



UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM  
ZOOTECNIA-PPGZ

CAPIM-TAMANI EM MONOCULTIVO E PASTOS CONSORCIADOS COM  
CUNHÃ: NUTRIÇÃO NITROGENADA, PRODUÇÃO DE FORRAGEM E  
EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES

ANTONIA MARTA SOUSA DE MESQUITA

SOBRAL – CE  
JUNHO – 2019

ANTONIA MARTA SOUSA DE MESQUITA

CAPIM-TAMANI EM MONOCULTIVO E PASTOS CONSORCIADOS COM  
CUNHÃ: NUTRIÇÃO NITROGENADA, PRODUÇÃO DE FORRAGEM E  
EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES

Dissertação apresentada ao Programa de  
Mestrado em Zootecnia, da Universidade  
Estadual Vale do Acaraú, como requisito  
parcial para obtenção do Título de Mestre em  
Zootecnia.

Área de Concentração: Forragicultura e  
Pastagens

ORIENTADOR:  
ROBERTO CLÁUDIO FERNANDES FRANCO POMPEU

CO-ORIENTADORES:  
HENRIQUE ANTUNES DE SOUZA  
MAGNO JOSÉ DUARTE CÂNDIDO

SOBRAL – CE  
JUNHO – 2019

ANTONIA MARTA SOUSA DE MESQUITA

CAPIM-TAMANI EM MONOCULTIVO E PASTOS CONSORCIADOS COM  
CUNHÃ: NUTRIÇÃO NITROGENADA, PRODUÇÃO DE FORRAGEM E  
EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES

Dissertação defendida e aprovada em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ pela Comissão

Examinadora:

---

Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu  
Embrapa Caprinos e Ovinos  
(Orientador/ Presidente)

---

Dr. Henrique Antunes de Souza  
Embrapa Meio Norte  
(Co-orientador/Examinador)

---

Dr. Magno José Duarte Cândido  
Universidade Federal do Ceará-UFC  
(Co-orientador/Examinador)

---

Dr. Marcos Neves Lopes  
Instituto Federal do Piauí-IFPI  
(Examinador)

---

Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério  
Embrapa Caprinos e Ovinos  
(Examinador)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual Vale do Acaraú

Sistema de Bibliotecas

Mesquita, Antonia Marta Sousa de  
CAPIM-TAMANI EM MONOCULTIVO E PASTOS CONSORCIADOS  
COM CUNHÃ: NUTRIÇÃO NITROGENADA, PRODUÇÃO DE FORRAGEM  
E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES [recurso eletrônico] / Antonia  
Marta Sousa de Mesquita. -- Sobral, 2019.  
1 CD-ROM: il. ; 4 <sup>3</sup>/<sub>4</sub> pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato pdf do trabalho  
acadêmico com 71 folhas.

Orientação: Prof. Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco  
Pompeu.

Co-Orientação: Prof. Dr. Henrique Antunes de Souza e Magno  
José Duarte Cândido.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual  
Vale do Acaraú / Centro de Ciências Agrárias e Biológicas

1. Consorciação. 2. exigência nutricional. 3. gramíneas  
tropicais. 4. macronutrientes. 5. taxa de produção de forragem. I.  
Título

À *Deus* e aos espíritos guias pelas boas energias para vencer os obstáculos diários de minha vida acadêmica. À minha querida mãe *Antônia* e pai *Antônio* pelo o amor, dedicação e incentivo para estudar. Ao meu irmão *Júnior* fonte de afeto e conhecimento humano. Quero dizer que Amo todos vocês.

*Dedico*

## OFEREÇO

Ao meu irmão *Augusto Júnior* pela força para continuar a caminhada que nós dois sabemos quanto foi difícil de vencer, o medo, preconceito e o rio cheio que tivemos de atravessar de canoa para seguir estudando.

## AGRADECIMENTOS

À Deus misericordioso, bondoso, pai amado de todas as horas difíceis. Aos espíritos benevolentes que a mandado do pai celestial estiveram em meu amparo.

Aos meus Pais Antônia Rodrigues de Souza e Antônio Augusto de Mesquita pelo apoio incondicional na minha vida, pelos princípios repassados que tanto contribuíram e ainda contribuem para minha formação de caráter.

Ao meu irmão Antônio Augusto de Mesquita Júnior por ter apresentado quão maravilhoso é o mundo dos livros, pelo apoio e dedicação. A minha cunhada Maria da Conceição Duarte Pereira e sobrinho João Augusto Pereira Mesquita por existirem na minha vida.

Ao Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu, meu orientador, pelos conhecimentos repassados, paciência, mas principalmente pela amizade.

Ao Dr. Henrique Antunes de Souza por sempre me atender e estar disponível para ajudar a qualquer hora, gostaria de agradecer imensamente ao senhor.

Ao professor Dr. Magno José Duarte Cândido pela disponibilidade em ajudar na execução do experimento, pela compreensão e paciência, agradeço enormemente.

À coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia nas pessoas de Cláudia Goulart (coordenadora), Aline Landim e Joyce Sampaio secretária do mestrado e amiga, gostaria de agradecer imensamente pela preocupação e suporte acadêmico.

À Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA em parceria com a Embrapa Caprinos e Ovinos pela oportunidade de realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Federal do Ceará-UFC pelo espaço para o experimento e todo o suporte técnico.

Aos funcionários do Núcleo de Ensino e Estudo em Forragicultura (NEEF), Sr. Vanderlei, Gleiciano e Lindomar pela força de trabalho prestado durante o experimento.

À Embrapa Meio Norte pelo suporte laboratorial para realização das análises, com a ajuda dos laboratoristas Sr. Moreira e Sr. Afonso.

Aos colegas de experimento Elayne, Odécia, Jefte. Aos bolsistas Raynara, Dayane, Breno, Bruno, Matheus e Ítalo pela ajuda na condução do experimento, pela disposição e pela amizade que se estabeleceu.

À família da Mãe Madalena, Betânia, Carol, Arimáteia, Rosário, Aparecida, Paula e demais familiares por ter-me acolhido com tanta hospitalidade e por torcer pela minha vitória.

À família Aragão nas pessoas da tia Zilmar, tio Manuel, Maria, Aricélia, Gorky e Antônia com as crianças, quero dizer que sem o apoio de vocês durante a fase mais difícil do mestrado não teria conseguido. Obrigada pelas orações.

Aos Amigos, João Paulo, Germana, Gessilane, Aparecida, Renato, Theyson, Rafael, Marcos, Malena, Wellington, Jorge Luís, Flávio, Valdete, Lorena, Antonieta, Luciana, Clésio, Rodrigo, Wladyanne, Aysllan, Diana, Ivanderlete, Eva e Ylfa, queria dizer que agradeço pelas risadas e demonstração de afeto.

Ao motorista do ônibus de Lisieux, Ricardo pela disposição em prestar serviços à comunidade.

À todos os professores do Curso de Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú em especial aos professores Euclides e Kátia.

Aos mestres de outrora Maria Gessilene, Líbia e Emanuelle, gostaria de agradecer pelo incentivo para tornar sonhos de infância reais no agora.

Neste instante lembro-me de todas as outras pessoas tão importantes que fizeram parte desta caminhada agradeço por terem participado de um sonho.

**MUITO OBRIGADO!  
QUE ASSIM SEJA**



## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	X
LISTA DE FIGURAS .....	XI
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	13
CAPÍTULO I: REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
INTRODUÇÃO.....	16
ADUBAÇÃO NITROGENADA .....	17
PASTAGENS CONSORCIADAS.....	18
ESPÉCIES COM POTENCIAL DE CONSORCIAÇÃO.....	19
<i>Clitoria ternatea</i> L.....	19
<i>Megathyrus maximus</i> cv. BRS Tamani.....	19
<i>Urochloa decumbens</i> .....	20
<i>Cynodon dactylon</i> cv. Terra Verde.....	21
ACÚMULO DE NUTRIENTES .....	21
NITROGÊNIO NO SOLO .....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	24
CAPÍTULO II: PRODUÇÃO DE BIOMASSA E ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM CAPIM-TAMANI ADUBADO E CONSORCIADO COM CUNHÃ.....	31
INTRODUÇÃO.....	33
MATERIAL E MÉTODOS.....	35
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	40
CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49
CAPÍTULO III: PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM PASTOS CONSORCIADOS DE CUNHÃ COM GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS ....	53
INTRODUÇÃO.....	56
MATERIAL E MÉTODOS.....	57
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	62
CONCLUSÃO.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	69

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Atributos químicos e granulométricos de Argissolo Amarelo eutrófico típico da área experimental nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm.....	36
Tabela 2. Taxa de Acúmulo de Forragem (TAF) ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) e macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) ( $\text{g ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) do capim-tamani em monocultivo e consórcio (tamani+cunhã).....	41
Tabela 3. Exportação de macronutrientes pelo capim tamani e cunhã.....	42
Tabela 4. Atributos químicos e granulométricos de Argissolo Amarelo eutrófico típico da área experimental nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm.....	58
Tabela 5. Taxa de acúmulo de forragem colhível (TAFC) em pastos consorciados de cunhã com gramíneas forrageiras.....	63
Tabela 6. Taxa de acúmulo de nutrientes em pastos consorciados de cunhã com gramíneas forrageiras. ....	64
Tabela 7. Concentração de nitrogênio total, amônio, nitrato e nitrogênio inorgânico nos diferentes consórcios. ....	68

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Visão geral do experimento.. ..... 35

Figura 2. Dados climáticos do período experimental..... 36

Figura 3. Datas referentes aos ciclos de corte do capim-tamani em monocultivo e do consórcios tamani+cunhã com seus períodos de descanso.....38

Figura 4. Taxa de acúmulo de forragem em capim-tamani adubado com doses de N. \*\* significativo a 1%. ..... 43

Figura 5. Taxa de acúmulo de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), Cálcio (D), Magnésio (E) e enxofre (F) em capim-tamani com doses de N. \*\* significativo a 1%.....44

Figura 6. Eficiência agrônômica (EA kg MS kg<sup>-1</sup> A), taxa de recuperação do N (TRN % B) e eficiência fisiológica (EF kg MS kg<sup>-1</sup> C) em capim-tamani adubado com doses de N.\*\* significativo a 1%. ..... 46

Figura 7. Concentração de amônio em função de doses de adubação nitrogenada no capim-tamani. \* significativo a 5%. ..... 48

Figura 8. Dados climáticos referentes ao período experimental.. ..... 57

Figura 9. Avaliação da irrigação..... 59

Figura 10. Determinação da altura de corte preconizando um IAFr = 1,0 com o analisador PAR/LAI (ceptômetroAccuPAR LP-80) (A, B, C e D), corte do consórcio (E) e altura residual (F).. ..... 60

Figura 11. Datas referentes aos ciclos de corte dos consórcios com seus períodos de descanso..... 60

Figura 12. Lavagem da biomassa de forragem (A); secagem das amostras (B); determinação dos teores de nutrientes em espectrofotometria (C); determinação do teor de nitrogênio (D). Fonte: autor..... 61

Figura 13. Proporção de gramíneas forrageiras e cunhã nos consórcios em relação aos ciclos de crescimento..... 67

## RESUMO GERAL

O presente estudo objetivou avaliar as taxas de produção de biomassa de forragem colhível e de macronutrientes da cultivar BRS Tamani em monocultivo adubado com nitrogênio e em pastos consorciados entre cunhã e gramíneas forrageiras sem adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE, no período de abril a dezembro do ano de 2017. Para isso, foram realizados dois ensaios: sendo que no primeiro, foi avaliado o capim-tamani em monocultivo adubado com doses crescentes de nitrogênio e comparado ao capim-tamani consorciado com cunhã sem adubação nitrogenada. No segundo ensaio avaliou-se os consórcios Tamani+Cunhã, Urochloa+Cunhã e Tierra verde+Cunhã com hábitos de crescimento diferente e sem adubação nitrogenada. Ensaio I: foi utilizado o delineamento em blocos completos casualizados com seis tratamentos, sendo doses (0; 100; 200; 300; 600 e 1200 kg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> de N) mais o tratamento adicional consórcio entre capim-tamani e cunhã em três repetições (blocos). Verificou-se que a taxa de acúmulo de forragem e de nutrientes do consórcio tamani+cunhã não apresentaram diferenças do capim-tamani submetido às doses intermediárias de nitrogênio (100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N) e inferior no acúmulo de forragem, nitrogênio e potássio para doses de 600 e 1200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N. Constatou-se que o tamani em monocultivo obteve comportamento linear crescente para taxa de acúmulo de forragem e para N, P, K, Ca, Mg e S. As eficiências agrônômica, fisiológica e taxa de recuperação do N foram influenciadas pelas doses de N. Com relação ao nitrogênio no solo, não houve efeito significativo para N-Total, NIN e N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, apenas o N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> foi influenciado. Ensaio II: os tratamentos consistiram no consórcio de leguminosa (*Clitoria ternatea* L), com capim-urochloa (*Urochloa decumbens*), capim-tamani (*Megathyrsus maximus*) e capim-tierra verde (*Cynodon dactylon*) de diferentes hábitos de crescimento sem adubação nitrogenada. O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados com medidas repetidas no tempo (quatro ciclos de crescimento) e três repetições (blocos). Constatou-se interação entre os consórcios e ciclos de corte para TAFC e N, P, K, Ca, Mg e S, onde a TAFC no consórcio Urochloa+Cunhã e Tierra verde+Cunhã não diferiu estatisticamente no primeiro ciclo de crescimento. Observou-se que a taxa de acúmulo de N no consórcio Urochloa+Cunhã no terceiro ciclo obteve maior resposta frente aos demais consórcios. Quanto a P e K, observou-se que o acúmulo desses nutrientes foi reduzido a partir do segundo ciclo, com exceção do consórcio Urochloa+Cunhã. Foi observado maior taxa de acúmulo de Ca, Mg e S no consórcio Urochloa+Cunhã no segundo e terceiro ciclos. Verificou-se que o consórcio Urochloa+Cunhã e Tierra verde+Cunhã não diferiram entre si quanto aos teores de N-total no solo, já às concentrações de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> no solo, observou-se que há maior predominância da forma amoniacal. Conclui-se que em ambos os ensaios houve elevação na demanda por nutrientes sendo indispensável monitorar a exportação de macronutrientes e quando necessário repor esses nutrientes retirados da solução do solo.

Palavras-chave: Consorciação, exigência nutricional, gramíneas tropicais, macronutrientes, taxa de produção de forragem.

## GENERAL ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the yield rates of harvestable forage biomass and macronutrients of cultivar BRS Tamani in nitrogen fertilized monoculture and in intercrop pastures between wedges and forage grasses without nitrogen fertilization. The experiment was carried out at the Federal University of Ceará, Fortaleza-CE, from April to December of 2017. For this, two trials were carried out, nitrogen and compared to tamani grass consortium with wedges without nitrogen fertilization. In the second trial, the consortiums Tamani+Cunhã, Urochloa+Cunhã and Tierra verde+Cunhã were evaluated with different growth habits and without nitrogen fertilization. Test I: a randomized complete block design with six treatments was used, with doses (0, 100, 200, 300, 600 and 1200 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of N) plus the additional consortium treatment between tamani grass and cunhã in three repetitions (blocks). The forage and nutrient accumulation rate of the tamani+cunhã consortium showed no differences in the tamani grass submitted to the intermediate nitrogen rates (100, 200 and 300 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of N) and lower in the N forage, nitrogen and potassium accumulation at doses of 600 and 1200 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of N. It was found that the single crop tamani showed increasing linear behavior for forage accumulation rate and for N, P, K, Ca, Mg and S. Agronomic, physiological efficiencies and N recovery rates were influenced by N rates. With respect to nitrogen in the soil, there was no significant effect on N-Total, NIN and N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, only N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> was influenced. Test II: Treatments consisted of a legume (*Clitoria ternatea* L) consortium, with Urochloa decumbens, Tamani grass (*Megathyrsus maximus*) and Tierra verde grass (*Cynodon dactylon*) of different growth habits without nitrogen fertilization. The experimental design used was randomized complete blocks with repeated measures in time (four growth cycles) and three replications (blocks). Interaction between the consortia and cutting cycles for TAFC and N, P, K, Ca, Mg and S was observed, where the TAFC in the Urochloa+Cunhã and Tierra verde+Cunhã consortium did not differ statistically in the first growth cycle. It was observed that the N accumulation rate in the Urochloa+Cunhã consortium in the third cycle had a higher response compared to the other consortia. As for P and K, it was observed that the accumulation of these nutrients was reduced from the second cycle, except for the Urochloa+Cunhã consortium. A higher accumulation rate of Ca, Mg and S was observed in the Urochloa+Cunhã consortium in the second and third cycles. It was found that the Urochloa+Cunhã and Tierra verde+Cunhã consortium did not differ in terms of total N-soil content, whereas the concentrations of N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> and N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> in soil were higher, predominance of the ammoniacal form. It was concluded that in both trials there was an increase in nutrient demand and it is essential to monitor macronutrient exportation and when necessary replenish these nutrients from the soil solution.

Key words: consortium, nutritional requirement, tropical grasses, macronutrients, forage production rate.

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

As forrageiras de clima tropical e subtropical constituem-se em uma alternativa viável na alimentação animal, em virtude do seu alto potencial de produção e baixo custo. Dentre as forrageiras utilizadas para formação de pastagens destacam-se as do gênero *Panicum* (Syn. *Megathyrsus*), largamente difundido para pastejo de animais. As gramíneas desse gênero, quando empregada à prática de adubação nitrogenada, respondem melhorando o valor nutritivo e a produção de matéria seca, aumentando a oferta de forragem para os animais.

Outra forma eficiente de aproveitamento de pastagens é o emprego da consorciação entre gramíneas e leguminosas adaptadas às condições locais para diversificação da dieta dos animais. No presente trabalho de dissertação será abordada estratégias para produção de forrageiras em sistemas intensivos com adubação nitrogenada e consorciação.

No capítulo I aborda-se a revisão de literatura mediante os temas que foram expostos na pesquisa. Para tanto, empregou-se uma contextualização sobre a problemática das pastagens cultivadas, relatando a importância como fonte de alimento para os animais, com suas potencializações ao utilizar a adubação nitrogenada como fonte nutricional em sistemas intensivos de produção. No mesmo capítulo buscou-se abordar a consorciação entre leguminosa e gramínea, e os benefícios de uma pastagem consorciada. Ainda, no mesmo capítulo há inferências sobre a importância do nitrogênio no sistema solo-planta.

No Capítulo II destaca-se o gênero *Panicum maximum* (Syn. *Megathyrsus maximum*) cv. BRS Tamani submetida à adubação nitrogenada em sistema intensivo de produção. Essa cultivar possui características desejáveis para produção animal, especialmente de pequenos ruminantes, dado ao baixo porte, elevada capacidade de perfilhamento e potencial de produção de biomassa de forragem, além da boa adaptação às regiões tropicais.

No Capítulo III, abordam-se os consórcios entre a leguminosa cunhã (*Clitoria ternatea* L) e gramíneas forrageiras tropicais de diferentes hábitos de crescimento, tais como capim-tamani (*Megathyrsus maximum*) - cespitoso, capim-braquiária (Syn. *Urochloa decumbens*) - decumbente e o capim-tierra verde (*Cynodon dactylon*) - estolonífero, como forma alternativa de produção com um viés mais sustentável sem utilização de adubação nitrogenada.

**CAPÍTULO I: REFERENCIAL TEÓRICO**

---

## INTRODUÇÃO

O crescimento populacional mundial deverá atingir 8,5 bilhões de habitantes em 2030 segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015). Esse aumento populacional causa impacto direto na produção de alimentos de origem animal. No tocante ao Brasil, as pastagens correspondem à mais importante fonte de alimento dos rebanhos comerciais, sendo que o país possui vocação pecuária em decorrência das características climáticas e extensão territorial, proporcionando baixo custo na produção (DEBLITZ, 2012).

O Brasil possui cerca de 196 milhões de hectares de pastagens (FAOSTAT, 2013). Desse montante, aproximadamente 100 milhões de hectares são constituídas de pastagens cultivadas. Essas áreas de pastagens são ocupadas por cerca de 214 milhões de bovinos, 18 milhões de ovinos e 9 milhões de caprinos (DIAS FILHO, 2014; IBGE 2018; SANTOS et al., 2011).

Atualmente, o Brasil é o maior exportador de carne bovina do mundo (ABIEC, 2018). Com sistemas de produção basicamente utilizando pastagens como alternativa mais economicamente viável se comparada com a produção em confinamento (DIAS FILHO, 2014), essas pastagens estão relacionadas ao desenvolvimento de forrageiras melhoradas e mais adaptadas, destinadas à produção de alimento para animais em pastejo (LOPES et al., 2014).

Nesse contexto, os sistemas de produção demandam genótipos melhorados e insumos para torná-los mais eficientes, competitivos e lucrativos, frente aos desafios da produção pecuária. Para tanto, a cultivar BRS Tamani se mostra promissora em resposta à adubação nitrogenada para a produção de alimento para os animais. É um capim de porte baixo e fácil manejo em sistemas intensivos, tornando-se ideal para a alimentação de ovinos, caprinos e bovinos (EMBRAPA, 2016).

Embora já se conheça os benefícios da adubação nitrogenada a adoção de estratégias de manejo por meio da consorciação entre gramíneas com leguminosas tornam-se uma alternativa viável para diminuição da necessidade da adubação nitrogenada e suplementação proteica (FABRICE et al., 2015).

Assim, objetivou-se avaliar as taxas de produção de biomassa de forragem colhível e de macronutrientes em capim-tamani em monocultivo adubado com nitrogênio e pastos consorciados entre cunhã e gramíneas forrageiras sem adubação nitrogenada.



## ADUBAÇÃO NITROGENADA

A adubação nitrogenada é uma prática recomendável para forrageiras exigentes nutricionalmente e com alta produção de biomassa de forragem (PARIS et al., 2009; VITOR et al., 2009). As gramíneas tropicais respondem à adubação mineral com produção de forragem de melhor valor nutritivo em detrimento as concentrações desse nutriente aplicado (COSTA et al., 2009; VIANA et al., 2011).

A adubação nitrogenada das pastagens garante um incremento na produção de forragem, principalmente em pastagens sob manejo intensivo (PRIMAVESI et al., 2001). A recomendação de adubação nitrogenada para forrageiras tropicais são com doses equivalentes a 400 a 600 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> que potencializam a produção de forragem das forrageiras (MARTHA JÚNIOR et al., 2004). Entretanto, Corsi e Nussio (1992), afirmam que existe a possibilidade de resposta ainda maior à adubação nitrogenada entre a faixa de 400 a 800 kg ha<sup>-1</sup>, com eficiência de conversão variando entre 40 a 70 kg de MS por kg de nitrogênio aplicado na pastagem.

Rodrigues et al. (2005), trabalhando com *Pennisetum purpureum* cv. pioneiro; *Megathyrsus maximus* cv. tanzânia e *Cynodon* sp cv. tifton-85 adubados com ureia nas doses de 100, 200 e 300 kg de N ha<sup>-1</sup> constataram que na dose de 200 kg de N ha<sup>-1</sup> o capim-tanzânia produziu 24,984 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de matéria seca sendo este superior às demais doses de nitrogênio. Martuscello et al. (2015), avaliando quatro doses de adubação nitrogenada com ureia nas quantidades de 0, 80, 160 e 240 kg de N ha<sup>-1</sup> em capim-massai identificaram dentre outros resultados, que conforme a adubação aumenta de 0 até 240 kg, ocorre incremento na matéria seca da forrageira estudada.

As forrageiras com elevada produção tendem a exigir elevadas quantidades de nutrientes do solo, tornando-se necessário repor esses nutrientes em proporções adequadas (PRIMAVESI, 2004; COSTA et al., 2010). Costa et al. (2010) realizaram experimento com duas cultivares de *Urochloa brizantha* sob quatro doses de nitrogênio, correspondentes a 0, 50, 100 e 150 mg dm<sup>-3</sup> verificaram que houve aumento linear na exportação de nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio e enxofre nas respectivas porcentagens 70%, 48%, 36%, 10,9% e 91% em relação a testemunha, e o cálcio não foi influenciado pelas doses. Para tanto, a exportação depende do solo que está em manejo, da exigência nutricional da planta durante os ciclos de cultivos e da dose de nitrogênio fornecido, ressaltando que espécies mais jovens tendem a exigir mais nutrientes do solo (PEREZ et al., 2013).

## PASTAGENS CONSORCIADAS

O consórcio entre culturas pode ser compreendido com o uso de duas ou mais espécies vegetais presentes em um mesmo espaço simultaneamente (KLUTHCOUSKI et al., 2015). O consórcio utilizando leguminosa e gramínea visa garantir melhor disponibilidade de nitrogênio no solo, pois a leguminosa possui a capacidade de transferir nitrogênio via fixação biológica e ciclagem de nutrientes, fornecendo minerais para a gramínea, podendo alcançar entre 40 e 290 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N (PACIULLO et al., 2003; TEINWANDTER et al., 2009; FABRICE et al., 2015). O uso de tecnologias sustentáveis como os consórcios aplicados nos sistemas de produção pode garantir a qualidade da forragem nos períodos de escassez de alimentos, além de minimizar custos com o uso de adubação nitrogenada (OLIVO et al., 2012).

A literatura demonstra compatibilidade entre consórcios, tais como a grama-estrela (*Cynodon nlemfluensis*) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoii* cv. Belmonte) implantado no Acre (VALENTIM et al., 2001), posteriormente foi difundido para o Brasil. Esse consórcio apresenta valor nutritivo com proteína bruta (PB) superior a 12% (ANDRADE et al., 2009).

Em consórcios de capim-marandu com amendoim forrageiro constatou-se uma oferta de forragem 23% maior quando comparada com a utilização da mesma gramínea com a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N, sendo que isso se deu pela presença da leguminosa na pastagem com o correto período de descanso (PEREIRA et al., 2015).

Teixeira et al. (2009), avaliaram o acúmulo de macronutrientes em palhada de milho solteiro e consorciado com crotalária, observaram que foram produzidas elevadas quantidades de biomassa seca, que resultou em maior acúmulo e liberação de macronutrientes, exceto do enxofre. Porém, os autores destacaram que ainda são necessários estudos que consigam determinar os acúmulos/exportações de N, K, P, Ca, Mg e S para as cultivares em consorciação.

Para a formação de consórcio devem ser selecionadas leguminosas que possuam períodos de descansos semelhantes aos das gramíneas, pois cortes frequentes podem ocasionar redução no desenvolvimento e na população da leguminosa no sistema (SILVA et al., 2010). Com isso, a compatibilidade entre leguminosa e gramínea é um fator chave para manter o equilíbrio e a resiliência do dossel, pois as duas espécies devem possuir uma plasticidade e capacidade de se manterem com o mesmo equilíbrio anterior ao corte (ANDRADE, 2010).

A literatura faz menção a algumas forrageiras que se mostraram eficientes para consorciação, dentre as cultivares conhecidas destacam-se estilosantes (*Stylosanthes spp.*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) e cunhã (*Clitoria ternatea* L) como exemplos de leguminosas utilizadas em consórcios, e dentre as gramíneas destacam-se o *Andropogon gayanus*, *Megathyrsus maximus*, e *Urochloa decumbens*, que têm sido recomendadas para consorciação (ARAÚJO FILHO et al., 1996; BARCELLOS et al., 2008).

### **ESPÉCIES COM POTENCIAL DE CONSORCIAÇÃO**

#### *Clitoria ternatea* L.

É uma leguminosa da família Fabaceae (MUKHERJEE et al., 2008) originária da Ásia, possui ampla distribuição principalmente em zonas tropicais por ter uma tolerância moderada a salinidade. As raízes dessa leguminosa são profundas no solo e sua propagação ocorre por sementes, além de possuir tolerância a seca e suportar bem regimes pluviométricos de 380 mm por ano (BARROS et al., 2004).

A *C. ternatea* popularmente conhecida como cunhã pode ser manejada para formar banco de proteína, utilizada também para pastejo direto como forragem verde, feno, consórcios com gramíneas e adubação verde (PINHEIRO et al., 2010). A cunhã em sistemas irrigados a produção pode chegar até 39,41 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, com PB entre 20 a 22 % (ARAÚJO FILHO et al., 1994).

#### *Megathyrsus maximus* cv. BRS Tamani

No Brasil, a utilização de forrageiras exóticas do gênero *Megathyrsus* melhoradas vem sendo bastante difundida e recomendada para o sistema intensivo em pastejo, por apresentar boa capacidade produtiva e grandes quantidades de biomassa (POMPEU et al., 2010; LOPES et al., 2014). As espécies pertencentes a esse gênero são bem exploradas na pecuária devido a sua adaptação aos climas tropicais e subtropicais (GOMES et al., 2011), possuem fácil propagação por sementes; boa produção de matéria verde por hectare, além de serem bastante difundidas pelos produtores. Dentre as mais utilizadas estão o capim-massai, capim-mombaça e capim-tanzânia (VALENTIM et al., 2001; JANK et al., 2013).

Dentre as espécies do gênero *Megathyrus*, o capim-tamani lançado em 2015 pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), sendo resultado do cruzamento entre a planta sexual S12 e o acesso apomítico T60 (BRA-007234), realizado na Embrapa Gado de Corte em 1992, com o apoio da UNIPASTO (Associação para Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras). O nome tamani significa “Precioso” em suaíli, língua falada no Quênia. Essa cultivar foi registrada em 2014 e protegida em 2015 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (EMBRAPA, 2016).

O capim-tamani é um híbrido e apresenta-se como uma forrageira promissora na alimentação animal, possui hábito de crescimento cespitoso com colmos finos e não pilosos. É uma gramínea ideal para o pastejo por bovinos e ovinos em sistemas intensivos por apresentar porte intermediário (TESK et al., 2017).

Em avaliação da produtividade do capim-tamani atingiu-se apenas de matéria seca foliar 15 mil kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, além disso, observou-se que a cultivar destacou-se por apresentar 9% mais proteína bruta quando comparada a cv. Tanzânia, além disso, o capim-tamani é considerado mais digestível (EMBRAPA, 2015).

O capim-tamani apresenta como características morfofisiológicas o porte baixo, com alta produção de folhas de alto valor nutritivo (elevados teores de proteína bruta e digestibilidade), produtividade e vigor, e resistente às cigarrinhas das pastagens. Sua alta qualidade e adaptação fazem com que seja indicada para engorda de bovinos (GAVALI, 2016).

#### *Urochloa decumbens*

O capim-urochloa foi introduzido no Brasil no início da década de 1960, pelas suas características favoráveis como a boa adaptabilidade a solos ácidos e pobres em matéria orgânica, elevada produção e fácil multiplicação de sementes, alta capacidade de competição com plantas invasoras e uma excelente produção de forragem (PACIULLO et al., 2016).

As espécies do gênero *Urochloa* foram bastante difundidas nas regiões de Cerrado nos anos de 70, 80 e 90, se estendendo para outros estados, representando um marco na pecuária brasileira (FAGUNDES et al., 2006). As gramíneas desse gênero são pertencentes à família Poaceae, são espécies perenes e altura de 30 a 60 cm, crescimento prostrado, raízes adventícias e brotos novos nós, folhas com lâminas lanceoladas com

10 a 15 cm de comprimento e 15 mm de largura, são macias e densamente pilosas, apresentam também pelos na porção apical e entrenós e bainhas (MOREIRA e BRAGANÇA, 2011).

A *Urochloa decumbens* constituiu uma das fontes mais importantes na alimentação animal desde a década de 70, quando muitos hectares de terra foram plantados, por suas características de aceitar solos levemente ácidos e por alcançar uma produção de 5 a 12 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de matéria seca (PAULINO et al., 1993), porém a sua baixa resistência a cigarrinha das pastagens e problemas de fotossensibilização vem limitando seu uso atualmente (VALLE et al., 2009). Entretanto, apresenta-se como uma alternativa de diversificação produtiva em consórcio como leguminosa (PACIULLO et al., 2003).

#### *Cynodon dactylon* cv. Tierra Verde

O gênero *Cynodon* é eficiente na produção de matéria seca, pois as gramíneas pertencentes a esse gênero têm elevado valor nutritivo e rápida taxa de crescimento, sendo utilizadas para fenação e também podem ser utilizadas em pastejo ou em silagens (PEREIRA et al., 2007).

O lançamento de novos híbridos é influenciado pela demanda por gramíneas que tenham maior qualidade e que sejam produtivas, tolerantes ao pastejo e com baixo custo para estabelecimento da pastagem, pensando em atingir esses objetivos foi desenvolvido o *Cynodon dactylon* cv. tierra verde (SOARES FILHO et al., 2015).

O capim-tierra verde foi desenvolvido pela Universidade do Texas (EUA), é cruzamento entre bermuda gigante e bermuda comum, ambos possuem uma grande produtividade por área, e sua vantagem em relação aos outros capins do gênero *Cynodon* é a propagação que ocorre por sementes, tornando-se mais economicamente viável na implantação (CORRIHER e REDMON, 2009).

O capim-tierra verde é perene, tolerante a altas temperaturas, possui uma ótima rebrota uma vez estabelecido, é resistente a solos alcalinos, possui colmos finos e folhas com alto valor nutritivo. A recomendação para o pastejo é entre 40 e 50 dias depois do plantio, com taxa de lotação de 8 a 12 UA ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (CORREIA, 2011).

## **EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES**

Considerando que as plantas forrageiras possuem sua exigência nutricional determinada pela exportação de nutrientes da biomassa de forragem durante os ciclos de crescimento, as quantidades absorvidas podem variar de acordo com a cultivar utilizada, condições climáticas, manejo e nível tecnológico empregado que permita a cultivar expressar o potencial genético de produção quando houver disponibilidade de nutrientes no solo (BULL, 1993, BORIN et al., 2010).

A exportação de nutrientes refere-se ao teor de nutriente mobilizado ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e matéria seca produzida ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Em culturas cujo produto colhido é toda a parte aérea, como é o caso da cana-de-açúcar, milho para silagem e pastagens, ocorre retirada de quase todos os nutrientes do solo, restando pouco para reposição, sendo necessária adubação de manutenção para que o solo não seja exaurido (PRADO, 2008; UENO et al., 2013).

Com isso, dados relacionados ao acúmulo de nutrientes na pastagem e períodos de maior demanda, fornecem informações para programas de adubação que possibilitem disponibilizar nutrientes nas épocas mais adequadas para produção e evitam perdas nos sistemas e gastos desnecessários com fertilizantes (VON PINHO et al., 2009; SINGH et al., 2012).

Nessa lógica as pastagens necessitam de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), sendo esses macronutrientes essenciais para metabolismo vegetal, sem esses nutrientes as plantas não vivem. Os macronutrientes são divididos em primários N, P e K, e secundários Ca, Mg e S, cada um com uma função específica nos vegetais (VASCONCELLOS et al., 2002; HOPKINKS e HÜNER, 2009, TAIZ e ZEIGER, 2013).

Sendo que o nitrogênio é o nutriente mais exigido pelas forrageiras por se conhecer efeitos benéficos para crescimento e desenvolvimento. Os efeitos do N nas gramíneas estão relacionados à melhoria da fertilidade do solo, estímulo aos primórdios foliares (perfilhamento), alongamento foliar, influência na qualidade da forragem, e em consequência ocorre um aumento na produção de forragem (LOPES et al., 2014).

Embora o acúmulo seja considerado indicativo do estado nutricional das forrageiras, conhecer as eficiências nutricionais, traz informações importantes sobre a produção de biomassa de forragem e desempenho das forrageiras submetidas à adubação nitrogenada (PRADO, 2008). Busca-se com as eficiências agrônômica e fisiológica testar espécies que possuam potencial de converter N aplicado em produção de biomassa de forragem. Essas eficiências nutricionais aliadas ao conhecimento da taxa

recuperação do N podem determinar a superioridade em absorver e distribuir nutrientes de maneira mais ajustada aos componentes da planta, garantindo adequado metabolismo vegetal com alta conversão de matéria seca (FAGERIA, 1998).

## NITROGÊNIO NO SOLO

A fertilidade do solo desempenha um papel importante no desenvolvimento da planta e na concentração de nutrientes, a nutrição e adubação são componentes importantes para um sistema de produção eficiente, pois é capaz de fornecer nutrientes independentes da quantidade de reservas que o solo tenha, além de uma dinâmica de mobilização de nutrientes e fixação pela raiz das plantas (BRAZ et al., 2004; COELHO, 2008).

Existem duas formas principais de fornecimento de nitrogênio para o sistema solo-planta: a primeira está relacionada com a adubação mineral, na qual o fornecimento do N é geralmente advindo de adubo nitrogenado mineral, e a outra forma é pela fixação biológica que ocorre pela associação com leguminosas (DUBEUX JUNIOR et al. 2013). Em uma escala global o N não biológico representa cerca de 10% de toda adubação, e o biológico representa cerca de 90% do total fixado (VIEIRA, 2017).

O nitrogênio faz parte da constituição de proteínas e ácidos nucleicos que participam ativamente da síntese de compostos orgânicos que formam a estrutura da planta, sendo que a ausência desse elemento interfere diretamente nos processos fisiológicos das plantas (MALAVOLTA et al., 1997).

Existem dois processos principais que são capazes de afetar o nitrogênio existente no solo: a mineralização e a imobilização. A mineralização consiste na transformação do N orgânico pela ação dos microrganismos que produzem enzimas capazes de realizar uma reação dentro da célula microbiana ou meio extracelular convertendo a matéria orgânica em mineral; a imobilização é a transformação de mineral para matéria orgânica, ambas podem acontecer simultaneamente e são dependentes dos microrganismos existentes no solo (MARQUES et al., 2000; RAIJ, 2011).

O processo de mineralização e imobilização do N passam por várias etapas até a conversão em nitrato que é a forma preferível para assimilação pelas plantas, os compostos orgânicos nitrogenados são convertidos em aminados em uma reação denominada amonificação promovida por microrganismos heterotróficos. A  $\text{NH}_3$

combinada com a água forma hidróxido de amônio, produzindo  $\text{NH}_4^+$ , sendo tal processo denominado de amonificação, realizado por bactérias *Azotobacter* e *Clostridium*. O  $\text{NH}_4^+$  formado pode ser absorvido pelas plantas ou convertido em nitrito pelo processo de oxidação, denominado nitrozação. Essa etapa é realizada pelas bactérias nitrificantes do gênero *Nitrossomas* e *Nitrosococcus*. Posteriormente ocorre a transformação em nitrato pelo processo de nitrificação pelas bactérias *Nitrobacter* (RAIJ, 2011).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIEC-Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. Exportações brasileiras de carne bovina fecham 2018 com recorde histórico. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/Imprensa.aspx>. Acesso em: 20/11/2018.
- ANDRADE, C.M.S.; HESSEL, C.E.; VALENTIM, J.F. Valor nutritivo e fatores antinutricionais nos capins estrela-africana, tangola e tanner-grass nas condições ambientais do Acre. **Ciência & Desenvolvimento**, v.4, n.8, p.273-283, 2009.
- ANDRADE, C.M.S. Produção de ruminantes em pastos consorciados. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3. 2010, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2010. p.171-214.
- ARAÚJO FILHO, J.A.; GADELHA, J.A.; SILVA, N.L. et al. Efeito da altura e intervalo de corte na produção de forragem da cunhã (*Clitoria ternatea* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.6, p.979-982, 1994.
- ARAÚJO FILHO, J.A.; GADELHA, J.A.; SILVA, N.L. et al. Consorciação do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) e da cunhã (*Clitoria ternatea* L) sob quatro intervalos de corte. **Pasturas Tropicais**, v.18, n.1, p.47-50, 1996.
- BARCELLOS, A.O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L. et al. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p.51-67, 2008.
- BARROS, N.N.; ROSSETTI, A.G.; CARVALHO, R.B. Feno de cunhã (*Clitoria ternatea* L) para acabamento de cordeiros. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.499-504, 2004.
- BORIN, A.L.D.C.; LANA, R.M.Q.; PEREIRA, H.S. Absorção, acúmulo e exportação de macronutrientes no milho doce cultivado em condições de campo. **Ciência e agrotecnologia**, v.34, p.1591-1597, 2010.
- BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: Bull, L. T., Cantarella, H (eds.). **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba. 1993. p.63-145.



- BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M.; KLIEMNN, H.J. et al. Acumulação de nutrientes em folhas de milho e dos capins braquiária e Mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, n.2, p.83-87, 2004.
- COELHO, A.M. Nutrição e adubação. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 4. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.
- CORREIA, A.C. **Biofertilizante na produção do capim *Cynodon dactylon* cv. Tierra verde**. 2011. 53 f. (Dissertação Mestrado em Ciência Animal), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária-UNESP.
- CORRIHER, V.A.; REDMON, L.A. **Bermudagrass varieties, hybrids and blends for Texas**. Agri Life Extension. University Texas, 2009, 10 p.
- CORSI, M.; NUSSIO, L.G. Manejo do capim-elefante: correção e adubação do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 10. 1992. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1992. p.87-116.
- COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; FAQUIM, 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, n.6, p.1578-1585, 2009.
- COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; SEVERIANO, E.C. et al. Extração de nutrientes pela fitomassa de cultivares de *Brachia riabrizantha* sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, n.2, 2010.
- DEBLITZ, C. **Beef and Sheep Report: Understanding agriculture worldwide**. Agri Benchmark. 2012. Disponível em: <http://www.agribenchmark.org/beef-and-sheep/beef-and-sheep/publications-and-projects/beef-and-sheep-report.html>>. Acessado em: 16/07/2019.
- DIAS FILHO, M.B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36 p.
- DUBEUX JUNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; MELLO, A.C.L. Ciclagem de nutrientes em pastagens. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. (Eds). **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. Jaboticabal, SP: Gráfica Multipress, 2013. p.81-90.
- EMBRAPA. **BRS Tamani, forrageira híbrida de *Panicum maximum***. Campo Grande, MS: Embapa Gado de Corte, 2015 (Folder).
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Produtos, Processos e Serviços. *Panicum maximum*- híbrido BRS capim-tamani**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/2000/panicum-maximum-hibrido-brs-tamani>. Acesso em: 02/11/2018.
- FAOSTAT-Food and Agriculture Organization of the United Nations: 2013. Disponível em: <http://www.faostat3.fao.org>. Acesso em: 12/02/2019.

- FABRICE, C.E.S.; SOARES FILHO, C.V.; PINTO, M.F. et al. Recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* degradada com introdução de *Stylosanthes* e adubação fosfatada. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.16, n.4, p.758-771, 2015.
- FAGERIA, N.K. Otimização da eficiência nutricional da produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.1, p.6-16, 1998.
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.21-29, 2006.
- GAVALI, J. **Estratégias de manejo do pasto para *Panicum maximum* cvs. Quênia e Tamani**. 2016. 83 f. (Dissertação Universidade Federal do Mato Grosso). Mato Grosso. 2016.
- GOMES, R.A.; LEMPP, B.; JANK, L. et al. Características anatômicas e morfológicas de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.2, p.205-211, 2011.
- HOPKINKS, W.G.; HÜNER, N.P.A. **Introduction to plant physiology**. 4 ed. Editora: Wiley& Sons, 2009, 523 pg.
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/index.php>. Acessado em 21/11/2018.
- JANK, L.; BRAZ, T.G.S.; MARTUSCELLO, J.A. Gramíneas de clima tropical. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. (Eds). **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. Jaboticabal, SP: Gráfica Multipress, 2013. p.109-119.
- KLUTHCOUSKI, J.;CORDEIRO, L.A.M.; VILELA, L. et al. conceitos e modalidades da estratégia de integração lavoura-pecuária-floresta. In: CORDEIRO, L.A.M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p.21-33. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).
- LOPES, M.N.; CÂNDIDO, M.J.D.; POMPEU, R.C.F.F. et al. Características morfogênicas de dois tipos de perfilhos e produção de biomassa do capim-massai adubado com nitrogênio durante o estabelecimento. **Bioscience Journal**, v.30, n.2, p.666-677, 2014.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.
- MARTHA JUNIOR, G.B.; VILELA, L.; BARIONI, L.G.; SOUSA, D.M.G.; BARCELLOS, A.O. Manejo da adubação nitrogenada em pastagens. In: SIMPÓSIO

- SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21. 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2004. p.155-216.
- 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, n.1, p.1-13, 2015.
- MARQUES, T.C.L.L.S.M.; VASCONCELLOS, C.A.; PEREIRA FILHO, I. et al. Evolvimento de dióxido de carbono e mineralização de nitrogênio em latossolo vermelho-escuro com diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.3, p.581-589, 2000.
- MOREIRA, H.J.C.; BRAGANÇA, H.B.N. **Manual de identificação de plantas infestantes: hortifrúti**. FMC Agricultural Products, Campinas-SP, 2011. 1017 p.
- MUKHERJEE, P.K.; VENKATESAN, K.; KUMAR, N.S. et al. The Ayurvedic medicine *Clitoria ternatea*—From traditional use to scientific assessment. **Journal of Ethnopharmacology**, v.120, n.3, p.291-301, 2008.
- OLIVO, C.J.; NORMBER, J. L.; MEINERZ, G. R. et al. Produtividade e valor nutritivo de pastos consorciados com diferentes espécies de leguminosas. **Ciência Rural**, v.42, n.11, p.2051-2058, 2012.
- ONU – Organização das Nações Unidas. 2015. UM projects world population to reach 8,5billion by 2030, driven by growth in developing countries. Disponível em: <http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=51526#.WATNoFQrLIV>. Acessado em: 14/03/2019.
- PACIULLO, D.S.C.; AROEIRA, L.J.M.; ALVIM, M.J. et al. Características produtivas e qualitativas de pastagem de braquiária em monocultivo e consorciada com estilosantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.3, p.421-426, 2003.
- PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M.; LEITE, J.L.B.; RESENDE, H. **Tecnologia e custo de produção de *Brachiaria decumbens* para uso sob pastejo**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2016. 6 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 111).
- PARIS, W.; CECATO, U.; BRANCO, A.F. et al. Produção de novilhas de corte em pastagem de Coastcross-1 consorciada com *Arachispintoi* com e sem adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.122-129, 2009.
- PAULINO, V.T.; BEISMAN, D.A.; FERRARI JUNIOR, E. Fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o período da seca. **Pasturas Tropicales**, v.17, n.2, 1993.
- PEREZ, A.A.G.; SORATTO, R.P.; MANZATTO, N.P. et al. Extração e exportação de nutrientes pelo feijoeiro adubado com nitrogênio, em diferentes tempos de implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.1276-1287, 2013.

- PEREIRA, O.G.; SOUZA, V.G. de.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminiais em bovinos de corte alimentados com dietas contendo silagem de sorgo e pré-secado de capim-tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2143-2151, 2007.
- PEREIRA, M.M.; REZENDE, C.P.; PEDREIRA, M.S. et al. Valor alimentício do capim marandu, adubado ou consorciado com amendoim forrageiro, e características da carcaça de bovinos de corte submetido à pastejo rotacionado. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.16, n.3, p.643-657, 2015.
- PINHEIRO, C.M.; LEITE, J.; MARTINS, L.M.V. et al. Perfil Morfológico de Rizóbio Nodulando Cunhã (*Clitoriaternatea*L.) em Neossolo Flúvico. **Revista Científica Produção Animal**, v.12, n.1, p.27-30, 2010.
- POMPEU, R.C.F.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; LOPES, M.N. et al. Características morfofisiológicas do capim Aruana sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p.1187-1210, 2010.
- PRADO, R.M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 407 p.
- PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; PRIMAVESI, A.C.; CANTARELLA, H.; ARMELIN, M.J.A.; SILVA, A.G.; FREITAS, A.R. **Adubação com ureia em pastagens de *Cynodon dactylon* cv. coastcross sob manejo rotacionado**: eficiência e perdas. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular técnica, 30).
- PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A. et al. Extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio pelo capim-coastcross adubado. **Revista Ceres**, v.51, n.295, p.295-306, 2004.
- RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. International Plant Nutrition Institute, 2011, 420 p.
- RODRIGUES, B.H.N.; MAGALHÃES, J.A.; LOPES, E.A. Irrigação e adubação nitrogenada em três gramíneas forrageiras no Meio-Norte do Brasil. **Revista Ciência Agrônômica**, v.36, n.3, p. 274-278, 2005.
- SANTOS, V.R.V. dos; LOUVANDINI, H.; PIMENTEL, C.M.M. et al. Características estruturais e bromatológicas do capim Tanzânia sob pastejo isolado, simultâneo e alternado de ovinos com bovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v.12, n.4, p.670-680, 2011.
- SILVA, V.J.da.; DUBEUX JUNIOR, J.C.B.; TEIXEIRA, V.I. et al. Características morfológicas e produtivas de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a duas frequências de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.97-102, 2010.
- SINGH, M.P.; ERICKSON, J.E.; SOLLENBERGER, L.E. et al. Mineral composition and biomass partitioning of sweet sorghum grown for bioenergy in the southeastern USA. **Biomass and Bioenergy**, v.47, n.1, p.1-8, 2012.

- SOARES FILHO, C.V.; HEINRICH, R.; PERRI, S.H.V. et al. Atributos químicos no solo e produção de *Cynodon dactylon* cv. Terra verde sob doses de biofertilizante orgânicos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.1, p.23-35, 2015.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
- TEINWANDTER, E.; OLIVO, C.J.; COSTA, J.S. et al. Produção de forragem em pastagens consorciadas com diferentes leguminosas sob pastejo rotacionado. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, n.2, p.131-137, 2009.
- TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J. de.; ANDRADE, M.J.B. de. et al. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho + crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.31, n.4, p.647-653, 2009.
- TESK, C.R.M.; RAMOS, T.A.; SCHMIDT JÚNIOR, R.J.; ARAGÃO, L.S.; CARVALHO, P.de.; PEREIRA, D.H.; PINA, D.S.; PEDREIRA, B.C. Valor nutritivo dos capins Quênia e Tamani sob diferentes intensidades de desfolhação. In: SIMPOSIO MATO – GROSSENSE DE BOVINOCULTURA DE CORTE, 4. 2017, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: SIMBOV, 2017.
- UENO, R.K.; NEUMANN, M.; MARAFON, F. et al. Exportação de macronutrientes do solo em área cultivada com milho para alimentação de bovinos confinados. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.6, p.3001-3018, 2013.
- VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; EUCLIDES, V.P.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Eds.). **Plantas forrageiras**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009. p.327-353.
- VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.da.C.; MOREIRA, P.; JANK, L. **Capim-massai (*Panicum maximum* Jacq.)**: nova fronteira para diversificação das pastagens no Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. 16 p. (Embrapa Acre. Circular técnica, 41).
- VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.da C.; SALES, M.F.L. **Amendoim forrageiro cv. Belmonte: leguminosa para a diversificação das pastagens e conservação do solo no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2001. 18 p. (Embrapa Acre. Circular técnica, 43).
- VASCONCELLOS, C.A.; PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C. **Adubação para o milho verde**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. p.1-65 (Circular Técnica, 17).
- VIANA, M.C.M.; FREIRE, F.M.; FERREIRA, J.J. et al. Adubação nitrogenada na produção e composição química do capim braquiária sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1497-1503, 2011.
- VIEIRA, R.F. **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 163 p.

VITOR, C.M.T.; FONSECA, D.M.da.; CÓSER, A.C. et al. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.435-442, 2009.

VON PINHO, R.G.; CANEDO RIVERA, A.A.; BRITO, A.H. et al. Avaliação agrônômica do cultivo de milho em diferentes níveis de investimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.1, p.39-46, 2009.

**CAPÍTULO II: PRODUÇÃO DE BIOMASSA, EXPORTAÇÃO E TAXAS DE  
ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM CAPIM-TAMANI ADUBADO  
COM NITROGÊNIO E CONSORCIADO COM CUNHÃ**

---

## RESUMO

A baixa fertilidade dos solos ocasionada pela ausência de nutrientes é considerada um entrave para o estabelecimento de pastagens, uma vez que as adubações em plantas forrageiras têm pouca importância por grande parte dos pecuaristas, o que leva ao não atendimento da demanda nutricional das forrageiras. Objetivou-se determinar a taxa de acúmulo de forragem e dos macronutrientes, bem como, eficiências agrônômica, fisiológica e recuperação do nitrogênio, no sistema solo-planta da cultivar BRS Tamani em monocultivo adubado com doses crescentes de nitrogênio e consorciado com Cunhã. O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE, no período de julho a dezembro do ano de 2017. Foi utilizado o delineamento em blocos completos casualizados com seis tratamentos, sendo doses (0; 100; 200; 300; 600 e 1200 kg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> de N) de nitrogênio. Adicionalmente, incluiu-se o capim-tamani consorciado com cunhã como tratamento adicional. Adotaram-se três repetições (blocos), totalizando 21 parcelas (unidades experimentais). As análises do tecido vegetal foram determinadas utilizando a matéria seca das forrageiras para determinar os teores de N, P, K, Ca, Mg e S, posteriormente foi calculada a exportação dos nutrientes. Os dados de comparação do capim-tamani em monocultivo com o tratamento adicional foram submetidos a teste de Dunnett a 5% de probabilidade, para essas análises foi utilizado o programa computacional R. O capim-tamani em monocultivo foi submetido às análises de variância e regressão. Já as eficiências nutricionais e o nitrogênio remanescente no solo foram utilizados modelos exponenciais considerando 95% da resposta assintótica, utilizou-se como ferramenta computacional o SISVAR. Constatou-se que a taxa de acúmulo de forragem e de acúmulo de nutrientes do consórcio tamani+cunhã não apresentaram diferenças do capim-tamani submetido às doses intermediárias de nitrogênio (100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N), porém foi superior ao capim-tamani sem adubação nitrogenada (testemunha absoluta), e inferior no acúmulo de nitrogênio e de potássio para doses de 600 e 1200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N. Verificou-se comportamento linear crescente para taxa de acúmulo de forragem e para N, P, K, Ca, Mg e S. Constatou-se que a eficiência agrônômica e taxa de recuperação do N foram influenciadas pelas doses de N com resposta exponencial, ocorrendo diminuição na velocidade de 11,7 e 16,4 g por kg de N aplicado ao sistema. A eficiência agrônômica e taxa de recuperação do nitrogênio diminuíram com o aumento da dose nitrogênio aplicadas. A eficiência fisiológica obteve resposta exponencial com pontos de inflexão de 28,60 kg MS kg<sup>-1</sup> na dose de 976 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N. Com relação ao nitrogênio no solo, não houve efeito significativo para N-Total, NIN e N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, apenas o N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> foi influenciado, com ajuste exponencial. A adubação nitrogenada proporciona incremento na taxa de acúmulo de forragem e de macronutrientes no capim-tamani. O consórcio apresenta taxa de acúmulo de nutrientes e de biomassa de forragem semelhantes as doses intermediárias. Nas maiores doses de nitrogênio o capim-tamani apresenta menor eficiência nutricional e nitrogênio remanescente no solo.

Palavras chave: Consórcio, *Clitoria ternatea* L, exigência nutricional, *Megathyrus maximus*, monocultivo.



## ABSTRACT

The low soil fertility due to the absence of nutrients is considered an obstacle to the establishment of pastures, since the fertilization in forage plants has little importance to most ranchers, which leads to the lack of the nutritional demand of forages. This study was conducted with the objective of determine the forage rate accumulation and macronutrients, as well as agronomic efficiency, physiological and nitrogen recovery, in the soil-plant system of the cultivar BRS Tamani in monoculture fertilizer with increasing rates of nitrogen and consortium with cunhã. The experiment was conducted at the Federal University of Ceara, Fortaleza, from July to December of 2017. A randomized complete block design with six treatments, was used, with rates (0, 100, 200, 300, 600 and 1200 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of N) of nitrogen. In addition, more included tamani grass consortium was cunha, as an additional treatment. Three replicates (blocks) were adopted, totaling 21 plots (experimental units). Plant tissue analyzes were determined using forages dry matter to determine the N, P, K, Ca, Mg and S contents, subsequently the export of nutrients were calculated. The comparison data of monoculture tamani grass with additional treatment were submitted to Dunnett test at 5% probability. For these analyzes, the R software was used. Monoculture tamani grass was submitted to variance and regression analysis. Already the nutritional efficiencies and the remaining nitrogen in the soil exponential models were used considering 95% of the asymptotic response, was used as computational tool SISVAR. It was found that the forage accumulation and nutrient accumulation rate of the tamani + cunha consortium did not differ from the tamani grass submitted to the intermediate nitrogen rates (100, 200 and 300 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of N). however, it was higher than tamani grass without nitrogen fertilization (absolute control), and lower in nitrogen and potassium accumulation at doses of 600 and 1200 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of N. Increasing linear behavior was observed for forage accumulation rate and for N, P, K, Ca, Mg and S. It was found that the agronomic efficiency and N recovery rate were influenced by N rates with exponential response. decrease in speed of 11.7 and 16.4 g per kg of N applied to the system. Agronomic efficiency and nitrogen recovery rate decreased with increasing nitrogen dose applied. The physiological efficiency obtained exponential response with inflection points of 28.60 kg MS kg<sup>-1</sup> at the dose of 976 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of N. Regarding the nitrogen in the soil, there was no significant effect for N-Total, NIN, and N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, only N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> was influenced, with exponential adjustment. Nitrogen fertilization increased the accumulation rate of forage and macronutrients in tamani grass. The consortium presents nutrient accumulation rate and forage biomass similar to the intermediate doses. At higher nitrogen doses, tamani grass has lower nutritional efficiency and remaining nitrogen in the soil.

Key words: Consortium, *Clitoria ternatea* L, nutritional requirement, *Megathyrus maximus*, monoculture.

## INTRODUÇÃO

As pastagens são consideradas a forma mais prática e econômica de alimentação dos animais comerciais, portanto, desempenham papel fundamental nos sistemas de produção de carne e de leite no Brasil (SOUZA et al., 2005; DEBLITZ, 2012). Nesse sentido, tecnologias voltadas ao manejo de pastagens têm sido empregadas visando aumentarem a eficiência e a busca de equilíbrio entre custos e benefícios na produção animal, dentre elas destaca-se a irrigação, adubação (especialmente a nitrogenada) e a consorciação (CÂNDIDO et al., 2018).

Os sistemas de produção intensivos estão relacionados ao desenvolvimento de genótipos melhorados e mais adaptados, destinados à produção de alimento para animais em pastejo (LOPES et al., 2014). Admite-se que, a combinação de tecnologias adequadas as forrageiras de maior potencial produtivo como as do gênero *Megathyrsus*, torna possível aumentar a produção de matéria seca, podendo atingir produção anual em torno de 33 Mg<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> (GALINDO et al., 2017).

O uso de fertilizantes minerais é uma alternativa para melhorar a fertilidade no solo e o desempenho das forrageiras (MAGALHÃES et al., 2015). Entre os macronutrientes, o nitrogênio desempenha papel fundamental na nutrição de plantas e, portanto, é indispensável em sistemas que utilizam o solo intensivamente (MISTURA et al., 2006). O nitrogênio é essencial para a formação de proteínas, aminoácidos, pigmentos, exercendo grande influência sobre os processos fisiológicos das plantas (LOPES et al., 2013).

Entretanto, com o paradigma da sustentabilidade surge uma demanda relacionada à diversificação dos sistemas de produção, visando aproveitar melhor os espaços e nutrientes disponibilizados pelas diferentes forrageiras (DUBEUX JÚNIOR et al., 2013). A consorciação entre gramíneas e leguminosas proporcionam a diversificação da pastagem, melhora a disponibilidade de nitrogênio no solo, pois a leguminosa possui a capacidade de transferir nitrogênio via fixação biológica e ciclagem de nutrientes, fornecendo minerais para a gramínea, podendo alcançar entre 40 e 290 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N (TEINWANDTER et al., 2009; FABRICE et al., 2015). O uso de tecnologias sustentáveis como os consórcios aplicados nos sistemas de produção pode garantir a qualidade da forragem, além de minimizar custos com o uso de adubação nitrogenada (OLIVO et al., 2012).

Em consórcios de capim-marandu com amendoim forrageiro constatou-se que a oferta de forragem foi 23% maior quando comparada com a utilização da mesma gramínea com a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N, sendo que isso se deu pela presença da leguminosa na pastagem com o correto período de descanso (PEREIRA et al., 2015).

As quantidades de nutrientes necessárias para atender a demanda nutricional das forrageiras são fatores importantes para a qualidade da produção de forragem, entretanto, informações são escassas para gramíneas tropicais e em consórcio, acarretando problemas nutricionais devido a falta ou excesso de nutrientes aplicados, levando a prejuízos no desenvolvimento vegetal e exportação de macronutrientes (SOUZA et al., 2012; MEDEIROS et al., 2012).

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar a taxa de acúmulo de forragem e de macronutrientes, bem como, as eficiências agrônômica, fisiológica e recuperação no nitrogênio, no sistema solo-planta da cultivar BRS Tamani em monocultivo adubado com nitrogênio ou em consórcio com cunhã.

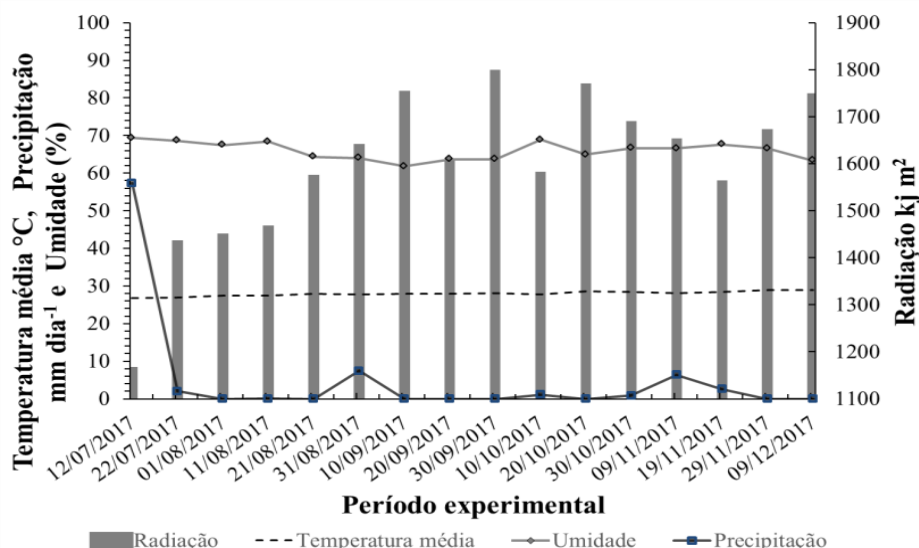
## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura, localizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará – NEEF/DZ/CCA/UFC, em Fortaleza, CE, no período de julho a dezembro do ano de 2017. O município está localizado na região litorânea do estado do Ceará a 15,49 m de altitude, 30°43'02" de latitude Sul, e 38°32'35" de longitude Oeste. A área está em uma região de clima Aw' (KÖPPEN, 1936), tropical chuvoso.



**Figura 1.** Visão geral do experimento. Fonte: Autor.

Os dados climáticos referentes ao período experimental foram obtidos na Estação Meteorológica da Universidade Federal do Ceará distante 0,5 km da área experimental (Figura 2).



**Figura 2.** Dados climáticos do período experimental. Fonte: Estação Meteorológica da Universidade Federal do Ceará.

O solo da área em estudo é do tipo Argissolo Amarelo eutrófico típico (SANTOS et al., 2006), e antes da implantação do ensaio foram coletadas amostras e realizadas análises de fertilidade do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm (Tabela 1).

**Tabela 1.** Atributos químicos e granulométricos de Argissolo Amarelo eutrófico típico da área experimental nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm.

Camada (cm)	pH	M.O. (g dm <sup>-3</sup> )	P (mg dm <sup>-3</sup> )	K (mg dm <sup>-3</sup> )	Ca (mg dm <sup>-3</sup> )	Mg (mg dm <sup>-3</sup> )	H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Al (mg dm <sup>-3</sup> )	SB (mg dm <sup>-3</sup> )	CTC (mg dm <sup>-3</sup> )	V (%)	m (%)
0 – 20	6,3	5	15	39	1,0	0,9	1,5	0	2,0	3,5	57	0
20 – 40	6,6	5	8	23	0,6	0,6	1,3	0	1,2	2,5	49	0
		S (mg dm <sup>-3</sup> )	Na (mg dm <sup>-3</sup> )	B (mg dm <sup>-3</sup> )	Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	Mn (mg dm <sup>-3</sup> )				
0 – 20		7	5	0,15	0,3	3	11	5,6				
20 – 40		6	7	0,14	0,2	4	4,5	2,5				
		Argila (g kg <sup>-1</sup> )	Silte (g kg <sup>-1</sup> )	Areia Total (g kg <sup>-1</sup> )	Areia Grossa (g kg <sup>-1</sup> )	Areia Fina (g kg <sup>-1</sup> )						
0 – 20		92	8	900	710	190						
20 – 40		101	9	890	670	220						

pH – potencial hidrogeniônico; M.O. – matéria orgânica; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; H+Al - acidez potencial; Al – alumínio; SB – soma das bases trocáveis; CTC – capacidade de troca de cátions; V – saturação das bases; m – saturação por alumínio trocáveis; S – enxofre; Na – sódio; Cu – cobre; Fe – ferro; Zn – zinco; Mn – manganês; B – boro.

A partir dos resultados da análise de solo, foram feitas recomendações de acordo com Alvarez et al. (1999), para níveis de fertilidade sugeridos para atender aos sistemas de produção utilizando a consórcio entre as gramíneas e a cunhã. As doses recomendadas foram: 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples) e 50 kg ha<sup>-1</sup> de micronutrientes FTE BR-12 (fonte de micronutrientes), que foram aplicadas no momento da semeadura e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio) com dose parcelada em cinco aplicações durante o período experimental para manutenção do sistema.

### **Delineamento experimental**

Foi utilizado o delineamento em blocos completos casualizados na avaliação de seis doses de nitrogênio (0, 100, 200, 300; 600 e 1200 kg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>), mais o manejo consorciado de tamani+cunhã como tratamento adicional, adotando-se três repetições (blocos), perfazendo 21 parcelas (unidades experimentais).

A semeadura da leguminosa do consórcio foi realizada em 21 de abril de 2017, seguida do capim-tamani, realizado no dia 23 de maio de 2017. Já a semeadura do capim-tamani em monocultivo foi realizada no dia 20 maio de 2017, utilizando taxa de semeadura equivalente a 4,8 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras e viáveis. O plantio foi realizado manualmente na linha, com espaçamento entre linhas de 0,25 m, as parcelas com área total de 12,5 m<sup>2</sup> (2,5 x 5,0 m).

Como fonte de adubação nitrogenada dos tratamentos em monocultivo, à exceção da testemunha, foi utilizada a ureia (45% de N), sendo a adubação dividida em duas aplicações: a primeira, dois dias após o corte e a segunda na metade do período de descanso para cada um dos tratamentos. A quantidade de ureia em cada tratamento foi diluída com volume de 2500 ml de água e aplicada com pulverizador costal, bico tipo leque, sendo esse volume determinada em pré-ensaio levando-se em consideração área da parcela e volume de referência, seguida de irrigação por um período de 10 minutos permitindo que a calda entrasse em contato com o solo.

### **Manejo do pasto**

Após o estabelecimento do capim-tamani, no dia 12 de julho de 2017, foi realizado o corte de uniformização dos tratamentos a uma altura residual de 10 cm,

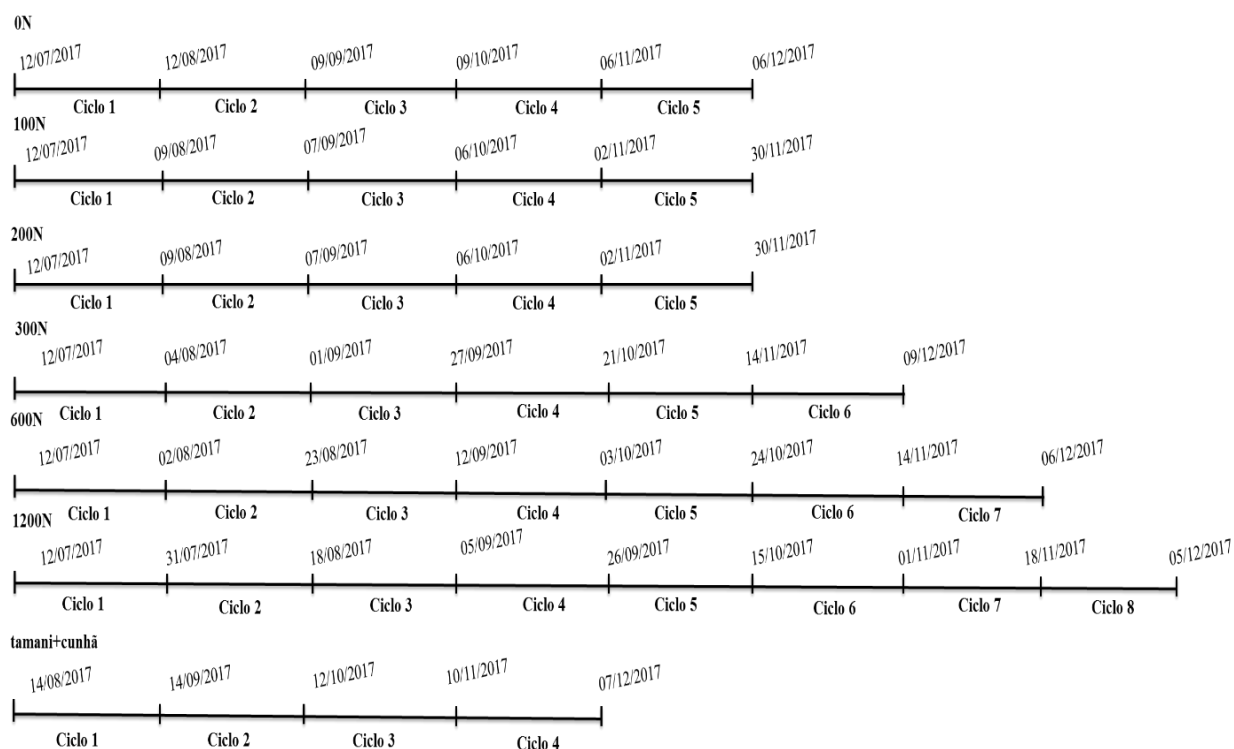
utilizando-se uma roçadeira costal motorizada. No estabelecimento do consórcio foi realizado corte no dia 14 de agosto de 2017 na altura de 10 cm do nível do solo.

Os tratamentos foram manejados sob irrigação por aspersão fixa de baixa pressão (pressão de serviço  $< 2,0 \text{ kg cm}^{-2}$ ) por 40 minutos no período da manhã (6:00 h) com lâmina líquida de  $6,8 \text{ mm dia}^{-1}$ . Foi realizada a avaliação da irrigação utilizando pluviômetros (Fabrimar<sup>®</sup>), numa altura de 50 cm, em toda a área experimental, com espaçamento de  $3,0 \times 3,0 \text{ m}$  para garantir que todas as parcelas recebessem as mesmas lâminas de água.

O capim-tamani em monocultivo foi cortado após emitir três novas folhas produzidas, definido a partir do alcance de 95% da RFA (radiação fotossinteticamente ativa) no tratamento de  $1200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de N, determinado em pré-ensaio experimental até uma intensificação de corte  $\text{IAFr} = 1,0$  (índice de área foliar residual).

O corte do consórcio tamani+cunhã foi realizado quando o dossel interceptou em média 95% RFA, mensurado com Analisador PAR-LAI em Agriculture, modelo AccuPAR LP-80, o que corresponde ao  $\text{IAFr} = 1,0$  (PARSONS et al., 1988). Ambos os tratamentos correspondendo a uma altura de 18 cm. A biomassa de forragem foi coletada utilizando uma moldura de  $0,25 \text{ m}^2$  ( $0,5 \times 0,5 \text{ m}$ ), posicionada no centro da parcela.

Na figura 3, são apresentadas as datas referentes ao início e fim dos períodos de descanso de cada um dos tratamentos.



**Figura 3.** Datas referentes aos ciclos de corte do capim-tamani em monocultivo e do consórcios tamani+cunhã com seus períodos de descanso.

### Procedimentos e variáveis analisadas

As biomassas colhidas foram levadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará e pesadas em balança de precisão e lavadas em água corrente, em seguida água com detergente neutro, e em água destilada contendo 0,03 ml de ácido clorídrico diluído, para retirar impurezas oriundas do campo (MIYAZAWA et al., 2009). Posteriormente, foram levadas a estufa de circulação forçada até atingir peso constante.

O material vegetal foi pesado em balança de precisão, posteriormente moído em moinho de facas tipo Willey com peneira de 1,0 mm. As análises do tecido vegetal foram determinadas utilizando a matéria pré-seca das forrageiras que foi digerida por ácido nítrico-perclórico durante duas horas para determinar os teores de P, K, Ca, Mg e S, onde o P foi determinado por espectrofotometria e K por fotometria de chama, o S por turbidez com sulfato de bário, e os demais foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica de acordo com o preconizado por Malavolta et al. (1997). O N sofreu digestão com ácido sulfúrico, e determinação pelo método de Kjeldahl, conforme Malavolta et al. (1997).

De posse da biomassa de forragem colhível (BFC) e do teor dos nutrientes foram calculadas as exportações, nos diferentes períodos. A exportação dos macronutrientes foi determinada para todos os tratamentos experimentais: Exportação de nutrientes = biomassa de forragem colhível ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) x teor do nutriente ( $\text{g kg}^{-1}$ ).

Em seguida foram estimadas as taxas de acúmulo de nutrientes pelo somatório dos nutrientes, dividido pelo período de descanso dos tratamentos.

Além disso, foram calculadas as eficiências relativas ao nitrogênio: eficiência agrônômica (EA), eficiência fisiológica (EF) e taxa de recuperação do N (TRN), de acordo com Fageria (1998), pelas fórmulas:

$$EA = [\text{BFC no pasto adubado com N (kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}) - \text{BFC (kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}) \text{ no pasto na ausência do N}] / \text{Dose de N aplicado no ciclo (kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}).$$

$$EF = [\text{BFC no pasto adubado com N (kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}) - \text{BFC (kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}) \text{ no pasto na ausência do N}] / [\text{acúmulo de N na BFC do pasto adubado com N (kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}) - \text{acúmulo de N na BFC do pasto na ausência do N (kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1})].$$

$TRN = [\text{acúmulo de N (kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}) \text{ na BFC do pasto adubado com N} - \text{acúmulo de N (kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}) \text{ na BFC do pasto na ausência do N}] / \text{dose de N aplicada (kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1})] \times 100.$

Para determinar os teores de amônio e nitrato no solo foram realizadas coletas com auxílio de trado, na camada de 0-10 cm de profundidade. Foram coletadas três sub-amostras para formar uma amostra composta por parcela, sendo as mesmas armazenadas em sacos plásticos e congeladas para posterior determinação dos teores de amônio ( $\text{N-NH}_4^+$ ), nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ) presentes nessa camada de solo. As determinações de  $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^-$  foram realizadas por meio de método Kjeldahl, sendo o nitrogênio mineral extraído por solução de cloreto de potássio conforme Silva et al. (2010).

### **Análise estatística**

Para determinação das doses de nitrogênio os dados foram submetidos às análises de variância e regressão. Os modelos de regressão foram escolhidos com base na significância dos coeficientes das equações dos modelos lineares, quadráticos, cúbicos, para verificar o efeito das doses de N aplicadas na produção de biomassa de forragem e exportação de macronutrientes, sendo utilizado como ferramenta programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

Para a comparação das médias do capim-tamani em monocultivo com consórcio tamani+cunhã, os dados foram submetidos ao teste de Dunnett, a 5% de probabilidade para identificar as maiores e menores médias dentre os tratamentos, utilizando-se o programa computacional R (SOUZA et al., 2014).

Já as eficiências nutricionais e o nitrogênio remanescente no solo foram analisados utilizando parâmetro de nível ótimo estimado com o uso do modelo exponencial considerando 95% da resposta assintótica por meio da expressão:  $(\ln 0,05) / C + D$ , onde C representa o coeficiente de determinação e D a taxa de acúmulo de nutriente de acordo com Sakomura e Rostagno (2007).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Não houve diferença estatística entre o capim-tamani submetido às doses intermediárias de nitrogênio (100, 200 e 300  $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de N), e o consórcio



tamani+cunhã para as variáveis TAFC, N e K, sendo inferior a dose de 600 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N nas mesmas variáveis, contudo, o consórcio tamani+cunhã foi superior ao capim-tamani sem adubação nitrogenada (testemunha absoluta), porém inferior a aqueles submetidos às doses de 1200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N.

**Tabela 2.** Taxa de Acúmulo de Forragem Colhível (TAFC) (kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) e macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) (g ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) do capim-tamani em monocultivo e consórcio (tamani+cunhã).

Doses	TAFC (kg ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	Taxa de Acúmulo de Nutrientes (g ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )					
		N	P	K	Ca	Mg	S
0	34,9 <sup>(-)</sup>	518,3 <sup>(-)</sup>	75,6 <sup>(-)</sup>	513,8 <sup>(-)</sup>	99,8 <sup>(-)</sup>	102,4 <sup>(-)</sup>	40,3 <sup>(-)</sup>
100	64,7 <sup>ns</sup>	1048,1 <sup>ns</sup>	150,2 <sup>ns</sup>	1107,1 <sup>ns</sup>	161,6 <sup>(-)</sup>	194,9 <sup>(-)</sup>	79,3 <sup>(-)</sup>
200	64,1 <sup>ns</sup>	1077,8 <sup>ns</sup>	137,5 <sup>(-)</sup>	1067,3 <sup>ns</sup>	161,9 <sup>(-)</sup>	177,7 <sup>(-)</sup>	79,3 <sup>(-)</sup>
300	64,8 <sup>ns</sup>	1098,5 <sup>ns</sup>	132,1 <sup>(-)</sup>	1165,2 <sup>ns</sup>	158,7 <sup>(-)</sup>	174,3 <sup>(-)</sup>	78,6 <sup>(-)</sup>
600	86,4 <sup>(+)</sup>	1789,2 <sup>(+)</sup>	198,1 <sup>ns</sup>	1712,8 <sup>(+)</sup>	210,3 <sup>ns</sup>	255,2 <sup>ns</sup>	128,7 <sup>ns</sup>
1200	134,8 <sup>(+)</sup>	3363,8 <sup>(+)</sup>	294,1 <sup>(+)</sup>	2712,2 <sup>(+)</sup>	343,1 <sup>(+)</sup>	343,1 <sup>(+)</sup>	403,4 <sup>(+)</sup>
Teste F	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	5,8	7,8	10,4	11,7	5,3	7,6	6,6
tamani+cunhã	59,6	1463,3	189,7	1166,2	174,5	211,1	105,2

tamani+cunhã representa o capim-tamani consorciado com cunhã. CV(%) coeficiente de variação do capim-tamani solteiro. Médias seguidas por <sup>(+)</sup> foram superiores ao tratamento tamani+cunhã, médias seguidas por <sup>(-)</sup> foram inferiores ao tratamento tamani+cunhã; de acordo com o teste de Dunnett; <sup>ns</sup> médias não diferem significativamente entre si, \*\* é significativo ao nível de 1% de probabilidade e \* significativo ao nível de 5% probabilidade.

O consórcio tamani+cunhã proporcionou maior taxa de acúmulo de P, Ca, Mg e S quando comparadas às doses 0, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N sendo semelhante às doses de 100 e 600 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N e inferior à dose de 1200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N. Tal resultado pode estar relacionado ao maior crescimento radicular da leguminosa, favorecendo a maior absorção de nutrientes e potencializando a exportação de nutrientes no dossel.

Foi observado incremento da TAFC do capim-tamani submetido à dose 1200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N de 126,32% em relação ao consórcio tamani+cunhã, e para os acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S os ganhos foram de 129,88%; 54,96%; 132,57%; 96,57%; 62,47% e 283,3% respectivamente.

A elevação da produção e do acúmulo de nutrientes pode ser atribuída à adubação nitrogenada que contribui para maior desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, da parte aérea, aumentando a absorção e utilização dos nutrientes para o crescimento vegetal. Vale salientar ainda que a biomassa de forragem produzida

a partir da dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N é suficiente para assegurar satisfatoriamente a estabilidade da gramínea e a produção animal, haja vista que os valores médios de biomassa de forragem foram superior a 1600 kg MS ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup>, conforme recomendado por Fernandes et al. (2015), como suficiente para não comprometer a ingestão de matéria seca, principalmente devido à diminuição do tamanho de bocados e, conseqüentemente, aumento no tempo de pastejo.

Quanto às exportações de nutrientes verificou-se uma elevação nessa exportação, resultante de maior acúmulo de biomassa de forragem com o emprego da adubação nitrogenada, exceto quando se trata das variáveis P, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ca, Mg e S, onde as médias dos tratamentos não variaram (Tabela 3). Tal fato pode estar relacionado ao estado nutricional do solo que se encontrava com boa fertilidade química. Quando se considera a exportação de nutrientes da cunhã separada do consórcio, constata-se que essa leguminosa é exigente nutricionalmente, tendo exportado elevadas quantidades de nutrientes especialmente o N.

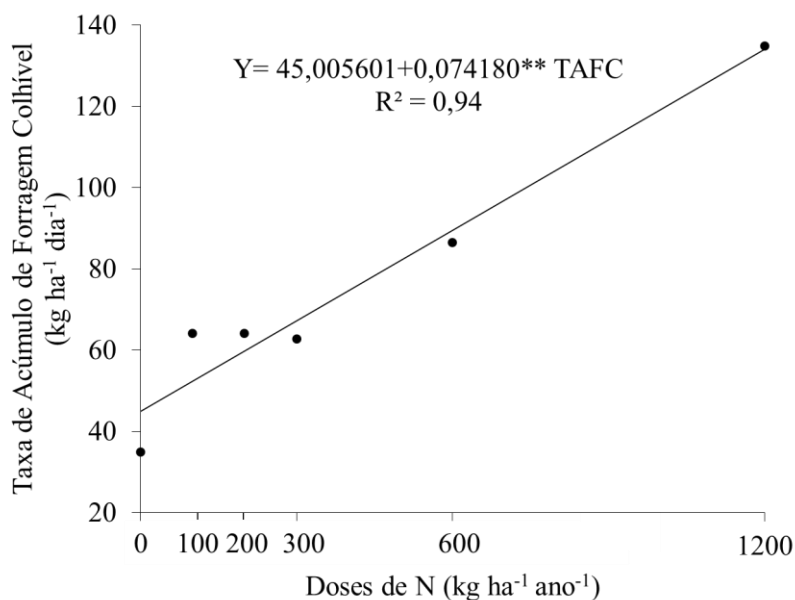
**Tabela 3.** Exportação de macronutrientes pelo capim tamani e cunhã.

Doses (kg/ha <sup>-1</sup> )	N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S
----- kg/t de MS -----								
0	15,2	2,2	4,9	14,7	17,6	2,9	2,9	1,4
100	16,1	2,3	5,3	16,3	19,6	2,5	3,0	1,2
200	16,7	2,1	4,9	16,5	19,8	2,5	2,8	1,2
300	17,8	2,1	4,9	18,3	22,0	2,4	2,8	1,2
600	20,7	2,3	5,2	19,8	23,8	2,4	3,0	1,5
1200	24,9	2,2	5,0	20,1	24,1	2,5	3,0	1,7
Média	18,5	2,2	5,0	17,6	21,1	2,5	2,9	1,4
Cunhã	35,2	3,0	6,8	16,1	19,4	3,4	4,1	2,4

Verificou-se comportamento linear crescente para taxa de acúmulo de forragem colhível (Figura 4) no capim-tamani estimado em 134,03 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> na dose de 1200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N, com incremento de 286,17% em relação à testemunha. Para cada quilograma de nitrogênio aplicado, há acúmulo de forragem colhível de 45 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

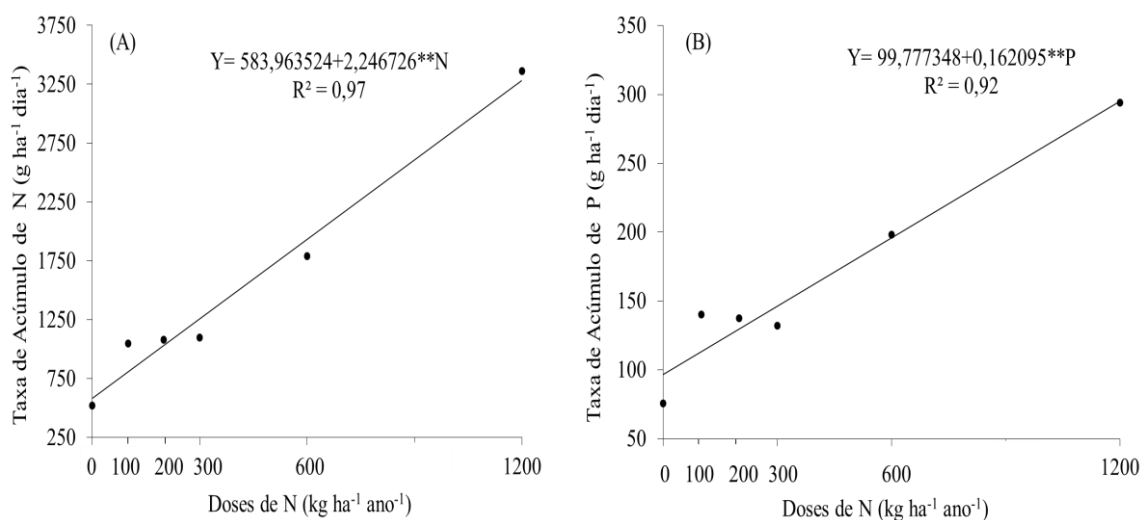
Observou-se que a partir da dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N, ocorreu elevação na produção de biomassa de forragem, que correspondeu ao aumento significativo do perfilhamento e alongamento foliar, sendo essas variáveis sensíveis ao nitrogênio aplicado (VASCONCELOS, 2018). O aumento da produção do capim-tamani com o incremento das doses de N é explicado pelo fato do nitrogênio agir como fator

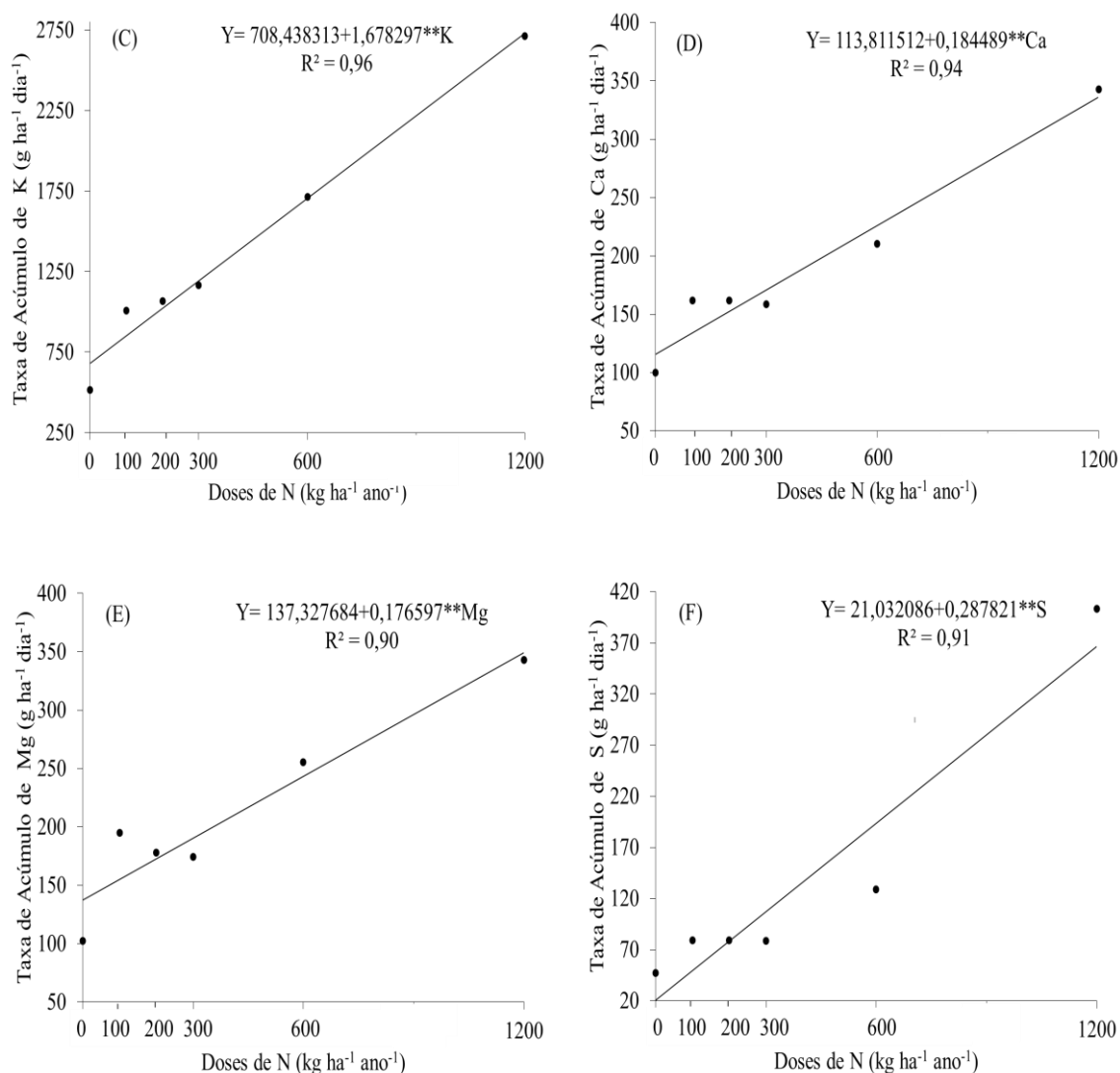
controlador dos processos de crescimento e desenvolvimento das forrageiras, que consequentemente proporciona a elevação da biomassa de forragem pela fixação do carbono (FAGUNDES et al., 2006; BRAZ et al., 2011).



**Figura 4.** Taxa de acúmulo de forragem colhível em capim-tamani adubado com doses de N. \*\* significativo a 1%.

A taxa de acúmulo de nitrogênio no capim-tamani apresentou comportamento linear crescente (Figura 5 B), na qual para cada quilograma de nitrogênio aplicado, há um acúmulo de 2,24 g ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de N. Resultados semelhantes foram constatados por Escarela et al. (2017) em seu trabalho com capim-mombaça sob doses crescentes de N, no qual foi observado que a adubação com ureia proporcionou um aumento linear crescente no acúmulo de N da biomassa. Os resultados no capim-tamani evidenciam que, conforme a biomassa de forragem aumenta, há elevação proporcional no acúmulo de N das raízes para a parte aérea (BENDER et al., 2013).





**Figura 5.** Taxa de acúmulo de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), cálcio (D), magnésio (E) e enxofre (F) em capim-tamani com doses de N. \*\* significativo a 1%

Vale ressaltar que o capim-tamani apresenta uma elevada resposta à adubação nitrogenada e crescimento rápido da parte aérea, tida como uma característica das gramíneas do gênero *Megathyrsus*, assim como foi observado para o capim-mombaça (GALINDO et al., 2018), o que pode explicar o ajuste linear nas variáveis avaliadas no presente estudo. O incremento do acúmulo de N na dose de 1200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N foi de 548,99% frente à não aplicação de nitrogênio (testemunha) (Tabela 2).

O incremento de nitrogênio na parte aérea do capim-tamani em resposta a adubação com N possibilitou aumento dos processos fotossintéticos, pela participação do N nas moléculas de clorofila das folhas do dossel (LOPES et al., 2014; BERNARDI

et al., 2016). Além disso, a disponibilidade de água advinda da irrigação e as condições edafoclimáticas favoráveis proporcionaram o desenvolvimento do capim-tamani até a dose de  $1200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de N.

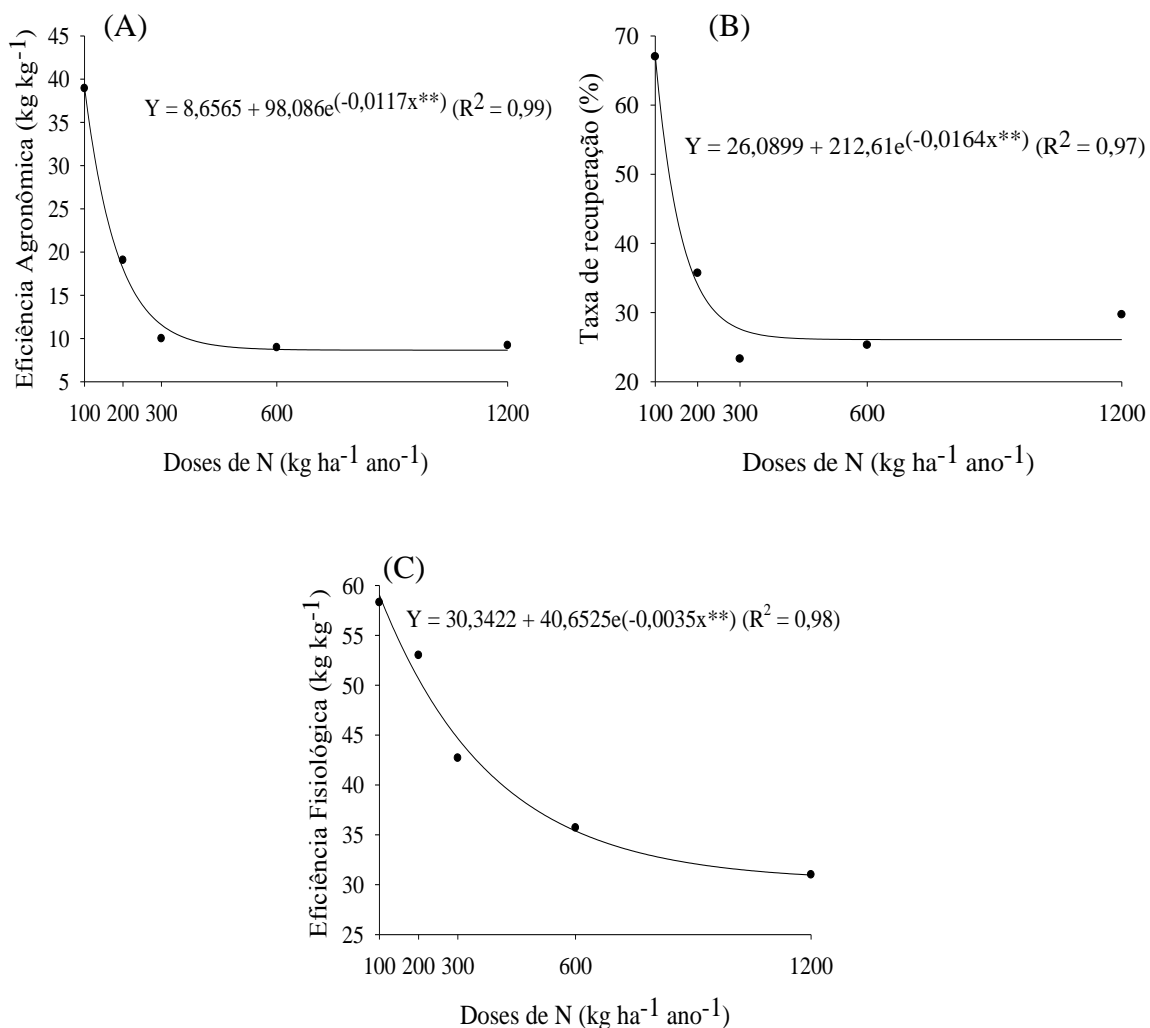
Verificou-se que a taxa de acúmulo de fósforo e potássio apresentou comportamento linear em função das doses de N (Figura 5 C e D). O solo apresentava-se com boa fertilidade, ademais, com a aplicação de P e K durante o estabelecimento e manutenção, possibilitou suprimento nutricional do capim-tamani assegurando que, na maior dose de N, a forrageira expressasse seu potencial produtivo sem esses nutrientes serem limitantes.

O aumento nas concentrações de P e K pode estar atribuído ao fato do acúmulo de P na forrageira estimular o desenvolvimento do sistema radicular (MARSCHNER, 2012). Ressalta-se que um sistema radicular bem desenvolvido consegue explorar maior volume de solo, com tendência de absorver maior quantidade de K lixiviado para camadas superficiais do solo (GALINDO et al., 2018). Salienta-se que o K na dose de  $1200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de N incrementou de 427,8% a mais que a testemunha e que, mesmo na dose mais baixa de  $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de N, ainda houve incremento de 96,0% a mais que o tratamento sem adubação.

A taxa de acúmulo de cálcio e magnésio foi linear crescente (Figura 5 D e E). Observou-se que o Ca foi o quarto nutriente mais absorvido pelo capim-tamani, com quantidade acumulada de  $335,2 \text{ g ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  e o Mg com  $349,2 \text{ g ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  na dose de  $1200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de N. Ressalta-se que essa elevação no acúmulo desses nutrientes pode estar relacionado a TAFC, sendo que, o Ca e Mg estão associados a fatores estruturais nas forrageiras, atuando na lamela média da parede celular e participação na molécula de clorofila com as porfirinas magnesianas (RESENDE et al., 2012; TAIZ et al., 2017). Já com o enxofre, foi observado que, para cada quilograma de N aplicado por dia, houve uma taxa de acúmulo de  $0,287 \text{ g dia}^{-1}$  de S, pode-se inferir que houve participação na síntese de proteína e constituição de enzimas no capim-tamani conforme se aumentou a dose de N aplicada (MARSCHNER, 2012).

De forma geral, os modelos de regressão das doses de nitrogênio demonstram que o capim-tamani encontrava-se em adequado suprimento nutricional ao longo dos dias de avaliação. Dentre os nutrientes avaliados, os mais acumulados foram N e K, pois possuem grande capacidade de aquisição pela planta a partir da solução do solo, obedecendo a uma ordem decrescente de acúmulo igual  $\text{N} > \text{K} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{P} > \text{S}$ .

No capim-tamani foi constatado que houve influência das doses de nitrogênio para as eficiências agrônômica (EA), fisiológica (EF) e taxa de recuperação do nitrogênio (TRN) (Figura 6). Os modelos ajustados para a EA e TRN foram exponenciais, já para a EF, o modelo que melhor se ajustou foi o quadrático.



**Figura 6.** Eficiência agrônômica (EA kg MS kg<sup>-1</sup> A), taxa de recuperação do N (TRN % B) e eficiência fisiológica (EF kg MS kg<sup>-1</sup> C) em capim-tamani adubado com doses de N. \*\* significativo a 1%.

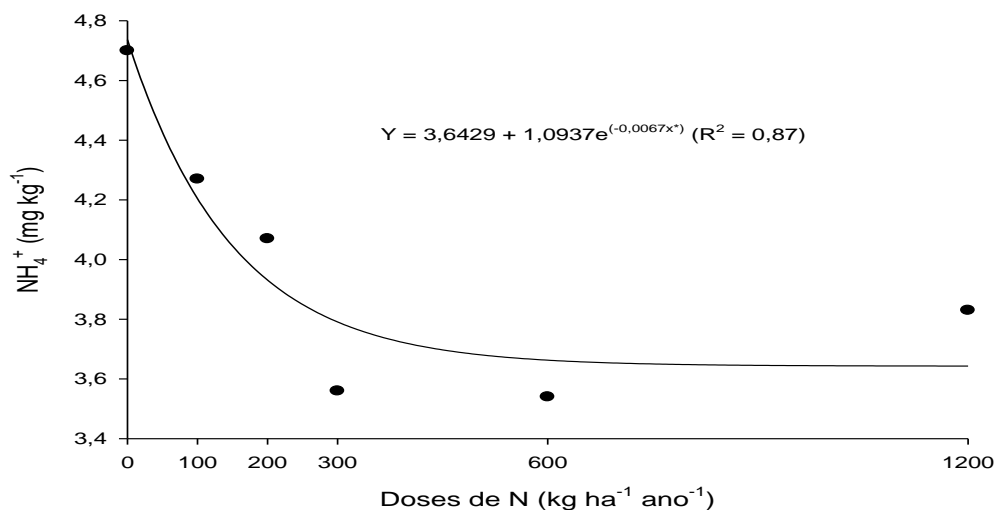
Constatou-se que a eficiência agrônômica (EA) foi influenciada pelas doses de N com resposta exponencial, ocorrendo diminuição de 11,7 g por kg de N aplicado (Figura 6 A). Verificou-se que ocorreu estabilização em 8,6 kg de MS na dose equivalente a 394 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. A maior EA foi observada na dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> que decresceu com o aumento das doses, o que pode estar relacionada à menor

utilização de N pelo capim-tamani e às perdas deste nutriente por lixiviação ou volatilização em doses elevadas. Os resultados encontrados nesse estudo estão de acordo com Galindo et al. (2017) que ao avaliarem a eficiência agrônômica do capim-mombaça sob doses de N observaram decréscimo de eficiência quando a dose foi aumentada até a dose equivalente a 1200 kg ha<sup>-1</sup>. Para que haja maior eficiência agrônômica e diminuição das perdas por lixiviação e volatilização, recomenda-se o parcelamento do N aplicado para o melhor aproveitamento pela forrageira nas maiores doses e acúmulos mais uniformes (WERNER et al., 2001). No capim-tamani, a aplicação de duas parcelas para todas as doses pode ter reduzido a eficiência de uso do N, sendo necessário fracionar em mais aplicações em altas doses.

A taxa de recuperação de nitrogênio (TRN) foi influenciada pelas doses de N aplicadas (Figura 6 B). Houve ajuste exponencial com uma diminuição de 16,4 g por kg de N aplicado ao sistema, obtendo um ponto de inflexão em 26,1% na dose de 281 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N. A redução da TRN em função das doses de N era esperada haja vista a maior produção de biomassa de forragem (COSTA et al., 2010), concentração e exportação dos nutrientes pelas plantas nas maiores doses aplicadas (COSTA et al., 2009), levando a possíveis perdas por lixiviação, volatilização, desnitrificação e escoamento superficial (GALINDO et al., 2017).

A eficiência fisiológica (EF) também foi influenciada pelas doses de nitrogênio, havendo ajuste exponencial com ponto de inflexão de 28,6 kg MS kg<sup>-1</sup> na dose de 976 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N (Figura 6 C). Tal fato é decorrente do maior acúmulo de N pelo capim-tamani quando adubado com dose de até 976 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N, ocasionado pelo aumento no teor foliar desse nutriente e que, a partir de tal dose, houveram perdas de N, conforme relatado anteriormente.

Não houve efeitos das doses de N sobre a concentração de nitrogênio total (N-total) no solo, com média igual a 0,86 e 0,70 g kg<sup>-1</sup> para as doses 0 e 1200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N, respectivamente. A ausência do efeito da adubação nitrogenada sobre N-total disponível no solo pode estar relacionada à utilização do período de descanso ótimo para cada dose avaliada, o que levou ausência da taxa de senescência foliar entre os tratamentos aplicados, não havendo deposição de matéria orgânica, que poderia contribuir com a mineralização do N-orgânico.



**Figura 7.** Concentração de amônio em função de doses de adubação nitrogenada no capim-tamani. \* significativo a 5%.

As doses de nitrogênio influenciaram a concentração de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> no solo (Figura 7). Houve ajuste exponencial com diminuição de 6,7 mg para cada 3,6 kg de N aplicado, havendo estabilização na dose de 687 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. A partir dessa dose, o capim-tamani reduziu a necessidade de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> para atender aos requerimentos nutricionais. As plantas estão em competição por N com a população microbiana, sendo esse nitrogênio no solo sujeito a transformações para forma orgânica e inorgânica, o que garante o suprimento nutricional por N-H<sub>4</sub><sup>+</sup> e N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Entretanto, mudanças na quantidade do nitrogênio disponível e maior absorção de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> pode criar um desequilíbrio em relação ao amônio que pode afetar a produção e a eficiência da forrageira (PRIMAVERSI et al., 2006; SILVA et al., 2013).

As doses de nitrogênio não influenciaram a concentração de nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ( $\hat{Y}=0,611531$ ) no solo. Com o aumento da biomassa de forragem (Figura 4 A), o N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> aparentemente foi absorvido em sua totalidade pelas plantas e microrganismos ou lixiviou para as camadas mais profundas do solo, sendo esses os motivos de não serem constatadas quantidades expressivas de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> na área de estudo. A concentração de nitrogênio inorgânico (NIN) oriundo da soma do N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> também não foi influenciada pelas doses de N, o que pode ser explicado pela alta competição por microrganismos e plantas, visto que ambos utilizam para seu metabolismo (NORDIN et al., 2001; PRADO, 2008).



## CONCLUSÃO

O consórcio de capim-tamani e cunhã apresenta taxa de acúmulo de nutrientes e de biomassa de forragem semelhantes as doses intermediárias de nitrogênio. Já o monocultivo proporciona elevada produção de biomassa de forragem e taxas de acúmulo de nutrientes principalmente na dose de 1200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N.

As maiores doses de nitrogênio o capim-tamani apresenta menor eficiência nutricional e nitrogênio remanescente no solo. Contudo, o capim-tamani apresenta-se como uma forrageira promissora em resposta a adubação nitrogenada bem como no uso em consórcio com cunhã.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ V.V.H.; NOVAES, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.25-32.
- BERNARDI, A.C.de.C.; POLIDORO, J.C.; MONTE, M.B.de.M. et al. Enhancing Nutrient Use Efficiency Using Zeolites Minerals-A Review. **Advances in Chemical Engineering and Science**, v.6, p.295-304, 2016.
- BENDER, R.R.; HAEGELE, J.W.; RUFFO, M.L. et al. Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern, transgenic insect-protected maize hybrids. **Agronomy Journal**, v.105, n.1, p.161-170, 2013.
- BRAZ, T.G.S.; FONSECA, D.M.; FREITAS, F.P. et al. Morphogenesis of Tanzania guinea grass under nitrogen doses and plant densities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, 2011.
- CÂNDIDO, M.J.D.; LOPES, M.N.; FURTADO, R.N.; POMPEU, R.C.F.F. Potencial e desafios para a produção animal sustentável em pastagens cultivadas do Nordeste. **Revista Científica de Produção Animal**, v.20, n.1, p.59-70, 2018.
- COSTA, K.A.de.P.; OLIVEIRA, I.P.de.; SEVERIANO, E.da.C. et al. Extração de nutrientes pela fitomassa de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, n.2, 2009.
- 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, n.1, p.192-199, 2010.

- DEBLITZ, C. **Beef and Sheep Report: Understanding agriculture worldwide**. Agri Benchmark. 2012. Disponível em: <http://www.agribenchmark.org/beef-and-sheep/beef-and-sheep/publications-and-projects/beef-and-sheep-report.html>>. Acessado em: 16/07/2019.
- DUBEUX JUNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; MELLO, A.C.L.de. Ciclagem de nutrientes em pastagens. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. (Eds). **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. Jaboticabal, SP: Gráfica Multipress, 2013. p.81-90.
- ESCARELA, C.M.; PIETROSKI, M.; PRADO, R.M.et al. Effect of nitrogen fertilization on productivity and quality of Mombasa forage (*Megathyrus maximusc*v. Mombasa). **Acta Agronómica**,v.66, n.1, p 42-48, 2017.
- EMBRAPA. **BRS Tamani, forrageira híbrida de Panicum maximum**. Campo Grande, MS: Embapa Gado de Corte, 2015 (Folder).
- FABRICE, C.E.S.; SOARES FILHO, C.V.; PINTO, M.F. et al. Recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* degradada com introdução de *Stylosanthes* e adubação fosfatada. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.16, n.4, p.758-771, 2015.
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2006.
- FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, p.6-16, 1998.
- FERNANDES, J.C.; BUZETTI, S.; DUPAS. E. et al. Sources and rates of nitrogen fertilizer used in Mombasa guinea grass in the Brazilian Cerrado region. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.19, p.2076-2082, 2015.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1.039-1.042, 2011.
- GALINDO, F.S.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.et al. Application of different nitrogen doses to increase nitrogen efficiency in Mombasa guinegrass (*Panicum maximum* cv. mombasa) at dry and rainy seasons. **Australian Journal of Crop Science**, v.11, n.12, p.1657-1664, 2017.
- GALINDO, F.S.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M. et al. Acúmulo de matéria seca e nutrientes no capim-mombaça em função do manejo da adubação nitrogenada. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.5, p.1-9, 2018.
- KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate. In: KÖPPEN, W; GEIGER, R. **Handbulch der Klimatologie**, Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1936. 44p.
- LOPES, M.N.; CÂNDIDO, M.J.D.; POMPEU, R.C.F.F. et al. Fluxo de biomassa em capim-massai durante o estabelecimento e rebrotação com e sem adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, v.60, n.3, p.363-371, 2013.

- LOPES, M.N.; CÂNDIDO, M.J.D.; POMPEU, R.C.F.F. et al. Características morfogênicas de dois tipos de perfilhos e produção de biomassa do capim-massai adubado com nitrogênio durante o estabelecimento. **Bioscience Journal**, v.30, n.2, p. 666-677, 2014.
- MAGALHÃES, J.A.; CARNEIRO, M. S.S.; ANDRADE, A.C. et al. Composição bromatológica do capim-Marandu sob efeito de irrigação e adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.2, p.933-942, 2015.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**.3.ed London: Elsevier, 2012. 643p.
- MEDEIROS, P.R.F.; DUARTE, S.N.E.; SILVA, E.F.F. Eficiência do uso da água e de fertilizantes no manejo de fertirrigação no cultivo do tomateiro sob condições de salinidade do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, n.7, p.344-351, 2012.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; MURAOKA, T.; CARMO, C.A.F.S.do.; MELO, W.J. Análise química de tecido vegetal. In: SILVA, F.C.da. (Org). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2009, p.191-233.
- MISTURA, C.; FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.da. et al. Disponibilidade e qualidade do capim-elefante com e sem irrigação adubado com nitrogênio e potássio na estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.372-379, 2006.
- NORDIN, A.; HÖGGERG, P.; NÄSHOLM, T. Soil nitrogen form and plant nitrogen uptake along a boreal forest productivity gradient. **Oecologia**, v.129, n.1, p.125-132, 2001.
- OLIVO, C.J.; NORNBBER, J. L.; MEINERZ, G. R. et al. Produtividade e valor nutritivo de pastos consorciados com diferentes espécies de leguminosas. **Ciência Rural**, v.42, n.11, p.2051-2058, 2012.
- PARSONS, A.J.; JOHNSON, I.R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. **Grass and Forage Science**, v.43, p.49-59, 1988.
- PRADO, R.M. **Nutrição de plantas**.São Paulo: Editora UNESP, 2008. 407 p.
- PEREIRA, M.M.; REZENDE, C.de.P.; PEDREIRA, M.S. et al. Valor alimentício do capim marandu, adubado ou consorciado com amendoim forrageiro, e características da carcaça de bovinos de corte submetido à pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.3, 2015.

- PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A. et al. Nutrient content in marandu grass biomass due to nitrogen sources and levels. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p. 562-568, 2006.
- RESENDE, G.M.; ALVARENGA, M.A.R.; YURI, J.E. et al. Rendimento e teores de macronutrientes em alface americana em função de doses de nitrogênio e molibdênio. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.373-378, 2012.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007, 283p
- SANTOS, H.G.dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306 p.
- SILVA, D.de.F.; ANDRADE, C.de.L.T.de.; SIMEONE, M.L.F. et al. **Análise de nitrato e amônio em solo e água**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 55 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 114).
- SILVA D.R.G; COSTA K.A.P; FAQUIN V. et al. Rates and sources of nitrogen in the recovery of the structural and productive characteristics of marandu grass. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, p.184-191, 2013.
- SOUZA, E.M.; ISEPON, O.J.; ALVES, J.B. et al. Efeitos da irrigação e adubação nitrogenada sobre a massa de forragem de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1146-1155, 2005.
- SOUZA, T.R.; VILLAS BÔAS, R.L.; QUAGGIO, J.A. et al. Dinâmica de nutrientes na solução do solo em pomar fertirrigado de citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.846-854, 2012.
- SOUZA, E.F.M.; PETERNELLI, L.A.; MELLO, M.P. **Software Livre R: aplicação estatística**. 2014.
- TEINWANDTER, E.; OLIVO, C.J.; COSTA, J.S. et al. Produção de forragem em pastagens consorciadas com diferentes leguminosas sob pastejo rotacionado. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, n.2, p.131-137, 2009.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.
- VASCONCELOS, E.C.G. **Morfofisiologia do capim-tamani irrigado sob doses de nitrogênio**. 2018. 63 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- WERNER, J.C.; COLOZZA, M.T.; MONTEIRO, F.A. Adubação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS. 18, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.129-156.

**CAPÍTULO III: PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO DE MACRONUTRIENTES  
EM PASTOS CONSORCIADOS DE CUNHÃ COM GRAMÍNEAS  
FORRAGEIRAS**

---

## RESUMO

A utilização de consórcio entre cunhã e gramíneas forrageiras apresenta-se como uma alternativa de minimizar os custos com adubação nitrogenada e possibilita produção de forragem com elevado valor nutritivo. Objetivou-se quantificar a taxa de acúmulo de forragem e de macronutrientes dos consórcios entre cunhã (*Clitoria ternatea* L.) e gramíneas forrageiras. O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE, no período de abril a dezembro do ano de 2017. Os tratamentos consistiram no consórcio de leguminosa (*Clitoria ternatea* L), conhecida popularmente como cunhã, com três gramíneas forrageiras de diferentes hábitos de crescimento: capim-urochloa (*Urochloa decumbens*), capim-tamani (*Megathyrsus maximus*) e capim-tierra verde (*Cynodon dactylon*). O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados com medidas repetidas no tempo (quatro ciclos de crescimento) e três repetições (blocos). O corte dos consórcios foi realizado quando o dossel alcançou 95% de IRFA correspondente a altura residual de IAFr de 1,0. As análises dos nutrientes foram determinadas utilizando-se digestão ácida para quantificar os teores de N, P, K, Ca, Mg e S. Posteriormente, foram calculadas as taxas de acúmulos dos nutrientes. Houve interação entre os consórcios e ciclos de corte para a TAF e N, P, K, Ca, Mg e S, nos quais e a TAF no consórcio Urochloa+Cunhã ( $61,3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) e Tierra verde+Cunhã ( $68,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) não diferiu estatisticamente no primeiro ciclo de crescimento. A partir do segundo ciclo de crescimento houve elevação da TAFC no consórcio Urochloa+Cunhã, tornando-se superior no decorrer do período avaliado. Observou-se que a taxa de acúmulo de N no consórcio Urochloa+Cunhã no terceiro ciclo obteve maior resposta frente aos demais consórcios. Quanto a P e K, observou-se que o acúmulo desses nutrientes foi reduzido a partir do segundo ciclo, com exceção do consórcio Urochloa+Cunhã, cuja redução foi somente a partir do terceiro ciclo. Foi observado maior taxa de acúmulo de Ca no consórcio Urochloa+Cunhã no segundo e terceiro ciclos, podendo estar relacionada a maior produção de colmos ( $666,9 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ ). Para os consórcios avaliados, observou-se maior taxa de acúmulo de magnésio no ciclo dois, com exceção do consórcio Urochloa+Cunhã, em que o acúmulo de Mg persistiu até o ciclo três, com redução desse nutriente no ciclo quatro. A taxa de acúmulo de S foi superior no consórcio Urochloa+Cunhã, especialmente no ciclo três. Verificou-se que o consórcio Urochloa+Cunhã e Tierra verde+Cunhã não diferiram entre si quanto aos teores de N-total no solo, porém o consórcio Urochloa+Cunhã apresentou concentração de N-total no solo superior ao consórcio Tamani+Cunhã. Quanto às concentrações de  $\text{N-NH}_4^+$  e de  $\text{N-NO}_3^-$  no solo, observou-se que há maior predominância da forma amoniacal. Conclui-se que o consórcio de urochloa e cunhã apresenta maior taxa de acúmulo de forragem colhível e de macronutrientes. No consórcio tamani com cunhã e tierra verde com cunhã apresentam aumento no nitrogênio amoniacal remanescente no solo. Ambos os consórcios elevaram a demanda por nutrientes sendo indispensável verificar a exportação de macronutrientes e quando necessário repor esses nutrientes retirados da solução do solo.

Palavras-chave: Consorciação de forrageiras, *Clitoria ternatea* L., estado nutricional, produção de forragem, manejo de nutrientes.

## ABSTRACT

The use of consortium between cunhã and grass is an alternative to minimize costs with nitrogen fertilization and allows the production of forage with high nutritive value. The objective of study was to quantify the forage rates accumulation and macronutrients of the consortiums between cunha (*Clitoria ternatea* L.) and forage grasses. The experiment was conducted at the Federal University of Ceara, in Fortaleza-CE, from April to December of 2017. The treatments consisted of the legume consortium (*Clitoria ternatea* L), popularly known as cunhã, with three forage grasses of different growth habits: urochloa-grass (*Urochloa decumbens*), tamani-grass (*Megathyrus maximus*) e tierraverde-grass (*Cynodon dactylon*). The experimental design was a randomized complete block with repeated measures in time (four growth cycles) and three replications (blocks). The consortia was cut when the canopy reached 95% of IRFA corresponding to a residual IAFr height of 1.0. The nutrient analyzes were determined using acid digestion to quantify the levels of N, P, K, Ca, Mg and S. Subsequently, nutrient accumulation was calculated. There was interaction between the consortia and cutting cycles for TAFC and N, P, K, Ca, Mg and S, where TAFC in the Urochloa+Cunha consortium ( $61.3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ) and Tierra verde+Cunha ( $68.2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ) did not differ statistically in the first growth cycle. From the second growth cycle on, there was an increase in TAFC in the Urochloa+Cunhã consortium, becoming higher during the period evaluated. . It was observed that the N accumulation rate in the Urochloa+Cunha consortium in the third cycle had a higher response compared to the other consortiums. As for P and K, it was observed that the accumulation of these nutrients was reduced from the second cycle, with the exception of the Urochloa+Cunhã consortium, whose reduction was only from the third cycle. A higher Ca accumulation rate was observed in the Urochloa+Cunha consortium in the second and third cycles, and may be related to higher stem production ( $666.9 \text{ kg DM ha}^{-1} \text{ cycle}^{-1}$ ). For the evaluated consortiums, a higher magnesium accumulation rate was observed in cycle two, except for the Urochloa+Cunha consortium, where Mg accumulation persisted until cycle three, with reduction of this nutrient in cycle four. The accumulation rate of S was higher in the Urochloa + Cunha consortium, especially in cycle three. It was found that the Urochloa + Cunha and Tierra verde + Cunha consortium did not differ in soil N-total content, but the Urochloa + Cunha consortium presented higher soil N-concentration than the Tamani + Cunha consortium. Regarding the concentrations of N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> and N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> in soil, it was observed that there is a higher predominance of the ammoniacal form. It was concluded that the urochloa and cunha consortium presented higher accumulation rate of harvestable forage and macronutrients. In the consortium tamani with cunha and tierra verde with cunha, there is an increase in the remaining ammonia nitrogen in the soil. Both consortia increased the demand for nutrients and it is essential to verify the exportation of macronutrients and when necessary replenish these nutrients from the soil solution.

Key words: Forage intercropping, *Clitoria ternatea* L., nutritional status, forage production, nutrient management

## INTRODUÇÃO

A elevada demanda por alimentos de origem animal levou a intensificação das pastagens utilizando forrageiras cada vez mais produtivas e exigentes nutricionalmente. Um dos fatores que contribuíram para a produtividade dessas forrageiras foi a adubação nitrogenada que aumentou a resposta produtiva dessas forrageiras em quantidade e em qualidade. Outra alternativa buscada para melhorar a pastagem foi a utilização do consórcio entre leguminosas e gramíneas para alcançar melhores resultados na produtividade dos rebanhos, além de atender a um viés mais sustentável (SHONIESKI et al., 2011; PEREIRA et al., 2015).

A diversificação das pastagens com leguminosas forrageiras nos sistemas de produção tradicionais apresenta inúmeras vantagens, dentre elas a minimização dos custos com adubação nitrogenada pela fixação biológica de nitrogênio, disponibilidade de forragem e transferência de N para as gramíneas em consorciação (BARCELLOS et al., 2008). Para tanto, deve-se selecionar gramíneas e leguminosas que possuam características semelhantes (VALENTIM et al., 2001), suportando períodos de descanso aproximados, pois cortes frequentes podem levar ao desaparecimento da leguminosa no sistema (SILVA et al., 2010), e possuírem compatibilidade quanto a estrutura do dossel e competirem minimamente por nutrientes (ANDRADE, 2013).

Para identificar um consórcio bem sucedido é necessário testar espécies que se adaptem as condições edafoclimáticas e suportem a consorciação. O consórcio entre grama-estrela (*Cynodon nlemfluensis*) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Belmonte) foi implantado no Acre e recomendado por apresentar compatibilidade, também pelo seu valor nutritivo, visto que o amendoim forrageiro apresenta 20,4% de proteína bruta. Sendo este consórcio um potencial para alimentação de animais de produção (VALENTIM et al., 2001; ANDRADE et al., 2009).

Pereira et al. (2015) relatam que a oferta de forragem obtida no consórcio entre capim-marandu e amendoim forrageiro foi 23% maior quando comparada com a utilização da mesma gramínea com a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N. Teixeira et al. (2009), avaliaram o acúmulo de macronutrientes em palhada de milho solteiro e consorciado com crotalária, e constataram boa produção de biomassa de forragem, que resultou em maiores acúmulos de nutrientes.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar a taxa de acúmulo de forragem e acúmulo de macronutrientes em consórcios entre leguminosa Cunhã e gramíneas forrageiras com

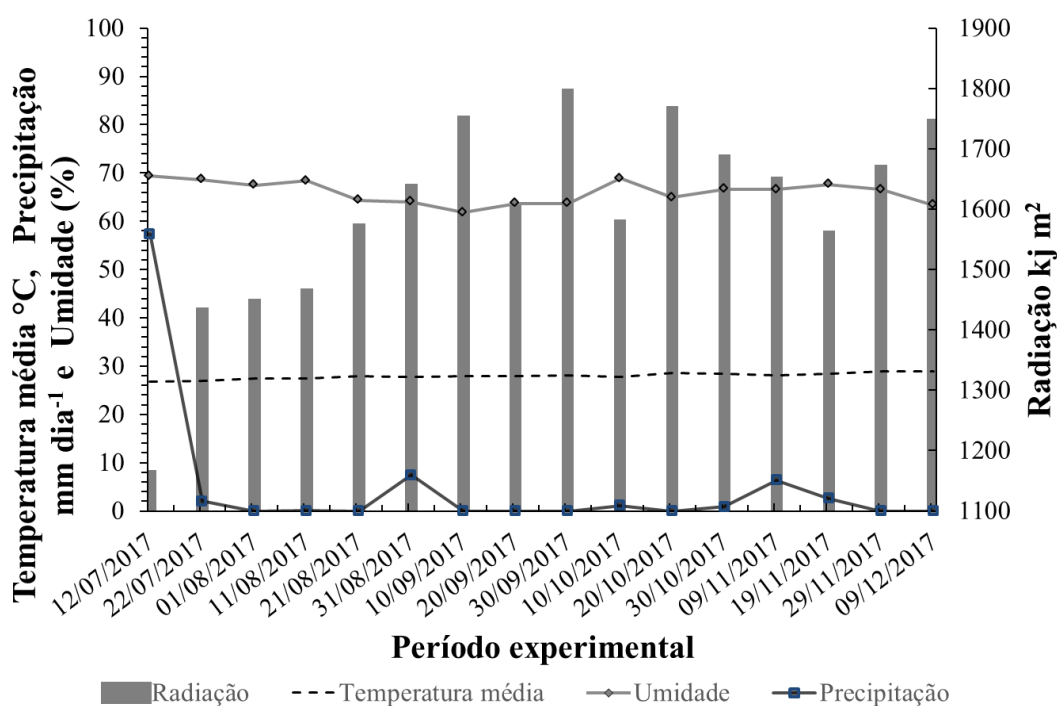


diferentes hábitos de crescimento, sendo um decumbente (capim-Urochloa), cespitoso (capim-Tamani) e estolonífero (capim-Tierra verde).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura, localizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará–NEEF/DZ/CCA/UFC, em Fortaleza, CE, situado na região litorânea do estado do Ceará, com 15,49 m de altitude, 30°43'02" de latitude Sul, e 38°32'35" de longitude Oeste no período de julho a dezembro do ano de 2017. A área está em uma região de clima Aw' (KÖPPEN, 1936), tropical chuvoso.

Os dados climáticos referentes ao período experimental foram obtidos na Estação Meteorológica da Universidade Federal do Ceará distante 0,5 km da área experimental, (Figura 8).



**Figura 8.** Dados climáticos referentes ao período experimental. Fonte: Estação Meteorológica da Universidade Federal do Ceará.

O solo da área em estudo foi classificado como um Argissolo amarelo Eutrófico típico (SANTOS et al., 2006). Foram coletadas amostras para as análises de fertilidade do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm expressos na Tabela 4.

**Tabela 4.** Atributos químicos e granulométricos de Argissolo Amarelo eutrófico típico da área experimental nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm.

Camada (cm)	pH	M.O. g dm <sup>-3</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K mg dm <sup>-3</sup>	Ca -----	Mg -----	H+Al cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Al -----	SB -----	CTC -----	V ---	m ---
0 – 20	6,3	5	15	39	1,0	0,9	1,5	0	2,0	3,5	57	0
20 – 40	6,6	5	8	23	0,6	0,6	1,3	0	1,2	2,5	49	0
		S mg dm <sup>-3</sup>	Na -----	B -----	Cu -----	Fe -----	Zn -----	Mn -----				
0 – 20		7	5	0,15	0,3	3	11	5,6				
20 – 40		6	7	0,14	0,2	4	4,5	2,5				
		Argila -----	Silte -----	Areia Total g kg <sup>-1</sup>	Areia Grossa -----	Areia Fina -----						
0 – 20		92	8	900	710	190						
20 – 40		101	9	890	670	220						

pH – potencial hidrogeniônico; M.O. – matéria orgânica; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; H+Al - acidez potencial; Al – alumínio; SB – soma das bases trocáveis; CTC – capacidade de troca de cátions; V – saturação das bases; m – saturação por alumínio trocáveis; S – enxofre; Na – sódio; Cu – cobre; Fe – ferro; Zn – zinco; Mn – manganês; B – boro.

A partir dos resultados da análise de solo, foram feitas recomendações de acordo com Alvarez et al. (1999), para níveis de fertilidade sugeridos para atender aos sistemas de produção utilizando a consórcio entre as gramíneas e a cunhã. As doses recomendadas foram: 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples) e 50 kg ha<sup>-1</sup> de micronutrientes FTE BR-12 (fonte de micronutrientes), que foram aplicadas no momento da semeadura e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio) com dose parcelada em cinco aplicações durante o período experimental para manutenção do sistema.

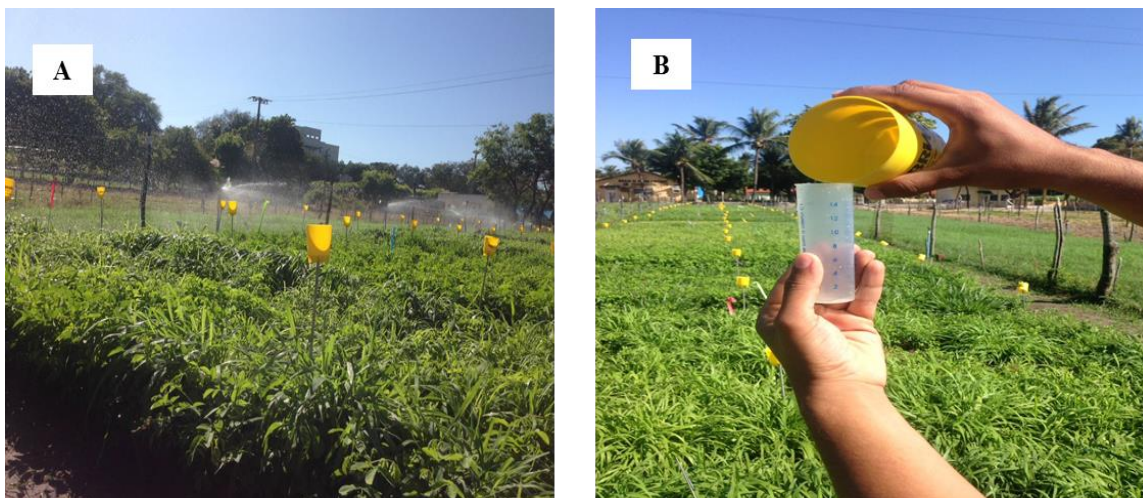
### Delineamento experimental

Os tratamentos consistiram no consórcio de leguminosa (*Clitoria ternatea* L.), conhecida popularmente como Cunhã, com três gramíneas de diferentes hábitos de crescimento: capim-urochloa (*Urochloa decumbens*), capim-tamani (*Megathyrsus maximus*) e capim-tierra verde (*Cynodon dactylon*) sem adubação nitrogenada. O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados com medidas repetidas no tempo (quartos ciclos de crescimento) e três repetições (blocos).

A semeadura da leguminosa foi realizada em 21 de abril e das gramíneas, no dia 23 de maio de 2017. O plantio foi realizado manualmente na linha, com espaçamento entre linhas de 0,25 m, as parcelas com área total de 12,5 m<sup>2</sup> (2,5 x 5,0 m).

## Manejo do pasto

Os consórcios vinham sendo manejado a cada 30 dias e, no dia 14 de agosto de 2017 foi realizado o corte de uniformização a uma altura residual de 10 cm, utilizando-se uma roçadeira costal motorizada.



**Figura 9.** Avaliação da irrigação. Fonte: Autor

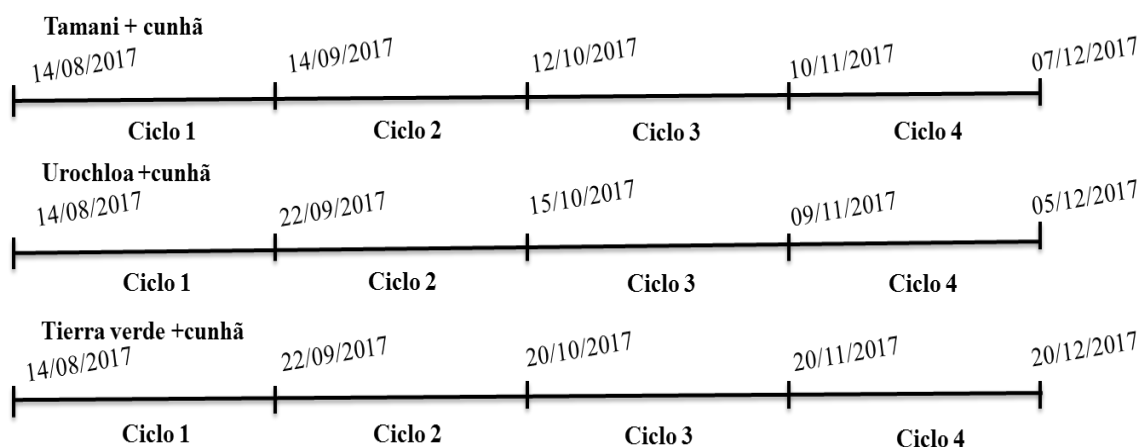
Os tratamentos foram manejados sob irrigação por aspersão fixa de baixa pressão (pressão de serviço  $< 2,0 \text{ kg cm}^{-2}$ ) por 40 minutos no período da manhã (6:00h) com lâmina líquida de  $6,8 \text{ mm dia}^{-1}$ . Foi realizada avaliação do sistema de irrigação utilizando pluviômetros (Fabrimar<sup>®</sup>) a uma altura de 50 cm, em toda a área experimental com espaçamento de  $3,0 \times 3,0 \text{ m}$  para garantir que todas as parcelas recebessem a mesma lâmina de água.

O corte foi realizado quando o dossel em cada consórcio atingisse 95% de IRFA (interceptação da radiação fotossintética ativa) mensurado com ceptômetro AccuPAR LP-80. Para a altura residual em cada consórcio adotou-se um índice de área foliar residual de um ( $\text{IAFr} = 1,0$ ) (PARSONS et al., 1988), que correspondeu a uma altura residual de 18 cm para o Tamani+Cunhã e Urochloa+Cunhã e 16 cm para Terra verde+Cunhã. A biomassa foi coletada utilizando uma moldura de  $(0,5 \times 1,0 \text{ m})$  posicionada no centro da parcela.



**Figura 10.** Determinação da altura de corte preconizando um IAFr = 1,0 com o analisador PAR/LAI (ceptômetro AccuPAR LP-80) (A, B, C e D), corte do consórcio (E) e altura residual (F). Fonte: Autor.

Na figura 11. São apresentadas as datas referentes ao início e fim dos períodos de descaso de cada um dos tratamentos. O consórcio Tamani+Cunhã e Urochloa+Cunhã ambos com quatro ciclos de corte e com quatro períodos de descanso (PD) em média 30 dias. O Tierra verde+Cunhã obteve quatro ciclos de corte com média de PD de 32 dias.



**Figura 11.** Datas referentes aos ciclos de corte dos consórcios com seus períodos de descanso. Fonte: autor.



### Procedimentos e variáveis analisadas

As biomassas coletadas foram levadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará pesadas em balança de precisão e lavadas em água corrente, em seguida, água com detergente neutro, e água destilada contendo 0,03 ml de ácido clorídrico diluído, para retirar impurezas oriundas do campo (MIYAZAWA et al, 2009). Posteriormente, foram levadas a estufa de circulação forçada até atingir peso constante. A matéria seca foi pesada em balança de precisão, posteriormente moída em moinho de facas tipo Willey com peneira de 1mm.

As análises do tecido vegetal foram determinadas utilizando a matéria seca das forrageiras que foi digerida por ácido nítrico-perclórico durante duas horas para determinar os teores de P, K, Ca, Mg e S, onde o P foi determinado por espectrofotometria e K por fotometria de chama, o S por turbidez com sulfato de bário, e os demais foram determinados por espectrofotometria de massa atômica de acordo com o preconizado por Malavolta et al. (1997). O N sofreu digestão com ácido sulfúrico, e determinação pelo método de Kjeldahl, conforme Malavolta et al. (1997).



**Figura 3.** Lavagem da biomassa de forragem (A); secagem das amostras (B); determinação dos teores de nutrientes em espectrofotometria (C); determinação do teor de nitrogênio (D). Fonte: Autor

De posse da biomassa de forragem colhível e da concentração dos nutrientes, foram calculados os acúmulos, nos diferentes períodos. A exportação dos

macronutrientes foi determinada para todos os tratamentos experimentais por meio do cálculo do acúmulo:

Acúmulo e exportação de nutrientes = biomassa de forragem total acumulada ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) x teor do nutriente ( $\text{g kg}^{-1}$ ).

A taxa de acúmulo diária foi estimada pelo somatório de cada um dos nutrientes, dividido pelo total de ciclos e posteriormente dividido pelo período de descanso dos tratamentos.

Para determinar os teores de amônio e nitrato no solo foram coletadas três subamostras simples para formar uma composta por parcela, na camada de 0-10 cm de profundidade. Sendo as amostras armazenadas em sacos plásticos e congeladas para posteriormente determinação dos teores de amônio ( $\text{N-NH}_4^+$ ) e nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ). As determinações de  $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^-$  foram realizados por meio de método Kjeldahl sendo o nitrogênio mineral extraído por solução de cloreto de potássio segundo Silva et al. (2010).

### **Análise estatística**

Os dados foram avaliados por meio de análise de variância (Teste F), com comparação de médias, onde as interações dos fatores (consórcio x ciclo) foram desdobradas somente quando significativas ( $p < 0,05$ ). Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas, utilizou-se o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Houve interação ( $p < 0,05$ ) entre os consórcios e ciclos de corte para a taxa de acúmulo de forragem colhível (TAFC), acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) (Tabela 5). Observou-se maior TAFC no consórcio *Urochloa*+Cunhã ( $61,3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), entretanto, esse não diferiu estatisticamente do consórcio *Tierra verde*+Cunhã ( $68,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) no primeiro ciclo de crescimento. A partir do segundo ciclo de crescimento houve elevação da TAFC e tornando-se superior no decorrer do período avaliado. O incremento na TAFC pode ser atribuído à capacidade da gramínea do gênero *Urochloa* de conseguir se adaptar à consorciação, possuindo como características desejáveis estrutura compatível com a

leguminosa (altura e crescimento decumbente) (ANDRADE, 2013). A representatividade do capim-Urochloa no consórcio foi de 73,3% do total de biomassa de forragem acumulada (Figura 13).

**Tabela 3.** Taxa de acúmulo de forragem colhível (T AFC) em pastos consorciados de cunhã com gramíneas forrageiras.

Consórcios	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	
	T AFC (kg ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )				Média
Urochloa+Cunhã	61,3 <sup>Ac</sup>	75,8 <sup>Ab</sup>	86,9 <sup>Aa</sup>	86,2 <sup>Aa</sup>	77,6
Tamani+Cunhã	48,2 <sup>Bb</sup>	52,2 <sup>Bb</sup>	69,1 <sup>Ba</sup>	68,7 <sup>Ba</sup>	59,6
Tierra+Cunhã	68,2 <sup>Aa</sup>	55,3 <sup>Bb</sup>	54,3 <sup>Cb</sup>	63,9 <sup>Bab</sup>	60,4
Média	59,2	61,1	70,1	72,9	
CV%	7,1				

Médias seguidas de letras minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%), Urochloa+Cunhã- Urochloa e cunhã, Tierra+Cunhã - Tierra verde e cunhã, Tamani+Cunhã - Tamani e cunhã

Quanto a taxa de acúmulo de nitrogênio da biomassa de forragem colhível, observou-se que a interação consórcios x ciclos (Tabela 6) revelou que a Urochloa+Cunhã e Tierra verde+Cunhã, não diferiram nos dois primeiros ciclos de crescimento, entretanto, ao se analisar o terceiro ciclo, observou-se que o consórcio Urochloa+Cunhã apresentou maior taxa de acúmulo de N que os demais consórcios.

Ressalta-se que nos consórcios Urochloa+Cunhã e Tierra-verde+Cunhã, as proporções da leguminosa nos três primeiros ciclos (Figura 12) pode ter favorecido a taxa de acúmulo de N na biomassa de forragem, e maior fotossíntese, propiciando formação de proteínas e enzimas no metabolismo vegetal (TAIZ et al., 2017). Além disso, a maior proporção de cunhã possivelmente promoveu maior fixação biológica do nitrogênio, que aliada a baixa frequência de desfolhação a qual os tratamentos foram submetidos pode ter favorecido o acúmulo de N pela ciclagem desse nutriente (BARCELLOS et al., 2008).

**Tabela 6.** Taxa de acúmulo de nutrientes em pastos consorciados de cunhã com gramíneas forrageiras.

Consórcios	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	
N (g ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )					
Urochloa+Cunhã	1422,5 <sup>Ab</sup>	2075,4 <sup>Aa</sup>	2005,3 <sup>Aa</sup>	914,7 <sup>Bc</sup>	1604,5
Tamani+Cunhã	1004,5 <sup>Bab</sup>	1745,6 <sup>Ba</sup>	1419,6 <sup>Bb</sup>	1125,3 <sup>Ac</sup>	1323,7
Tierra+Cunhã	1562,4 <sup>Ac</sup>	1977,5 <sup>Aa</sup>	901,8 <sup>Cc</sup>	1261,9 <sup>Ab</sup>	1425,9
Média	1329,8	1932,8	1442,3	1100,6	
CV%	6,0				
P (g ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )					
Urochloa+Cunhã	172,0 <sup>Ab</sup>	292,5 <sup>Aa</sup>	287,1 <sup>Aa</sup>	149,1 <sup>b</sup>	225,2
Tamani+Cunhã	186,6 <sup>Ab</sup>	243,6 <sup>Ba</sup>	179,5 <sup>Bb</sup>	143,7 <sup>b</sup>	188,3
Tierra+Cunhã	132,8 <sup>Bb</sup>	276,0 <sup>Aba</sup>	129,4 <sup>Cb</sup>	159,7 <sup>b</sup>	174,5
Média	163,8	270,7	198,6	150,8	
CV%	9,2				
K (g ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )					
Urochloa+Cunhã	1193,1 <sup>Ac</sup>	1943,7 <sup>Ab</sup>	2215,1 <sup>Aa</sup>	728,0 <sup>Bd</sup>	1520,0
Tamani+Cunhã	1214,4 <sup>Ab</sup>	1651,9 <sup>Ba</sup>	1018,7 <sup>Bbc</sup>	779,6 <sup>Abc</sup>	1166,2
Tierra+Cunhã	864,6 <sup>Bbc</sup>	2061,7 <sup>Aa</sup>	678,4 <sup>Cc</sup>	999,0 <sup>Ab</sup>	1150,9
Média	1090,7	1885,8	1304,1	1069,8	
CV%	8,4				
Ca (g ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )					
Urochloa+Cunhã	121,2 <sup>Bb</sup>	249,0 <sup>Aa</sup>	234,8 <sup>Aa</sup>	137,0 <sup>Bb</sup>	185,5
Tamani+Cunhã	170,0 <sup>Aab</sup>	197,0 <sup>Ba</sup>	177,2 <sup>Bab</sup>	153,7 <sup>ABb</sup>	174,5
Tierra+Cunhã	123,7 <sup>Bc</sup>	229,1 <sup>Aa</sup>	127,1 <sup>Cc</sup>	170,8 <sup>Ab</sup>	162,7
Média	138,3	225,0	179,7	153,8	
CV%	7,8				
Mg (g ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )					
Urochloa+Cunhã	185,8 <sup>Bb</sup>	328,8 <sup>Aa</sup>	351,1 <sup>Aa</sup>	129,3 <sup>Bc</sup>	248,8
Tamani+Cunhã	233,9 <sup>Aab</sup>	257,5 <sup>Ba</sup>	202,0 <sup>Bb</sup>	151,0 <sup>Abc</sup>	208,6
Tierra+Cunhã	168,5 <sup>Bb</sup>	317,7 <sup>Aa</sup>	130,0 <sup>Ac</sup>	163,1 <sup>Abc</sup>	194,8
Média	196,1	301,3	227,7	147,8	
CV%	6,9				
S (g ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )					
Urochloa+Cunhã	88,2 <sup>ABb</sup>	168,1 <sup>Aba</sup>	187,8 <sup>Aa</sup>	63,8 <sup>Bb</sup>	126,9
Tamani+Cunhã	107,8 <sup>Ab</sup>	145,3 <sup>Ba</sup>	87,5 <sup>Bb</sup>	80,2 <sup>Bb</sup>	105,2
Tierra+Cunhã	76,5 <sup>Bc</sup>	171,1 <sup>Aa</sup>	45,8 <sup>Cd</sup>	129,6 <sup>Ab</sup>	105,7
Média	90,8	161,5	107,0	91,2	
CV%	10,7				

Médias seguidas de letras minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%), Urochloa+Cunhã- Urochloa e cunhã, Tierra+Cunhã - Tierra verde e cunhã, Tamani+Cunhã - Tamani e cunhã, N-nitrogênio, P-fósforo, K-potássio, Ca-cálcio, Mg-magnésio, S-enxofre. CV%- Coeficiente de variação.



Observou-se que a taxa de acúmulo de N do consórcio Urochloa+Cunhã no ciclo quatro foi reduzido em 119,2% em relação ao ciclo três, sem que houvesse redução na TAFC. Tal fato pode estar relacionado à redução da proporção de leguminosa no dossel forrageiro. Por outro lado, observou-se que o consórcio Tamani+Cunhã também reduziu o acúmulo de N da biomassa em 26,1% entre os ciclos três e quatro, apesar de não ter diminuído a TAFC. Tal fato não era esperado uma vez que a proporção de leguminosa na biomassa total do ciclo quatro elevou-se em 10,8 pontos percentuais e, portanto, era de se esperar que houvesse aumento do acúmulo de N no dossel.

Contudo, é possível que a redução da proporção de leguminosa entre os ciclos dois e três em 6,7% tenha sido refletido no acúmulo de N apenas no ciclo quatro, podendo estar relacionado ao balanço de nutrientes levando ao efeito de diluição. De acordo com Barbosa et al. (2017), as leguminosas associadas às gramíneas, nos consórcios formam complexos que beneficiam as transferências de nitrogênio pela relação indireta na relação C:N do solo, possibilitando aumento da taxa de mineralização da matéria orgânica.

Quanto a taxa de acúmulo de fósforo e de potássio, observou-se redução a partir do segundo ciclo, com exceção do consórcio Urochloa+Cunhã, cuja redução foi somente a partir do terceiro ciclo, provavelmente devido à redução do aporte desses nutrientes no solo, que apesar de o P ter sido aplicado na adubação de fundação e K durante quatro aplicações, não foi suficiente para suprir a exigência nutricional. Apesar disso, tal resposta não comprometeu o acúmulo de forragem no decorrer dos ciclos, tampouco as plantas apresentaram sintomas de deficiência desses nutrientes. Contudo, por serem nutrientes essenciais no metabolismo vegetal, é de fundamental importância o monitoramento e a reposição dos nutrientes por meio da adubação nos sistemas produtivos visando garantir a produção e a persistência dos consórcios.

Ao fazer uma inferência entre a taxa de acúmulo de potássio anual no tecido vegetal dos consórcios Tamani+Cunhã; Urochloa+Cunhã e Tierra verde+Cunhã verificou-se que os mesmos obtiveram 419,64; 547,08 e 368,30 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, sendo bem superiores a quantidade de potássio recomendada pelo CFSEMG (1999), de 200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> contendo 166 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K para adubação de manutenção em pastagens manejadas intensivamente, o que ratifica a importância do monitoramento do estado nutricional das forrageiras para manutenção de sua produtividade e perenidade.

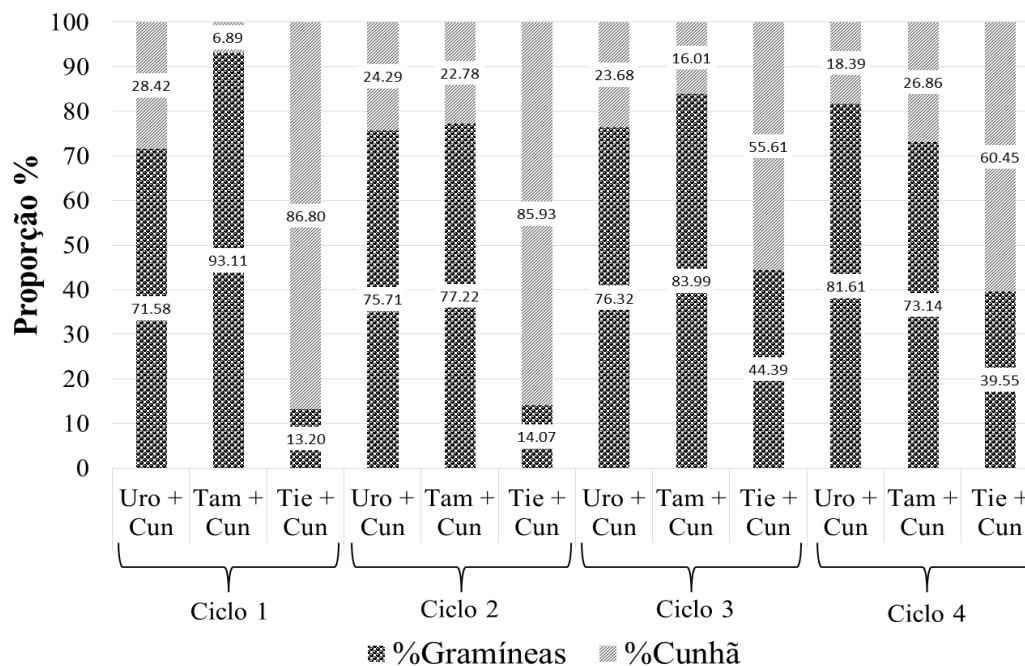
Os valores do acúmulo de K obtidos no presente trabalho encontram-se abaixo dos apresentados por Galindo et al. (2017), que trabalhando com capim-mombaça encontraram acúmulo de  $663 \text{ kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  de K com adubação nitrogenada equivalente a  $300 \text{ kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ . A superioridade da exportação de K relatada pelos autores supracitados está relacionada a maior exigência nutricional do capim-mombaça, pois trata-se de gramínea de elevado potencial de produção de biomassa, aliado ao seu elevado porte, o qual pode atingir em média 90 cm de altura quando manejado sob pastejo a cada 30 dias (GOMIDE et al., 2007).

Foi observada maior taxa de acúmulo de Ca no consórcio Urochloa+Cunhã no segundo e terceiro ciclos, podendo estar relacionada a maior produção de colmos ( $665,9 \text{ kg MS ha}^{-1}\text{ciclo}^{-1}$ ) no referido consórcio em relação aos demais, com média de  $342,1 \text{ kg MS ha}^{-1}\text{ciclo}^{-1}$ . De acordo com Prado (2008), a maior taxa acúmulo de cálcio está relacionada à produção de colmos, pois esse nutriente está na constituição da parede celular, incrementando a resistência mecânica dos tecidos e sustentação.

Para os consórcios avaliados, observou-se maior taxa de acúmulo de magnésio no ciclo dois, com exceção do consórcio Urochloa+Cunhã, em que a taxa de acúmulo de Mg persistiu até o ciclo três, com redução da exportação desse nutriente no ciclo quatro. Maior deposição de magnésio ocorreu no consórcio Urochloa+Cunhã, o qual exportou  $29,8 \text{ kg Mg}$  durante o período experimental, enquanto os demais consórcios exportaram em média  $25,1 \text{ kg Mg}$ . Tal fato era esperado, uma vez que se observou maior índice relativo de clorofila (IRC = 37,5 unid. SPAD) em relação aos demais consórcios (IRC médio de 30,80 unid. SPAD), resultado da elevada taxa fotossintética, o que culminou na maior taxa de acúmulo de forragem do consórcio Urochloa+Cunhã. De acordo com Hopkins (1999), o magnésio apresenta várias funções importantes nas plantas, e, dentre elas atua como ativadores de numerosas enzimas, como a de fixação do carbono para fotossíntese, como a RUBISCO e fosfoenolpiruvato carboxilase, além de fazer parte da molécula de clorofila.

A taxa de acúmulo de enxofre foi superior no consórcio Urochloa+Cunhã, especialmente no ciclo três. Essa superioridade pode ser atribuída ao aumento da taxa de acúmulo de N desse consórcio que conseqüentemente elevou a absorção e acúmulo de S. Vale salientar que o N e S possuem sinergismo no metabolismo das plantas para produção de proteína e aminoácidos sulfurados e ocorre pela junção das rotas metabólicas de assimilação de S pela incorporação de sulfeto na O-acetilserina pela enzima OAS-tiol-liase para formação da cisteína (MARSCHNER, 2012).

Ao observar a proporção dos componentes do dossel pode-se afirmar que maior proporção de Cunhã foi observada no consórcio Tierra verde+Cunhã (72,3%) e a menor Tamani+Cunhã (18,1%) em média. A baixa representatividade do capim-Tierra verde nos primeiros dois ciclos pode estar relacionada a baixa competitividade da gramínea em relação a leguminosa, que possivelmente reduziu o vigor de rebrotação, pelo baixo acúmulo e mobilização de reservas orgânicas, uma vez que, o consórcio foi mantido sem adubação mineral com nitrogênio.



**Figura 13.** Proporção de gramíneas forrageiras e cunhã nos consórcios em relação aos ciclos de crescimento.

Em relação ao consórcio Tamani+Cunhã, observou-se menor proporção da leguminosa no sistema, o que pode estar associado à maior eficiência fotossintética do capim-Tamani, que culmina em elevadas taxas de crescimento, sendo superior ao da leguminosa (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2002).

As interações entre os cultivos consorciados e ciclos de crescimento evidenciam o desempenho da cunhã nos consórcios, sendo esta uma leguminosa adaptada às condições tropicais de elevado valor nutritivo, com proteína bruta em torno de 22%, ademais, a cunhã apresenta persistência no pasto e elevada produção de biomassa de forragem em cultivos consorciados (ARAÚJO FILHO et al., 1994; PINHEIRO et al., 2010).

Quanto ao nitrogênio existente no solo, verificou-se que os consórcios Urochloa+Cunhã e Tierra verde+Cunhã não diferiram entre si quanto aos teores de N-total no solo, porém, o consórcio Urochloa+Cunhã apresentou concentração de N-total no solo superior ao consórcio Tamani+Cunhã. A maior concentração de N-total pode ser atribuída a maior quantidade de biomassa acumulada que, por consequência, produziu maior biomassa de forragem morta, contribuindo para decomposição do material e elevando a quantidade de matéria orgânica disponível no solo, a qual mobiliza nitrogênio, incrementando a concentração do N-total na região radicular (TEIXEIRA et al., 2009).

Esses resultados podem ser atribuídos à intensa adição de carbono orgânico através da renovação do sistema radicular das gramíneas, favorecendo a decomposição constante da matéria orgânica (OLIVEIRA et al., 2016). Ainda, de acordo com autores, os resíduos vegetais provenientes das pastagens são pobres em lignina, precursor químico de compostos recalcitrantes, dessa forma, solos sob pastagens, possuem matéria orgânica menos recalcitrante e, portanto, são mais sensíveis às variações climáticas, químicas e microbiológicas que resultam em maior velocidade de mineralização da matéria orgânica no solo. No consórcio Tierra verde+Cunhã, a maior proporção da leguminosa no dossel pode ter contribuído para maior mineralização da matéria orgânica, resultando em maior disponibilidade do N-total no solo.

**Tabela 7.** Concentração de nitrogênio total, amônio, nitrato e nitrogênio inorgânico nos diferentes consórcios.

Consórcios	N-total (g kg <sup>-1</sup> )	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg kg <sup>-1</sup> ) <sup>#</sup>	NIN (mg kg <sup>-1</sup> )
Urochloa+cunhã	0,87 <sup>A</sup>	3,69 <sup>B</sup>	0,06	3,75 <sup>B</sup>
Tamani+cunhã	0,72 <sup>B</sup>	4,64 <sup>A</sup>	0,11	4,76 <sup>A</sup>
Tierra verde+cunhã	0,85 <sup>AB</sup>	4,59 <sup>A</sup>	0,26	4,85 <sup>A</sup>
CV(%)	5,6	4,3	37,7	5,6
P	*	*	ns	*

Urochloa+Cunhã-Urochloa e cunhã, Tierra verde+Cunhã - Tierra verde e cunhã, Tamani+Cunhã - Tamani e cunhã, N-total- nitrogênio total, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-amônio, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-nitrato (#-variável teve seus dados transformados em raiz quadrada), NIN-nitrogênio inorgânico, \*\* significativo a 1%, \* significativo a 5%, <sup>ns</sup>- não significativo.

Quanto às concentrações de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> no solo, observou-se maior predominância da forma amoniacal, podendo ser indicador de perda do íon nitrato por lixiviação, haja vista a aplicação diária de irrigação em solos com textura arenosa. De acordo com Oliveira et al. (2016), em condições de pastagem, a forma N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> é

favorecida por substâncias excretadas pelas raízes das gramíneas, que inibem a nitrificação. Por outro lado, as baixas concentrações de  $\text{N-NO}_3^-$  no solo podem indicar maior demanda pela microbiota do solo e pelas raízes, além de perdas por lixiviação, uma vez que esse íon é rapidamente lixiviado devido a sua carga negativa, ou ainda, aos baixos teores de  $\text{N-NO}_3^-$  no solo, comum em solos de ecossistemas tropicais (CARMO et al., 2005).

## CONCLUSÃO

O consócio de *Urochloa* e cunhã apresenta maior taxa de acúmulo de forragem colhível e de macronutrientes. As características produtivas do consócio *Urochloa* e cunhã são favorecidas pelo hábito de crescimento decumbente da gramínea, permitindo compatibilidade e aumento da produção de biomassa.

Os consórcios tamani com cunhã e terra verde com cunhã apresentam aumento no nitrogênio amoniacal remanescente no solo. Ambos os consórcios elevaram a demanda por nutrientes sendo indispensável verificar a exportação de macronutrientes e, quando necessário, repor esses nutrientes retirados da solução do solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, C.M.S.; HESSEL, C.E.; VALENTIM, J.F. Valor nutritivo e fatores antinutricionais nos capins estrela-africana, tangola e tanner-grass nas condições ambientais do Acre. **Ciência & Desenvolvimento**, v.4, n.8, p.273-283, 2009.
- ANDRADE, C.M.S.de. Características de gramíneas relacionadas com sua compatibilidade com leguminosas em pastos consorciados, In: SOUZA, F.H.D.de.; MATTA, F.de.P.; FÁVEIRO, A.P. (Eds). **Construção de ideótipos de gramíneas para usos diversos**. Brasília, DF: Embrapa, 2013, p.37-60.
- ALVAREZ, V.V.H.; NOVAES, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (Ed.). In: **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 1999, p. 25-32.
- ARAÚJO FILHO, J.A.; GADELHA, J.A.; SILVA, N.L. et al. Efeito da altura e intervalo de corte na produção de forragem da cunhã (*Clitoria ternatea* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.6, p.979-982, 1994.
- BARCELLOS, A.O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L. et al. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas

- exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.51-67, 2008.
- BARBOSA, V.; GARCIA, P. B.; RODRIGUES, E. G. et al. Biomassa, Carbono e Nitrogênio na Serapilheira Acumulada de Florestas Plantadas e Nativa. **Floresta e Ambiente**, v.24, 2017.
- CARMO, J. B.; NEILL, C.; MONTIEL, D. C. G. et al. Nitrogen dynamics during till and no-till pasture restoration sequences in Rondônia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Kluwer Academic Publishers, v.71, p.213-225, 2005.
- CFSEMG. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação** - Viçosa: UFV, 1999, 359 p.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1,039-1,042, 2011.
- GALINDO, F.S.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; et al. Application of different nitrogen doses to increase nitrogen efficiency in Mombasa guineagrass (*Panicum maximum* cv. mombasa) at dry and rainy seasons. **Australian Journal of Crop Science**, v.11, n.12, p.1657-1664, 2017.
- 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, n.10, p.1487-1494, 2007.
- HOPKINS, W. G. **Introduction to Plant Physiology**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1999, 512p.
- KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate, In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Handbuch der Klimatologie**, Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1936, 44p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997, 319 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed London: Elsevier, 2012, 643p.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; MURAOKA, T.; CARMO, C.A.F.S.do.; MELO, W.J.de. Análise química de tecido vegetal, In: SILVA, F.C.da. (Org). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2009, P. 191-233.
- NASCIMENTO JUNIOR, D.; GARCEZ NETO, A.F.; BARBOSA, R.A.; ANDRADE, C.M.S. Fundamentos para o Manejo de Pastagens: evolução e Atualidade. In: Simpósio Sobre Manejo Estratégico da Pastagem, **Anais...** UFV, Viçosa, 2002. p.149-196.

- OLIVEIRA, S.P.; CÂNDIDO, M.J.D.; WEBER, O.B. et al. Conversion of forest into irrigated pasture I. Changes in the chemical and biological properties of the soil. **Catena**, v.137, p.508-516, 2016.
- PARSONS, A.J.; JOHNSON, I.R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. **Grass and Forage Science**. v.43, p.49-59, 1988.
- PEREIRA, M.M.; REZENDE, C.de.P.; PEDREIRA, M.S. et al. Valor alimentício do capim marandu, adubado ou consorciado com amendoim forrageiro, e características da carcaça de bovinos de corte submetido à pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.3, 2015.
- PRADO, R.M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 407 p.
- PINHEIRO, C.M.; LEITE, J.; MARTINS, L.M.V. et al. Perfil Morfológico de Rizóbio Nodulando Cunhã (*Clitoria ternatea* L.) em Neossolo Flúvico. **Revista Científica Produção Animal**, v.12, n.1, p.27-30, 2010.
- SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306 p.
- SILVA, D.de.F.; ANDRADE, C.de.L.T.de.; SIMEONE, M.L.F.; AMARAL, T.A.; CASTRO, L.A.de.; MOURA, B. F. **Análise de nitrato e amônio em solo e água**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010, 55 p. (Embrapa Milho e Sorgo, Documentos, 114).
- SILVA, V.J.da.; DUBEUX JUNIOR, J.C.B.; TEIXEIRA, V.I. et al. Características morfológicas e produtivas de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a duas frequências de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.97-102, 2010.
- SHONIESKI, F.R.; VIÉGAS, J.; BERMUDEZ, R.F. et al. Composição botânica e estrutural e valor nutritivo de pastagens de azevém consorciadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.550- 556, 2011.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.
- TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J.de.; ANDRADE, M.J.B.de. et al. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho + crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.31, n.4, p.647-653, 2009.
- VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.da.C.; SALES, M.F.L. **Amendoim forrageiro cv, Belmonte: leguminosa para a diversificação das pastagens e conservação do solo no Acre**. Rio Branco, Embrapa Acre. 2001, 18 p. (Embrapa Acre, Circular técnica, 43).