfilho (NFP) e Densidade populacional de perfilhos (DPP) (Figura 10).

Figura 10 – Características estruturais do capim-tamani submetido à diferentes estratégias de adubação ao longo de um ano de produção (A, B e C)



Médias seguidas de letras distintas, , diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Fertilizante de liberação controlada – FLC; Ureia convencional – UC; sem adubação nitrogenada – 0N.

A altura do dossel apresentou a maior média para a estratégia de adubação manejada com FLC 6X ao ano (32,80 cm), quando comparada com o pasto que não recebe adubação nitrogenada (22,11 cm) (Figura 10 A). Martuscello et al. (2019), observou efeito da adubação nitrogenada sobre a altura do capim BRS Tamani foi linear positivo, com aumento de 16,3 cm para 25,5 cm para as plantas com 0 e 200 mg/dm⁻³, respectivamente. Por ser um macronutriente importante para as plantas devido à sua participação em diversos processos fisiológicos

(PRADO, 2008), a menor AD observada nas plantas que não receberam adubação, provavelmente, está relacionada à baixa utilização de assimilados pela planta, o que influencia negativamente o seu crescimento (RUTFY JR. et al., 1988).

Sabe-se que o fracionamento da dose nitrogenada favorece a marcha de absorção do nitrogênio (MARSCHNER, 1995) e que o fertilizante de liberação controlada promove uma menor perda do nutriente para o ambiente, proporcionando maiores concentrações do mesmo na solução do solo. A altura do dossel é uma avaliação prática de manejo, que não pode ser feita isoladamente, e sim, associado a outras características fisiológicas e morfológicas, devido ao estiolamento em gramíneas tropicais (CUTRIM JUNIOR et al., 2011).

Para o número de novas folhas produzidas por perfilho (NFP) (Figura 10 B), as maiores produções foram observadas nos pastos que receberam adubação nitrogenada, quando comparadas com os observados nos pastos que não receberam adubação nitrogenada. O pasto manejado com FLC 6X ao ano, apresentou a melhor produção de NFP, correspondendo a 2,60, quando comparada com as demais estratégias de adubação, com valores estimados de 2,54; 2,44; 2,43; 2,52 e 2,11 (UC; FLC 1X; FLC 2X; FLC 4X e 0N, respectivamente) (Figura 10 B). Apesar do NFP ser uma característica determinada geneticamente, observa-se respostas às variações de clima e solo, podendo ser diminuída em condições de estresse (MARTUSCELLO et al., 2015). Nesse sentido, sabendo-se que o capim-tamani apresenta alta capacidade de resposta ao nitrogênio, é provável que na ausência desse nutriente, seja promovida uma redução do aparecimento de novos perfilhos e conseqüentemente de novas folhas (PEREIRA et al., 2010). Incrementos na característica em questão também foram observados por Martuscello et al. (2006), avaliando as respostas estruturais e índices morfogênicos do capim-massai, à adubação nitrogenada.

O NFP tem sido utilizado como critério para determinação do período de descanso que potencialize as respostas produtivas (CÂNDIDO et al., 2005; CÂNDIDO et al., 2006). Tal critério, fundamentado no fluxo de biomassa da forrageira, visa a prevenir as perdas de biomassa por senescência de folhas e perfilhos, de modo a otimizar a eficiência de utilização da forragem produzida, garantindo ainda que a forrageira renove completamente suas reservas orgânicas, evitando assim, uma possível degradação do pasto (FULKERSON; DONAGHY, 2001; CÂNDIDO et al., 2005).

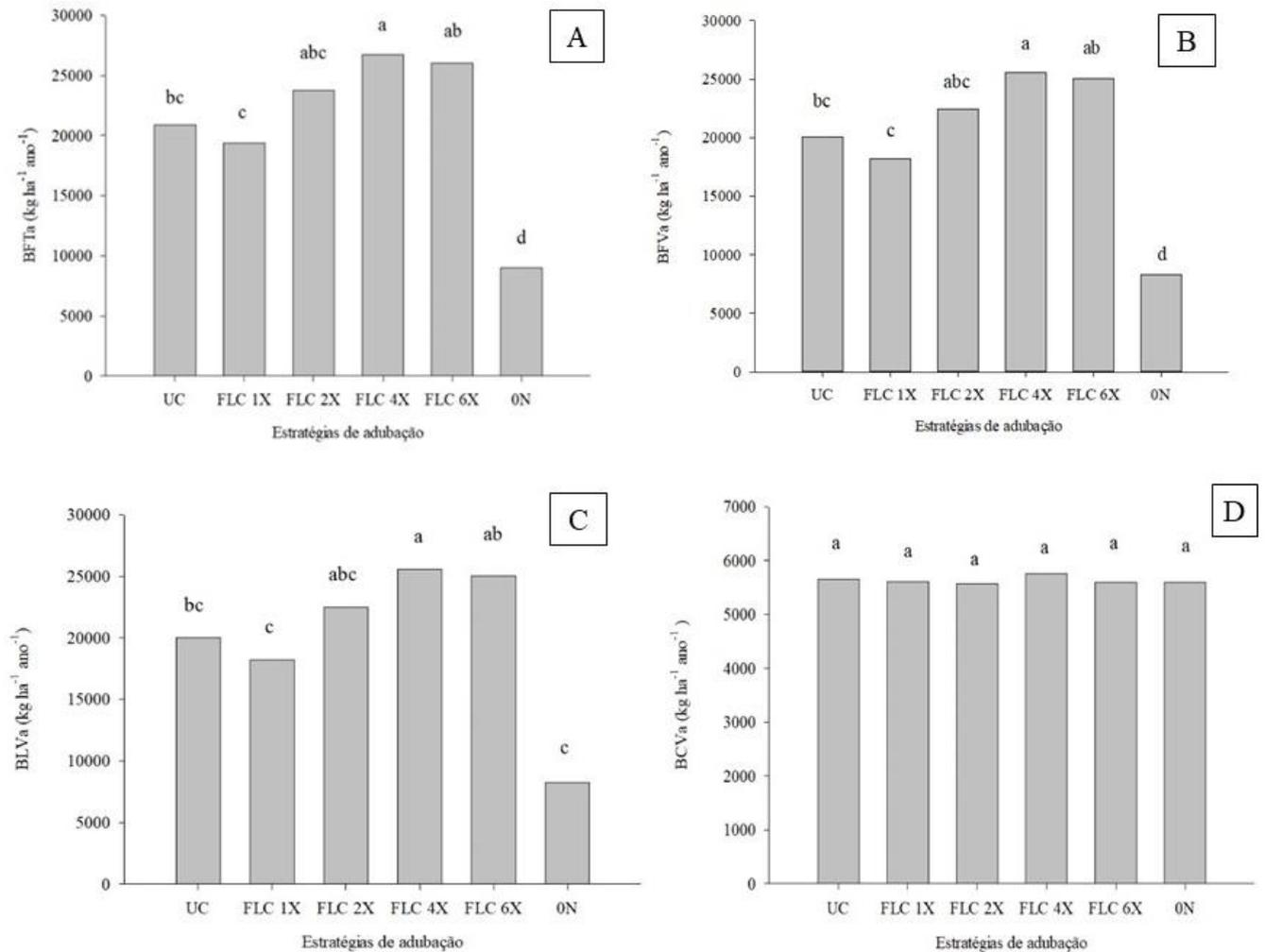
Para a DPP, os maiores valores foram observados nos pastos submetidos a adubação nitrogenada, quando comparado com aquele pasto que não recebeu adubação nitrogenada (Figura 10 C). Isso pode ser atrelado à disponibilidade do nitrogênio, o nutriente que mais influencia o perfilhamento das gramíneas. Sua aplicação na dose certa proporciona elevada

produção de fotoassimilados e altas taxas de crescimento, permitindo maior duração do perfilhamento e sobrevivência do perfilho (FARIA et al., 2019). Os melhores valores para DPP, foram observados para as estratégias de adubação UC, FLC 4X e FLC 6X (1571; 1540 e 1568 perfilhos m^{-2} , respectivamente) (Figura 10 C), quando comparadas com as demais estratégias avaliadas FLC 1X, FLC 2X e 0N (1368; 1480 e 970 perfilhos m^{-2} , respectivamente). Este resultado indica um melhor vigor do pasto e rápida rebrotação como efeito dos parcelamentos das aplicações, que garantiu a persistência e perenidade do pasto, até o final do período avaliado.

A maior disponibilidade no uso do nitrogênio nos pastos manejados com às estratégias FLCs, provavelmente, influenciou o perfilhamento pelo efeito estimulante do nitrogênio nos pontos de crescimento (ALEXANDRINO et al., 2004). Vasconcelos et al. (2020), trabalhando com o capim-tamani submetido a diferentes doses de nitrogênio, observaram que na maior dose, avaliada a $1200 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, houve um aumento de 21,54% em relação a ausência de adubação nitrogenada, com valores estimados em 2239 e 2853 perfilhos m^2 , para as doses de 0,0 e $1200 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, respectivamente. Lopes et al. (2011) também observaram efeito positivo do aumento das doses de nitrogênio sob a DPP, constatando-se um aumento de 32,9% na variável para a dose de 600 mg N dm^{-3} em relação à ausência de fertilização nitrogenada.

De forma geral, houve efeito ($P < 0,05$) entre as estratégias de adubação para: biomassa de forragem total acumulada (BFTa), biomassa de lâmina foliar verde acumulada (BLVa), biomassa de forragem verde acumulada (BFVa), biomassa de forragem morta acumulada (BFMa), relação lâmina foliar/colmo (LF/C) e relação material vivo/ material morto (MV/MM) (Figura 11). Para a variável de biomassa de colmo verde acumulada (BCVa), entretanto, não houve efeito ($P > 0,05$) (Figura 11).

Figura 11 - Componentes da biomassa do capim-tamani submetido à diferentes estratégias de adubação ao longo de um ano de produção (A, B, C e D)



Médias seguidas de letras distintas, diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Fertilizante de liberação controlada – FLC; Ureia convencional – UC; sem adubação nitrogenada – 0N.

Para a BFTa, observou-se maiores acúmulos para as estratégias de adubação com o fertilizante de liberação controlada (FLC) e ureia convencional (UC), com destaque para aquele pasto que recebeu o parcelamento de quatro vezes ao ano (FLC 4X), apesar de serem semelhantes estatisticamente as estratégias de adubação com parcelamento duas vezes e seis vezes ao ano (FLC 2X e FLC 6X) (Figura 11 A). O pasto manejado com FLC 4X, apresentou um incremento de aproximadamente 28,10% em relação ao pasto manejado com a ureia convencional (UC) e de 197,06% para aquele pasto que não recebeu adubação nitrogenada, ressaltando, que a menor média de BFTa, foi observada no pasto que não recebeu adubação (0N) (Figura 11 A).

Tais respostas enfatizam a importância de adotar o manejo da adubação nitrogenada, tornando uma prática de suma importância quando se deseja intensificar a produção de biomassa em gramíneas forrageiras, uma vez que o nitrogênio atua como indutor de processos metabólicos que determinam a produção, sendo um dos nutrientes extraídos em maior quantidade pelas plantas (FARIA, 2020). Por isso, em condição de adequada disponibilidade de nitrogênio, logo após o corte ou pastejo, ocorre rápida expansão das folhas, com acelerada reposição dos tecidos fotossintéticos, resultando na recuperação da planta e maior vigor de rebrotação (CECATO et al., 2000).

Vasconcelos et al. (2020), enfatizam que o aumento da produção de biomassa de capim-tamani com o incremento das doses, é justificado pela participação do nitrogênio como um agente controlador dos processos de crescimento e desenvolvimento das plantas.

Dentre as respostas observadas, pode-se dizer que esse incremento positivo BFTa do pasto manejado com FLC 4x está relacionado a melhor eficiência no uso do nitrogênio (29,56 Kg de MS/ kg de N) (Figura 11 A), garantida pela fonte utilizada e também pela estratégia de parcelamento aplicada. Tendo em vista que a UC proporciona maiores perdas de nitrogênio para o ambiente, principalmente por meio do processo de volatilização como observado por Chagas et al. (2017), que ao testar diferentes fontes de nitrogênio relataram que a UC obteve as maiores taxas de volatilização, tendo em seu total volatilizado cerca de 28,10%, ao ser comparado com a ureia protegida por polímero e ureia com inibidor de urease, que apresentaram perdas estimadas de 18,3 e 17,3%, respectivamente.

Vale ressaltar que a magnitude da resposta depende do sincronismo entre a disponibilidade de nutrientes e as necessidades da planta forrageira na rebrotação (MARQUES et al., 2016).

Para a BFVa, os pastos manejados com FLC e UC apresentaram médias superiores àqueles sem adubação nitrogenada (Figura 11 B). Pode ser observado para esse componente em questão o mesmo comportamento entre as estratégias de adubação observado para a BFTa (Figura 11 A). A maior BFVa observada nas estratégias de adubação FLC é resultante das mais altas produções de BLVc e BCVc (Figura 11 C e D). O pasto manejado com FLC 4X, apresentou um incremento positivo de aproximadamente 27,48% e 209,21%, quando comparados com os pastos manejados com UC e 0N, respectivamente.

O componente de BFVa apresentou valores estimados de 20.055,00; 18.211,00; 22.474,00; 25.566,00; 25.067,00 e 8.269,00 kg·ha⁻¹·ano⁻¹, para as estratégias de adubação UC; FLC 1X; FLC 2X; FLC 4X; FLC 6X e 0N, respectivamente. Esse aumento na produção de BFVa de capim-tamani, pode ser atribuído aos parcelamentos dos fertilizantes de liberação

controlada e do manejo com a ureia convencional, sustentando a afirmação feita por Vasconcelos et. al, 2020, onde a participação do nitrogênio atua como um agente controlador dos processos de crescimento e desenvolvimento das plantas, propiciando uma elevada produção de biomassa pelo processo de fixação de CO₂.

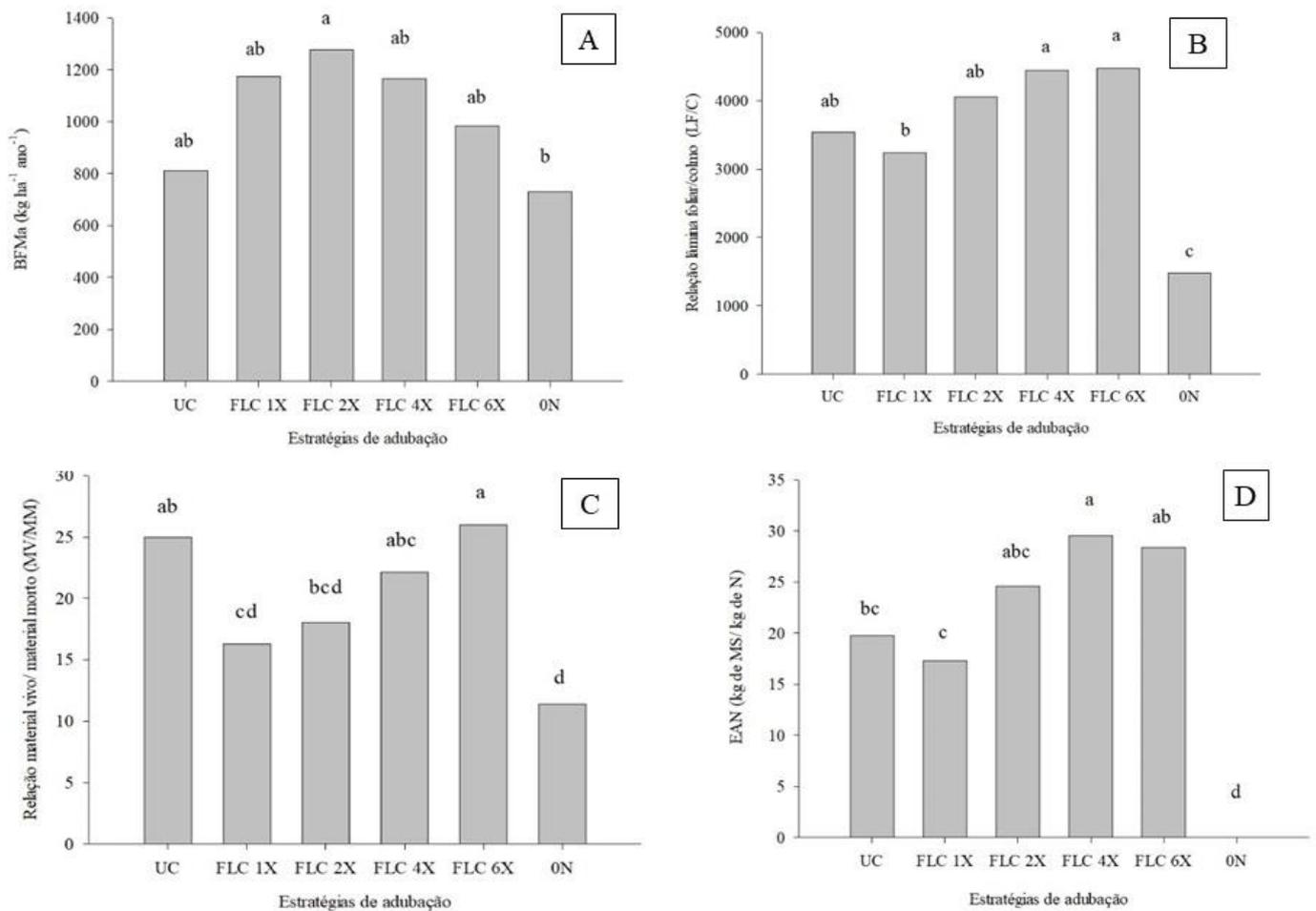
Para a BLVa, foi observado maiores produções para as estratégias manejadas com FLC 2X, 4X, 6X e UC (22.468,00; 25.561,00; 25.061 e 20.049,00 kg·ha⁻¹·ano⁻¹, respectivamente), quando comparado com as estratégias FLC 1X e 0N (18.205,00; 8.262,00 kg·ha⁻¹·ano⁻¹, respectivamente) (Figura 11 C).

A estratégia de adubação manejada com FLC 4X ao ano, proporcionou ao capim-tamani uma produção de 25.561,00 kg·ha⁻¹·ano⁻¹ de BLVa, durante o período avaliado em contrapartida ao 8.262,00 kg·ha⁻¹·ano⁻¹ do pasto que não recebeu adubação nitrogenada ao longo desse mesmo período (Figura 11 C). Tal resposta, enfatiza um incremento na produção de 17.299,00 kg·ha⁻¹·ano⁻¹, o que consolida que a produção de biomassa de lâmina foliar é influenciada fortemente pela adubação nitrogenada, que por sua vez, altera os processos de crescimento das gramíneas. A aplicação deste macronutriente é uma forma primordial quando se deseja obter incremento na produtividade dos pastos, principalmente em se tratando de forrageiras que responde de forma eficiente a sua aplicação, como é o caso da espécie *Panicum maximum* (MARTUSCELLO et al., 2015).

A proporção de lâminas foliares no dossel forrageiro, é uma variável de suma importância, pois é a fração que em pastejo é mais selecionada pelos animais (SILVA et al., 2015). Ressalta-se, que em ambientes onde as condições não são controladas as variáveis BFV_c e BLV_c podem ser afetadas também pela temperatura elevada que estimula o alongamento foliar associado à água disponibilizada via irrigação (VASCONCELOS et al., 2020).

Não houve efeito (P>0,05), para as estratégias de adubação para o componente BCVa, apresentando produção estimada em 5.658,00; 5.610,00; 5.565,00; 5.758,00; 5.603,00 e 5.590,00 kg·ha⁻¹·ano⁻¹ (UC; FLC 1X; FLC 2X; FLC 4X; FLC 6X e 0N, respectivamente) (Figura 11 D). Vasconcelos (2018), ao trabalhar com diferentes doses de nitrogênio, observou que não houve efeito das doses de nitrogênio para a BCVc com valores médios e iguais a 2,27 ± 1,82 kg·ha⁻¹·ano⁻¹, respectivamente. Tal fato deve-se à elevada densidade populacional de perfilhos (DPP) (Figura 10 C) e possivelmente pode ser explicado pela própria característica genética da cultivar em questão que apresenta baixa produção de colmo, que dependendo do manejo adotado, pode minimizar o estiolamento do colmo, propiciando um pasto com elevada produção de lâminas foliares verdes, como observado nesse trabalho para a variável BLVa (Figura 11 C).

Figura 12 - Biomassa de forragem morta acumulada, relações lâmina foliar/colmo e material vivo/morto e eficiência agrônômica no uso do nitrogênio do capim-tamani submetido a diferentes estratégias de adubação ao longo de um ano de produção (A, B, C e D)



Médias seguidas de letras distintas, diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Fertilizante de liberação controlada – FLC; Ureia convencional – UC; sem adubação nitrogenada – 0N.

Para a BFMa, as estratégias de adubação (UC; FLC 1X; FLC 4X e FLC 6X) apresentaram médias semelhantes (813,00; 1.175,00; 1.166,00; 982,00 kg·ha⁻¹·ano⁻¹, respectivamente), exceto os pastos manejados com as estratégias com FLC 2X e 0N (1.276,00 e 731,00 kg·ha⁻¹·ano⁻¹, respectivamente) (Figura 12 A), sendo que a maior produção de forragem morta ocorreu no pasto manejado com FLC 2X ano. É possível que a senescência das folhas inferiores tenha sido antecipada, em consequência da redução da capacidade fotossintética ocasionada pelo sombreamento mútuo das folhas da porção superior do dossel (CUTRIM JUNIOR et al., 2014).

Para a relação lâmina foliar/colmo (LF/C), os pastos manejados com as estratégias de adubação apresentaram as maiores relações quando comparadas com o pasto que não recebeu adubação nitrogenada, com destaque para aqueles pastos manejados com FLC 4X e 6X ao ano, com médias superiores a 4.447,00 e 4.474,00 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$, respectivamente (Figura 12 B). Tais respostas podem ser atribuídas as mais elevadas produção de BLVa e a baixa produção de BCVa, observadas no presente estudo (Figura 11 C e D). Quando a relação lâmina foliar/colmo é alta, representa uma biomassa de forragem com elevada proteína e digestibilidade, por ter maior proporção de lâminas foliares, permitindo um maior consumo voluntário de matéria seca pelos animais (VASCONCELOS, et al., 2020), sendo essa relação LF/C uma variável de destaque para o manejo de gramíneas tropicais, pois está diretamente ligada ao consumo e a facilidade com que os animais apreendem a forragem (GOMIDE et al., 2007; PALHANO et al., 2007).

Para a relação MV/MM, a maior relação foi observada na estratégia manejada com FLC 6X, com média estimada em 25,96 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$, respectivamente. Em contrapartida com as demais estratégias de adubação UC; FLC 1X; FLC 2X FLC 4X e 0N (24,96; 16,28; 18,02; 22,14 e 11,37 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ respectivamente) (Figura 12 C).

Para a variável eficiência agrônômica no uso do nitrogênio (EAN), houve efeito ($P < 0,05$) para as estratégias de adubação estudadas, com destaque para o pasto manejado com FLC 4X ao ano, que apresentou a maior eficiência (29,56 Kg de MS/ kg de N) quando comparado com os demais pastos, apesar de ser semelhante aos pastos manejados com FLC 2X (24,58 Kg de MS/ kg de N) e FLC 6X (28,41 Kg de MS/ kg de N), respectivamente (Figura 12 D). Essa melhor eficiência nas estratégias de adubação manejadas com FLC 2X, 4X e 6X ao ano, pode ser atribuída ao maior número de parcelamentos das aplicações durante o período avaliado, que garantiu uma menor redução nas perdas de nitrogênio, garantindo maior disponibilidade do nutriente para as culturas durante toda a rebrotação (TOMASZEWSKA et al., 2002).

Os melhores valores observados nos pastos com o FLC, pode ser relacionado à eficiência do fertilizante de tecnologia de liberação controlada dos nutrientes, proporcionado pela estrutura do grânulo que ao entrar em contato com a umidade do solo, solubilizam os nutrientes no interior da cápsula, formando uma solução nutritiva e liberando-a de forma gradual, atendendo às necessidades das culturas (SHAVIV; MIKKELSEN, 1993; TRENKEL, 2010; SU et al., 2010; GUO et al., 2016).

5 CONCLUSÃO

O parcelamento em quatro ou seis vezes do fertilizante nitrogenado de liberação controlada afeta positivamente as características estruturais do dossel e os componentes da biomassa do capim-tamani e a eficiência agronômica do uso do nitrogênio.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E.; JUNIOR, D. N.; MOSQUIM, P. R.; REGAZZI, A. J.; ROCHA, F. C. Características morfológicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1372-1379, 2004.
- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; MOSQUIM, .R.; ROCHA, F.C.; SOUZA, D.P. Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e frequências de cortes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, p. 17-24, 2005.
- ASSOCIATION OF AMERICAN PLANT FOOD CONTROL OFFICIALS, **Official Publication 57**. West Lafayette: AAPFCO, 1997.
- BATISTA, K.; MONTEIRO, F.A. Sistema radicular do capim-Marandu, considerando doses de nitrogênio e de enxofre. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 30, p. 821-828, 2006.
- BERNARDI, A.; SILVA, A. W. L.; BARETTA, D. Estudo metanalítico da resposta de gramíneas perenes de verão à adubação nitrogenada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, p. 545-553, 2018.
- CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE, C. A. M.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, W. E. Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 406-415, 2005.
- CÂNDIDO, M. J. D.; SILVA, R. G.; NEIVA, J. N. M.; FACÓ, O.; BENEVIDES, Y. I.; FARIAS, S. F. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia pastejado por ovinos sob três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 2234-2242, 2006.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F. *et al.*, ed. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 376-449.
- CARVALHO, P. O. Z. **Capins MG-5 Vitória e Tanzânia adubados com nitrogênio em diferentes dias após a desfolha**. 2017. 30p. Monografia (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, 2017.
- CECATO, U.; YANAKA, F. Y.; MARIO RAMOS TOSCANO DE BRITO FILHO, M. R. T.; SANTOS, G. T.; CANTO, M. W.; ONORATO, W. M.; PETERNELLI, M. Influência da adubação nitrogenada e fosfatada na produção, na rebrota e no perfilhamento do capim-marandu (*Brachiaria brizantha* [Hochst] Stapf. cv. Marandu). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 22, p. 817-822, 2000.
- CHAGAS, P. H. M.; GOUVEIA, G. C. C.; COSTA, G. G. S.; BARBOSA, W. F. S.; ALVES, A.C. Volatilização de amônia em pastagem adubada com fontes nitrogenadas. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, p. 76-80, 2017.

CHIEN, S.H.; PROCHNOW, L.I.; CANTARELLA, H. Recent developments of fertilizer production and use to improve nutrient efficiency and minimize environmental impacts. **Advances in Agronomy**, [s.l.], v. 102, p. 267-322, 2009.

COLOZZA, M.T.; KIEHL, J.C.; WERNER, J.C.; SCHAMMASS, E.A. Respostas de *Panicum maximum* cultivar Aruana a doses de nitrogênio. **Boletim de Indústria Animal**, v. 57, p. 21-32, 2000.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.; ALVAREZ, V.H. (Eds.). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. 5.ed. Viçosa: UFV, 359 p, 1999.

COSTA, C. H. M.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; NETO, J. F. Hytomass decomposition and nutrients release from pearl millet, Quinea grass and palisade grass. **Bioscience Journal**, v. 32, p. 1191–1203, 2016.

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, p. 192-199, 2010.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; ARAÚJO, J.L.; RODRIGUES, R.B. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu.II - nutrição nitrogenada da planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1601- 1607, 2008.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; ARAÚJO, J.L.; RODRIGUES, R.B. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu.II - nutrição nitrogenada da planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1601- 1607, 2009.

COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; FAQUIN, V. et al. Produção de massa seca e nutrição nitrogenada de cultivares de brachiaria brizantha (a. Rich) stapf sob doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 1578-1585, 2009.

CUTRIM JUNIOR, J.A.A.; BEZERRA, A.P.A.; FARIAS, S.F.; AQUINO, R.M. da S.; SOMBRA, W.A.; ANDRADE, R.R. de; CÂNDIDO, M.J.D. Morfofisiologia do capim-tifton 85 manejado intensivamente sob corte. **Acta Tecnológica**, v. 9, p. 62-69, 2014.

CUTRIM JUNIOR, J.A.A.; CÂNDIDO, M.J.D.; VALENTE, B.S.M.; CARNEIRO, M.S. de S.; CARNEIRO, H.A.V. Características estruturais do dossel de capim-Tanzânia submetido a três frequências de desfolhação e dois resíduos pós-pastejo. **Revista Brasileira e Zootecnia**, v. 40, p. 489-497, 2011.

DANTAS, V. G. V. **Quantos dias após a desfolha deve-se adubar com nitrogênio os capins BRS Tamani e BRS Quênia?**. 2019. 27p. Monografia (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis-MT. 2019.

DINNES, D.L.; KARLEN, D.L.; JAYBES, D.B.; KASPAR, T.C.; HATFIELD, J.L.; COLVIN, T.S.; CAMBARDELLA, C.A. Nitrogen management strategies to reduce nitrate leaching in tile-drained Midwestern soils. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, p. 153-171, 2002.

DU, C.; ZHOU, J.; SHAVIV; WANG, H. Mathematical model for potassium release from polymer-coated fertilizer. **Biosystems Engineering**, v. 88, p. 395-400, 2006.

DUSENBURY, M.P.; ENGEL, R.E.; MILLER, P.R.; LEMKE, R.L.; WALLANDER, R. Nitrous oxide emissions from a Northern Great Plains soil as influenced by nitrogen management and cropping system. **Journal of Environmental Quality**, v. 37, p. 542-550, 2008.

EDMEADES, D. C. The evaluation of a controlled release nitrogen fertiliser. **Journal of New Zealand Grasslands**, v. 77, p. 147-152, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA - BRS **Tamani, forrageira híbrida de *Panicum maximum***. Embrapa Gado de Corte. 2015. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1011507/brs-tamani-forrageira-hibrida-de-panicum-maximum>>. Acessado em 27 de junho de 2021.

FAN, X.; LI, Y.; ALVA, A. Effects of temperature and soil type on ammonia volatilization from slow-release nitrogen fertilizers. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 42, p. 1111- 1122, 2011.

FARIA, D. A. **Adubação nitrogenada de capins tropicais: Momento de aplicação e digestão *in vitro* da forragem**. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2020.

FARIA, D. A.; AVELINO, A. C. D.; CABRAL, C. E. A.; ABREI, J. G.; BARROS, L. V.; CABRAL, C. H. A.; DANTAS, V. G. V.; GUARNIERI, S. F.; NETO, A. B.; ASSIS, L. M. B. Investigating the Optimal Day for Nitrogen Fertilization on Piatã palisadegrass and Quênia guineagrass after Defoliation. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 34, p. 1-11, 2019.

FERREIRA, R. R. M.; FILHO, J. T.; FERREIRA, V. M. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 31, p. 913-932, 2010.

FULKERSON, W.J.; DONAGHY, D.J. Plant soluble carbohydrate reserves and senescence – key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass based 35 pasture: a review. **Australian Journal Experimental Agriculture**, v. 41, p. 261-275, 2001.

GAGNON, B.; ZIADI, N.; GRANT, C. Urea fertilizer forms affect grain corn yield and nitrogen use efficiency. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 92, p. 341-351, 2012.

GARCEZ NETO, A. F.; GOBBI, K. F.; SILVA, J. SANTOS, T. M. Tillering and biomass partitioning of Mombasa grass under nitrogen fertilization during regrowth. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 41, p. 1824-1831, 2012.

GARCIA, P. L. **Eficiência da adubação com misturas de ureia comercial e ureia recoberta com enxofre e polímero na semeadura do milho**. 2016. Dissertação (Mestrado), USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2016.

GOMIDE, C.A. de M.; GOMIDE, J.A.; ALEXANDRINO, E. Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-Mombaça submetidos a períodos de descanso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1487-1494, 2007.

GOULD, W.D.; HAGEDORN, C.; McCREADY, R.G.L. Urea transformation and fertilizer efficiency in soil. **Advances in Agronomy**, v. 40, p. 209-238, 1986.

GRANT, C.A.; WU, R.; SELLES, F.; HARKER, K.N.; CLAYTON, G.W.; BITTMAN, S.; ZEBARTH, B.J.; LUPWAYI, N.Z. Crop yield and nitrogen concentration with controlled release urea and split applications of nitrogen as compared to non-coated urea applied at seeding. **Field Crops Research**, v. 127, p. 170-180, 2012.

GUO, L.; NING, T.; NIE, L.; LI, Z.; LAL, R. Interaction of deep placed controlled-release urea and water retention agent on nitrogen and water use and maize yield. **European Journal of Agronomy**, v. 75, p. 118-129, 2016.

HONG; N.; SCHARF, P.C.; DAVIS, J.G.; KITCHEN, N.R.; SUDDUTH, K.A. Economically optimal nitrogen rate reduces soil residual nitrate. **Journal of Environmental Quality**, v. 36, p. 354-362, 2007.

KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate. In: **Handbuch Klimatologie**, Berlin: Gebrüder Borntraeger, p. 44, 1936.

LAM, S. K.; SUTER, H.; BAI, M.; WALKER, C.; MOSIER, A. R.; VAN GRINSVEN, H.; CHEN, D. Decreasing ammonia loss from an Australian pasture with the use of enhanced efficiency fertilizers. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 283, p. 106553, 2019.

LARA CABEZAS, W.A.R; TRIVELIN, P.C.O.; KONDÖRFER, G.H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura do milho, em sistema plantio direto no triângulo mineiro (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 363-376, 2000.

LIU, Y.; WANG T.; QIN, L.; JIN, Y. Urea particle coating for controlled release by using DCPD modified sulfur. **Powder Technology**, v.183, p. 88-93, 2008.

LOPES, M. N.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, R. G.; LOPES, J. W.B.; BEZERRA, F. M. L. Biomass components in Massai grass during establishment and regrowth under five nitrogen fertilization levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1629-1637, 2011.

MARANHÃO, C. M. A.; BONOMO, P.; PIRES, A. L. V.; COSTA, A. C. P. R.; MARTINS, G. C. F.; CARDOSO, E. O. Características produtivas do capim-braquiária submetido a intervalos de cortes e adubação nitrogenada durante três estações. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, p. 375-384, 2010.

MARIANO, E.; COSTA, H. T.; CORRALES, R. A. F.; VITTI, G. C. **Adubos e adubação**. Revisão de literatura. Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2011.

MARQUES, M.F.; ROMUALDO, L.M.; MARTINEZ, J.F.; LIMA, C.G.; LUNARDI, L.J.; LUZ, P.H.C.; HERLING, V.R. Momento de aplicação de nitrogênio e algumas variáveis estruturais e bromatológicas do capim-massai. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, p. 776-784, 2016.

MARQUES, M.F.; ROMUALDO, L.M.; MARTINEZ, J.F.; LIMA, C.G.; LUNARDI, L.J.; LUZ, P.H.C.; HERLING, V.R. Momento de aplicação de nitrogênio e algumas variáveis estruturais e bromatológicas do capim-massai. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, p. 776-784, 2016.

MARSCHNER, H. **Functions of Mineral Nutrients: Micronutrients**. Academic Press, London, 2nd Ed., p. 313-404, 1995.

MARTHA JUNIOR, G. B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P. C. O.; VILELA, L. PINTO, T. L. F.; TEIXEIRA, G. M.; MANZONI, C. S.; BARIONI, L. G. Perda de amônia por volatilização em pastagem 13 de capim-tanzânia adubada com ureia no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 2240- 2247, 2004.

MARTHA JUNIOR, G.B.; VILELA, L.; GOMES DE SOUSA, D.M. Adubação nitrogenada. In: MARTHA JUNIOR, G.B.; VILELA, L.; GOMES DE SOUSA, D.M. **Cerrado: Uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrado, p. 117-144, 2007.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; JÚNIOR, D. N.; SANTOS, P. M.; CUNHA, D. N. F. V.; MOREIRA, L. M. Características morfológicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 665-671, 2006.

MARTUSCELLO, J.A.; SILVA, L.P.; CUNHA, D.N.F.V. et al. Adubação nitrogenada em capim - massai: morfogênese e produção. **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, p. 1-13, 2015.

MARTUCELLO, J. A.; RIOS, J. F.; FERREIRA, M. R.; ASSIS, J. A.; BRAZ, T. G. S.; CUNHA, D. V. Produção e morfogênese de capim BRS Tamani sob diferentes doses de nitrogênio e intensidades de desfolhação. **Boletim de Indústria Animal**, v. 76, p. 1-10, 2019.

MOTAVALLI, P.P.; GOYNE, KW.; UDAWATTA, R.P. Environmental impacts of enhanced-efficiency nitrogen fertilizers. **Crop Management**, v. 7, p. 1-15, 2008.

NOELLSCH, A.J.; MOTAVALLI, P.P.; NELSON, K.A.; KITCHEN, N.R. Corn response to conventional and slow-release nitrogen fertilizers across a clay pan landscape. **Agronomy Journal**, v. 101, p. 607-614, 2009.

PALHANO, A.L.; CARVALHO, P.C. de F.; DITTRICH, J.R.; MORAES, A. de; SILVA, S.C. da; MONTEIRO, A.L.G. Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p. 1014-1021, 2007.

PAN, B.; LAM, S. K.; MOSTER, A.; LUO, Y.; CHEN, D. Ammonia volatilization from synthetic fertilizers and its mitigation strategies: a global synthesis. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 232, p. 283-289, 2016.

PARIS, W.; CECATO, U.; BRANCO, A.F. Produção de novilhas de corte em pastagem de Coastcross-1 consorciada com Arachispintoi com e sem adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 122-129, 2009.

PEREIRA, L. E. T.; PAIVA, A. J.; DA SILVA, S. C.; CAMINHA, F. O.; GUARDA, V. D. A.; PEREIRA, P. M. Sward structure of marandu palisadegrass subjected to continuous stocking and nitrogen-induced rhythms of growth. **Scientia Agricola**, v. 67, p. 531-539, 2010.

PINTO, J.C.; GOMIDE, J.A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha: caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 23, p. 313-326, 1994.

POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; NEIVA, J. N. M.; ROGÉRIO, M. C. P.; FACÓ, O. Componentes da biomassa pré-pastejo e pós-pastejo de capim-Tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 383-393, 2008.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo, Editora UNESP, 2008, 407 p.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊIA, L.A. Extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio pelo capim-coastcross adubado. **Revista Ceres**, v.51,p.295-306, 2004.

ROSADO, T. L.; GONTIJO, I; PASSOS, R. R.; ALMEIDA, M. S. Nutrient extraction by mombaga grass submitted to sources and doses of nitrogen. **Idesia**, v. 35, p. 63-72, 2017.

RUFTY JR, T. W.; HUBER, S. C.; VOLK, R. J. Alterations in leaf carbohydrate metabolism in response to nitrogen stress. **Plant Physiology**, v. 88, p. 725-730, 1988.

SAS Institute Inc. 2015. **SAS/STAT® 14.1 User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SHAVI, A.; MIKKELSEN, R.L. Controlled-release fertilizers to increase the efficiency of nutrient and minimize environmental degradation - a review. **Fertilizer Research**, v. 35, p. 1-12, 1993.

SHAVIV, A.; RABAN, S.; ZAIDEL, E. Modelling controlled nutrient release from polymer coated fertilizers: diffusion release from single granules. **Environmental Science & Technology**,v. 37, p. 2251-2256, 2003.

SILVA, L. V.; CANDIDO, M. J. D.; PESSOA, J. P. M.; CAVALCANTE, A. C. R.; CARNEIRO, M. S. S.; SILVA, A. N. Componentes da biomassa e características estruturais em capim-Aruana sob diferentes frequências e intensidades de desfolhação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, p. 1192-1200, 2015.

SMIL, V. **Global population and the nitrogen cycle**. Scientific American, 1997, p. 76-81.

SU, L.; DONG, Z.; SHAO, G.; LI, Z.; NING, T. Effects of different application modes and rates of controlled release urea on fertilizer nitrogen use efficiency and grain yield of summer maize. **Yingyong Shengtai Xuebao**, v. 21, p. 915-920, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6th Ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TOMASZEWSKA, M.; JARPSOEWICZ, A.; KARAKKULSKI, K. Physical and chemical characteristics of polymer coatings in CRF formulation. **Desalination**, v. 146, p. 319-323, 2002.

TRENKEL, M.E. **Slow and controlled release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture**. 2nd ed. Paris: International Fertilizer Industry Association, 2010. 160 p.

VARGAS, V. P. **Manejo da adubação nitrogenada na recuperação de estresses em milho**. Dissertação. (Mestrado em Manejo do Solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Lages: UDESC. 2010.

VASCONCELOS, E. C. G. **Morfofisiologia do capim-Tamani irrigado sob doses de nitrogênio**. 63f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

VASCONCELOS, E. C. G.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F.; CAVALCANTE, A. C. R.; LOPES, M. N. Morphogenesis and biomass production of 'BRS Tamani' guinea grass under increasing nitrogen doses. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 55, p. 11, 2020.

VIANA, M.C.M.; FREIRE, F.M.; FERREIRA, J.J. Adubação nitrogenada na produção e composição química do capim braquiária sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1497-1503, 2011.

VILLALBA, H. A. G. **Misturas de ureia revestida com polímeros e ureia convencional na adubação da cultura de milho**. 91f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2014.

VITOR, C.M.T.; FONSECA, D.M.da.; CÓSER, A.C. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 435-442, 2009.

XIA, L.; LAM, S. K.; CHEN, D.; WANG, J.; TANG, Q.; YAN, X. Can knowledge-based N management produce more staple grain with lower greenhouse gas emission and reactive nitrogen pollution? A meta-analysis. **Global Change Biology**, v. 23, p. 1917–1925, 2017.

YAN, D.; ZHENG, W. Release characteristics of different N forms in an uncoated slow/controlled release compound fertilizer. **Agricultural Sciences in China**, v.6, p.330-337, 2007.

APÊNDICE A – CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DO CAPIM-TAMANI SUBMETIDO À SEIS ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO E TREZE CICLOS DE PRODUÇÃO

Tabela 2 - Características estruturais do capim-tamani submetido à diferentes estratégias de adubação e ciclos de produção

Estratégias de adubação	Ciclos de produção													Médias
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	
Altura do dossel (AD, cm CV% = 6,74)														
FLC 1x	30,73 ^{abA}	25,47 ^{dB}	33,12 ^{aA}	28,77 ^{bcA}	25,67 ^{dB}	18,96 ^{eB}	24,48 ^{dBC}	26,37 ^{cdD}	31,37 ^{abC}	29,11 ^{bcD}	24,81 ^{dD}	30,36 ^{abC}	25,96 ^{dB}	27,20
FLC 2x	30,87 ^{bcA}	26,87 ^{cdeB}	33,82 ^{ba}	28,10 ^{cdA}	24,51 ^{defB}	19,62 ^{fAB}	22,63 ^{efCD}	45,76 ^{aA}	48,21 ^{aA}	29,68 ^{bcdB}	25,42 ^{deCD}	29,24 ^{bcdCD}	27,61 ^{cdB}	30,18
FLC 4x	32,91 ^{cdA}	26,90 ^{efB}	28,55 ^{deFB}	27,80 ^{efA}	29,65 ^{deA}	20,55 ^{gAB}	24,11 ^{fgBC}	40,11 ^{bB}	39,46 ^{bB}	29,11 ^{deA}	50,38 ^{aA}	43,41 ^{ba}	34,61 ^{ca}	32,89
FLC 6x	31,95 ^{deA}	32,41 ^{dA}	34,57 ^{bcdA}	27,87 ^{eA}	27,53 ^{eAB}	23,32 ^{FB}	27,20 ^{efAB}	33,62 ^{cdC}	37,73 ^{bB}	35,25 ^{bcdA}	31,07 ^{deB}	45,76 ^{aA}	37,10 ^{bcA}	32,72
UC	29,50 ^{ba}	27,86 ^{bcB}	33,10 ^{aA}	28,22 ^{bcA}	24,96 ^{cB}	19,47 ^{cB}	28,27 ^{bcA}	26,86 ^{bcD}	36,94 ^{ab}	29,37 ^{bB}	28,62 ^{bcB}	34,48 ^{aB}	28,06 ^{bcB}	28,90
0 N	21,55 ^{cdeB}	22,63 ^{cdC}	23,87 ^{bcC}	18,61 ^{efB}	20,02 ^{defC}	17,82 ^{FB}	20,40 ^{defD}	21,56 ^{cdeE}	26,28 ^{abD}	18,93 ^{efC}	21,18 ^{cdeE}	27,22 ^{aD}	20,45 ^{defC}	21,58
Médias	29,59	27,02	31,17	26,12	25,39	19,96	24,52	32,38	36,67	28,58	30,25	35,08	28,97	
Densidade populacional de perfilhos (DPP, perfilhos m ² , CV % = 16,11)														
FLC 1x	2032 ^{aA}	762 ^{eA}	1118 ^{cdeA}	1342 ^{bcdA}	1276 ^{bcdA}	1030 ^{deA}	1470 ^{bcdA}	1422 ^{bcdA}	1398 ^{bcdA}	1496 ^{bcdA}	1672 ^{abA}	1188 ^{bcdA}	1586 ^{abcBC}	1369
FLC 2x	2388 ^{aA}	768 ^{fA}	1140 ^{efA}	1350 ^{cdeA}	1332 ^{deA}	1146 ^{eA}	1572 ^{bcdA}	1720 ^{bcA}	1844 ^{ba}	1590 ^{bcdA}	1434 ^{cdeA}	1460 ^{cdeA}	1504 ^{bdeC}	1481
FLC 4x	2236 ^{aA}	956 ^{cA}	1038 ^{cA}	1358 ^{cA}	1194 ^{cA}	1114 ^{cA}	1492 ^{bcA}	1506 ^{bcA}	1522 ^{bcA}	1410 ^{bcA}	2204 ^{aA}	1980 ^{abA}	2022 ^{abAB}	1541
FLC 6x	2472 ^{aA}	1052 ^{fA}	1182 ^{efA}	1202 ^{efA}	914 ^{fA}	1618 ^{cdA}	1686 ^{cdA}	1412 ^{deA}	1520 ^{cdeA}	1690 ^{cdA}	1806 ^{bcA}	1768 ^{bcA}	2072 ^{ba}	1569
UC	1960 ^{aA}	1488 ^{abcA}	2016 ^{aA}	1292 ^{bcA}	1186 ^{bcA}	1132 ^{cA}	1648 ^{abcA}	1526 ^{abcA}	1668 ^{abcA}	1592 ^{abcA}	1488 ^{abcA}	1754 ^{abA}	1674 ^{abcABC}	1571
0 N	1944 ^{aA}	698 ^{aA}	848 ^{aA}	862 ^{aA}	772 ^{aA}	768 ^{aA}	974 ^{aA}	898 ^{aA}	788 ^{aA}	960 ^{aA}	952 ^{aA}	980 ^{aA}	942 ^{aC}	1184
Médias	2172	954	1224	1234	1112	1135	1474	1414	1457	1456	1593	1522	2133	
Número de novas folhas produzidas por perfilhos (NNFP/P, CV% = 6,26)														
FLC 1x	2,26 ^{cB}	2,58 ^{abA}	2,82 ^{aAB}	2,85 ^{aA}	2,21 ^{cBC}	1,51 ^{dBC}	2,20 ^{cB}	2,48 ^{bcA}	2,56 ^{abcAB}	2,45 ^{bcA}	2,56 ^{abcA}	2,58 ^{abBC}	2,69 ^{abB}	2,44
FLC 2x	2,24 ^{bcB}	2,53 ^{abAB}	2,78 ^{aAB}	2,77 ^{aA}	2,13 ^{cC}	1,60 ^{dBC}	2,15 ^{bcB}	2,51 ^{abA}	2,87 ^{aA}	2,47 ^{abcA}	2,61 ^{abA}	2,53 ^{abC}	2,59 ^{abBC}	2,44
FLC 4x	2,50 ^{abB}	2,53 ^{abAB}	2,87 ^{abB}	2,80 ^{aA}	2,45 ^{ba}	1,58 ^{cBC}	2,45 ^{abAB}	2,50 ^{abA}	2,48 ^{abAB}	2,40 ^{ba}	2,58 ^{abA}	2,76 ^{abB}	2,82 ^{aAB}	2,52
FLC 6x	2,39 ^{cdB}	2,61 ^{bcA}	2,90 ^{abA}	2,80 ^{abA}	2,22 ^{deBC}	1,98 ^{eA}	2,31 ^{cdeAB}	2,51 ^{cA}	2,61 ^{bcAB}	2,62 ^{bcA}	2,65 ^{abcA}	2,96 ^{aA}	3,04 ^{aA}	2,58
UC	2,94 ^{aA}	2,48 ^{bAB}	2,90 ^{aA}	2,85 ^{aA}	2,40 ^{bAB}	1,60 ^{cAB}	2,63 ^{abA}	2,52 ^{aA}	2,56 ^{abAB}	2,48 ^{ba}	2,72 ^{abA}	2,78 ^{aAB}	2,59 ^{abB}	2,57
0 N	2,42 ^{abB}	2,31 ^{abcB}	2,37 ^{abC}	2,45 ^{abC}	2,22 ^{bcBC}	1,28 ^{fC}	1,32 ^{efC}	2,48 ^{aA}	2,30 ^{abCB}	1,71 ^{deB}	1,97 ^{cdB}	2,02 ^{cdD}	2,26 ^{abcC}	2,09
Médias	2,46	2,51	2,77	2,75	2,27	1,59	2,18	2,50	2,56	2,34	2,52	2,61	2,67	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Fertilizante de liberação controlada – FLC; Ureia convencional – UC; sem adubação nitrogenada – 0N; Coeficiente de variação – CV%

APÊNDICE B – COMPONENTES DA BIOMASSA DO CAPIM-TAMANI SUBMETIDO À SEIS ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO E TREZE CICLOS DE PRODUÇÃO

Tabela 3 - Componentes da biomassa do capim-tamani submetido à diferentes estratégias de adubação e ciclos de produção

Estratégias de adubação	Ciclos de produção													Médias
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	
Biomassa de forragem total colhível (BFTc, Kg ha ⁻¹ por ciclo, CV% = 24,47)														
FLC 1x	3152 ^{abAB}	1708 ^{bcdB}	3239 ^{aA}	1747 ^{bcA}	1758 ^{bcAB}	657 ^{eBC}	1099 ^{cdeB}	1088 ^{cdeD}	1458 ^{bdeC}	594 ^{eBC}	1098 ^{cdeCD}	697 ^{eC}	840 ^{deB}	1471
FLC 2x	3521 ^{aAB}	1455 ^{bcB}	1278 ^{bcBCD}	1278 ^{bcAB}	1120 ^{bcdB}	424 ^{dCD}	974 ^{bcdB}	4341 ^{aA}	4216 ^{aA}	1042 ^{bcdAB}	1716 ^{bBC}	861 ^{cdC}	951 ^{bcdB}	1782
FLC 4x	3768 ^{aA}	1159 ^{cdefB}	1053 ^{defCD}	1367 ^{cdeAB}	2022 ^{bcdA}	804 ^{fB}	1016 ^{efB}	3592 ^{aAB}	3421 ^{abAB}	736 ^{fBC}	4056 ^{aA}	2095 ^{bcA}	1636 ^{cdeA}	2055
FLC 6x	3165 ^{aAB}	2849 ^{abA}	2008 ^{abcdB}	1059 ^{dBC}	1726 ^{cdAB}	1168 ^{cdA}	1063 ^{cdB}	2727 ^{abcBC}	2200 ^{abcdBC}	1441 ^{cdA}	2291 ^{abcB}	2048 ^{abcdAB}	1980 ^{bcdA}	1978
UC	2311 ^{aBC}	2077 ^{abAB}	1806 ^{abBC}	1299 ^{abcAB}	1404 ^{abcAB}	577 ^{cBC}	2116 ^{abA}	1462 ^{abcCD}	2264 ^{abBC}	1017 ^{bcAB}	1972 ^{abB}	1506 ^{abB}	1050 ^{bcB}	1604
0 N	1591 ^{aC}	1086 ^{abB}	787 ^{abd}	541 ^{abC}	312 ^{bc}	186 ^{bd}	506 ^{abB}	546 ^{abd}	1317 ^{abC}	380 ^{bc}	553 ^{abd}	512 ^{abC}	675 ^{abB}	691
Médias	2918	1722	1695	1215	1390	636	1129	2292	2479	868	1947	1286	1188	
Biomassa de lâmina foliar verde colhível (BLVc, Kg ha ⁻¹ por ciclo, CV% = 25,01)														
FLC 1x	2711 ^{abAB}	1650 ^{bcdAB}	3164 ^{aA}	1705 ^{bcA}	1714 ^{bcAB}	862 ^{deAB}	1058 ^{cdeB}	1052 ^{cdeBC}	1417 ^{bdeC}	519 ^{eBC}	989 ^{cdeCD}	603 ^{deC}	755 ^{deB}	1399
FLC 2x	3044 ^{abAB}	1915 ^{bcAB}	1237 ^{cdBC}	1237 ^{cdAB}	1072 ^{cdeB}	385 ^{eCD}	934 ^{cdeB}	4217 ^{aA}	4176 ^{aA}	965 ^{cdeAB}	1636 ^{cBC}	779 ^{deC}	866 ^{cdeB}	1727
FLC 4x	3367 ^{abA}	1109 ^{cdeB}	1004 ^{deBC}	1323 ^{cdAB}	1978 ^{bcA}	765 ^{eABC}	959 ^{deB}	3527 ^{aA}	3373 ^{abAB}	664 ^{eBC}	3925 ^{aA}	2011 ^{bcA}	1549 ^{cdA}	1965
FLC 6x	2964 ^{aAB}	2778 ^{abA}	1926 ^{abcdB}	1017 ^{dB}	1681 ^{bcdAB}	1128 ^{dA}	1023 ^{dB}	2641 ^{abcAB}	2164 ^{abcdBC}	1364 ^{cdA}	2195 ^{abcB}	2278 ^{abcA}	1894 ^{bcdA}	1927
UC	2208 ^{aBC}	2029 ^{aAB}	1737 ^{aB}	1258 ^{abAB}	1357 ^{abAB}	537 ^{bBCD}	2059 ^{aA}	1421 ^{abBC}	2224 ^{aBC}	948 ^{abAB}	1871 ^{aBC}	1425 ^{aB}	969 ^{abB}	1541
0 N	1511 ^{aC}	1047 ^{abB}	746 ^{abC}	498 ^{abC}	262 ^{bc}	151 ^{bd}	451 ^{abB}	505 ^{abC}	1277 ^{abC}	316 ^{bc}	473 ^{abd}	429 ^{bc}	589 ^{abB}	635
Médias	2634	1754	1635	1173	1344	638	1080	2227	2438	796	1848	1254	1103	
Biomassa de forragem verde colhível (BFVc, Kg ha ⁻¹ por ciclo, CV% = 25,01)														
FLC 1x	2711 ^{abA}	1650 ^{bcBC}	3397 ^{aA}	1705 ^{bcA}	1714 ^{bcAB}	645 ^{dB}	1059 ^{cdB}	1052 ^{cdD}	1418 ^{bcdC}	520 ^{dBC}	990 ^{cdDE}	603 ^{dC}	756 ^{dC}	1401
FLC 2x	3044 ^{abA}	1858 ^{bcABC}	1237 ^{cdBCD}	1237 ^{cdAB}	1073 ^{cdB}	386 ^{cC}	934 ^{cdBC}	4218 ^{aA}	4176 ^{aA}	965 ^{cdAB}	1287 ^{cdCD}	779 ^{dC}	867 ^{dC}	1697
FLC 4x	3002 ^{abA}	1110 ^{cdeC}	1005 ^{deCD}	1324 ^{cdAB}	1978 ^{bcA}	765 ^{eB}	960 ^{deBC}	2855 ^{abB}	3374 ^{abAB}	664 ^{eBC}	3925 ^{aA}	2011 ^{abA}	1319 ^{cdB}	1868
FLC 6x	2965 ^{aA}	2779 ^{aA}	1927 ^{bcB}	1018 ^{cB}	1681 ^{bcAB}	1076 ^{cA}	1024 ^{cBC}	2641 ^{abBC}	2165 ^{abcBC}	1364 ^{eA}	2196 ^{abB}	2028 ^{bcA}	1895 ^{bcA}	1904
UC	2208 ^{aAB}	2029 ^{aAB}	1737 ^{aBC}	1259 ^{abAB}	1357 ^{abAB}	599 ^{bBC}	2172 ^{aA}	1421 ^{abCD}	2224 ^{aBC}	949 ^{abB}	1872 ^{aBC}	1425 ^{aB}	969 ^{abBC}	1555
0 N	1512 ^{aB}	1047 ^{abC}	746 ^{abcD}	499 ^{bcC}	262 ^{bcC}	152 ^{cD}	451 ^{bcC}	506 ^{abcD}	695 ^{abcC}	317 ^{bcC}	474 ^{bcE}	429 ^{bcC}	590 ^{abcC}	590
Médias	2573	1745	1674	1173	1344	603	1100	2115	2342	796	1790	1212	1066	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Fertilizante de liberação controlada – FLC; Ureia convencional – UC; sem adubação nitrogenada – 0N; Coeficiente de variação – CV%

Biomassa de forragem morta (BFM, Kg ha ⁻¹ por ciclo, CV% = 26,86)														
FLC 1x	441 ^{aA}	58 ^{bA}	73 ^{bA}	42 ^{bA}	44 ^{bA}	38 ^{bA}	40 ^{bA}	35 ^{bA}	40 ^{bA}	74 ^{bA}	107 ^{bA}	93 ^{bA}	84 ^{bA}	89
FLC 2x	476 ^{aA}	107 ^{bA}	40 ^{bA}	40 ^{bA}	47 ^{bA}	38 ^{bA}	40 ^{bA}	122 ^{bA}	40 ^{bA}	76 ^{bA}	79 ^{bA}	82 ^{bA}	84 ^{bA}	97
FLC 4x	401 ^{aA}	49 ^{bcA}	48 ^{cA}	42 ^{cA}	43 ^{cA}	39 ^{cA}	56 ^{bcA}	64 ^{bcA}	46 ^{cA}	72 ^{bcA}	131 ^{bA}	84 ^{bcA}	86 ^{bcA}	89
FLC 6x	200 ^{ab}	70 ^{bA}	81 ^{bA}	41 ^{bA}	44 ^{bA}	39 ^{bA}	39 ^{bA}	85 ^{bA}	35 ^{bA}	76 ^{bA}	95 ^{bA}	86 ^{bA}	85 ^{bA}	75
UC	102 ^{aC}	48 ^{bcA}	69 ^{abcA}	40 ^{cA}	46 ^{bcA}	39 ^{cA}	56 ^{bcA}	40 ^{cA}	40 ^{cA}	67 ^{abcA}	100 ^{aA}	80 ^{abA}	81 ^{abA}	62
0 N	79 ^{abc}	39 ^{cA}	40 ^{cA}	42 ^{cA}	49 ^{bcA}	34 ^{cA}	54 ^{abcA}	40 ^{cA}	39 ^{cA}	63 ^{abcA}	79 ^{abA}	82 ^{abA}	85 ^{aA}	55
Médias	283	61	58	41	45	37	47	64	40	71	98	84	84	
Relação lâmina foliar/colmo (LF/C, CV% = 24,57)														
FLC 1x	5940 ^{abA}	3877 ^{abcdAB}	6462 ^{aA}	4058 ^{abcA}	3858 ^{abcdAB}	2202 ^{dAB}	2635 ^{bcdB}	2537 ^{bcdC}	3494 ^{abcdB}	1324 ^{dCD}	2354 ^{cdCD}	1356 ^{dC}	1565 ^{dB}	3204
FLC 2x	6247 ^{bA}	4561 ^{bcAB}	3047 ^{cdBC}	3047 ^{cdAB}	2240 ^{cdeC}	1003 ^{eCD}	2302 ^{cdeBC}	10215 ^{aA}	10388 ^{aA}	2480 ^{cdAB}	3535 ^{cdBC}	1801 ^{deBC}	1967 ^{deB}	4064
FLC 4x	6678 ^{bcA}	2748 ^{defB}	2316 ^{efC}	3077 ^{defAB}	4526 ^{cdA}	1950 ^{fABC}	1696 ^{fBC}	8274 ^{abA}	7326 ^{abcAB}	1789 ^{fBCD}	9050 ^{aA}	4721 ^{cdA}	3390 ^{deA}	4426
FLC 6x	6193 ^{aA}	6452 ^{aA}	4487 ^{abB}	2455 ^{bB}	3753 ^{abAB}	2852 ^{bA}	2575 ^{bB}	6531 ^{aAB}	5386 ^{abB}	3525 ^{abA}	4487 ^{abB}	5106 ^{abA}	4214 ^{abA}	4462
UC	4859 ^{aAB}	4629 ^{aAB}	3317 ^{abBC}	3099 ^{abAB}	2894 ^{abBC}	1355 ^{abBCD}	4889 ^{aA}	3479 ^{abBC}	5526 ^{aB}	2248 ^{abBC}	4527 ^{aB}	3010 ^{abB}	2186 ^{abB}	3539
0 N	3319 ^{ab}	2666 ^{abB}	1856 ^{abC}	1174 ^{bC}	534 ^{bD}	428 ^{bD}	893 ^{bC}	1262 ^{abC}	3184 ^{abB}	988 ^{bD}	1175 ^{abD}	912 ^{bC}	1237 ^{abB}	1509
Médias	5539	4155	3580	2818	2967	1631	2498	5383	5884	2059	4188	2817	2426	
Relação material vivo/ material morto (MV/MM, CV% = 32,98)														
FLC 1x	7 ^{cA}	30 ^{abcA}	44 ^{aA}	40 ^{aA}	38 ^{aA}	22 ^{abcA}	26 ^{abcAB}	33 ^{abB}	34 ^{aCD}	9 ^{bcA}	9 ^{cAB}	6 ^{cA}	9 ^{cA}	23
FLC 2x	6 ^{cA}	23 ^{cA}	30 ^{bcAB}	30 ^{bcAB}	22 ^{cAB}	10 ^{cA}	23 ^{cAB}	52 ^{bAB}	103 ^{aA}	15 ^{cA}	20 ^{cAB}	9 ^{cA}	10 ^{cA}	27
FLC 4x	8 ^{dA}	23 ^{cdA}	20 ^{cdAB}	30 ^{bcdAB}	45 ^{abcA}	19 ^{cdA}	16 ^{cdAB}	64 ^{abA}	73 ^{aB}	11 ^{cdA}	31 ^{bcdA}	23 ^{cdA}	18 ^{cdA}	29
FLC 6x	17 ^{bA}	40 ^{abA}	24 ^{bAB}	24 ^{bAB}	37 ^{abA}	28 ^{bA}	25 ^{bAB}	46 ^{abAB}	69 ^{aB}	23 ^{bA}	23 ^{bAB}	26 ^{bA}	22 ^{bA}	31
UC	22 ^{bcdA}	43 ^{abA}	25 ^{bcdAB}	31 ^{abcdAB}	28 ^{bcdA}	13 ^{dA}	40 ^{abcA}	34 ^{abcdB}	55 ^{aBC}	17 ^{cdA}	20 ^{bcdAB}	17 ^{cdA}	11 ^{dA}	27
0 N	19 ^{abcA}	26 ^{abA}	18 ^{abcB}	11 ^{bcB}	5 ^{cB}	4 ^{cA}	8 ^{bcB}	12 ^{abcC}	31 ^{aD}	5 ^{cA}	5 ^{cB}	5 ^{cA}	6 ^{cA}	11
Médias	13	30	26	27	29	16	23	40	60	13	18	14	12	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Fertilizante de liberação controlada – FLC; Ureia convencional – UC; sem adubação nitrogenada – 0N; Coeficiente de variação – CV%

ANEXO A – DECLARAÇÃO DE REVISÃO ORTOGRÁFICA

Declaro, para os devidos fins, que realizei a revisão da dissertação **PRODUÇÃO E PERSISTÊNCIA DO CAPIM-TAMANI MANEJADO COM DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA**". de Milena Alves Santos, consistindo na correção gramatical, adequação do vocabulário, inteligibilidade do texto e correção de acordo com as normas técnicas vigentes.

Fortaleza, 26 de outubro de 2021

ANEXO B – DECLARAÇÃO DE CORREÇÃO DE INGLÊS

Eu, **MARIA SALETE DE OLIVEIRA**, declaro, para os devidos fins e para fazer prova junto a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, que a revisão de inglês do ABSTRACT contido na dissertação intitulada "**PRODUÇÃO E PERSISTÊNCIA DO CAPIM-TAMANI MANEJADO COM DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA**", de autoria de Milena Alves dos Santos, consistindo em correção gramatical, adequação do vocabulário e inteligibilidade do texto.

Por ser verdade, firmo a presente,

Fortaleza, 26 de outubro de 2021