



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PERFILHAMENTO, AVALIAÇÕES BIOQUÍMICAS E
ANATÔMICAS DE *BRACHIARIA BRIZANTHA* CV.
MARANDU SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO

Autor: Antônio Carlos Pinheiro Cani
Orientadora: Prof^ª Dra. Daniela Deitos Fries

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Fevereiro – 2014

ANTONIO CARLOS PINHEIRO CANI

**PERFILHAMENTO, AVALIAÇÕES BIOQUÍMICAS E ANATÔMICAS
DE *BRACHIARIA BRIZANTHA* CV. MARANDU SOB DIFERENTES
DOSES DE NITROGÊNIO**

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientadora:
Prof^a Dra. Daniela Deitos Fries

Coorientadores:
Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva
Prof. Dr. Paulo Bonomo

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Fevereiro – 2014

631.84 Cani, Antonio Carlos Pinheiro.
C227p Perfilhamento, avaliações bioquímicas e anatômicas de *brachiaria brizantha* cv. marandu sob diferentes doses de nitrogênio. / Antonio Carlos Pinheiro Cani. – Itapetinga-BA: UESB, 2014.
77f.

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB - *Campus* de Itapetinga. Sob a orientação da Profa. D.Sc. Daniela Deitos Fries e coorientação de Prof. D.Sc. Fabiano Ferreira da Silva e Prof. D.Sc. Paulo Bonomo.

1. *Brachiaria brizantha* - Marandu - Nitrogênio. 2. *Brachiaria brizantha* – Perfilho. 3. Avaliação bioquímica. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Fries, Daniela Deitos. III. Silva, Fabiano Ferreira da. IV. Bonomo, Paulo. V. Título.

CDD(21): 631.84

Catálogo na Fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB 535-5ª Região
Bibliotecária – UESB – *Campus* de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. *Brachiaria brizantha* - Marandu - Nitrogênio
2. *Brachiaria brizantha* – Perfilho
3. Avaliação bioquímica

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Titulo: "Perfilhamento, avaliações bioquímicas e anatômicas de *Brachiaría bryzantha* cv. Marandu sob diferentes doses de nitrogênio".

Autor (a): Antônio Carlos Pinheiro Cani

Orientador (a): Profª. Drª. Daniela Deitos Fries

Co-orientador (a): Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

Prof. Dr. Paulo Bonomo

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:




Profª. Drª. Daniela Deitos Fries- UESB



Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva – UESB



Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira - UESC



Prof. Dr. Élcio José do Nascimento – IFNMG



Prof. Dr. Marcelo Rossi Vicente – IFNMG

Data de realização: 10 de março de 2014.

“A maior necessidade do mundo é a de homens – homens que não se compram nem se vendem; homens que no íntimo da alma sejam verdadeiros e honestos; homens que não temem chamar o erro pelo seu nome; homens, cuja consciência seja tão fiel ao dever como a bússola o é ao pólo; homens que permaneçam firmes pelo que é reto, ainda que aconteça tudo errado”.

Ellen White

À minha mãe Maria de Lourdes Pinheiro Cani, mulher forte e batalhadora, que, apesar da distância, acreditou em mim e me incentivou a lutar e enfrentar os desafios em minha vida;

À minha “Querida” e companheira esposa, Marina Costa Corrêa, que sempre esteve ao meu lado me incentivando, com todo carinho, amor e paciência;

Às minhas filhas Marina e Ana Clara, pela compreensão, uma vez que souberam entender a razão da minha ausência, em momentos importantes de suas vidas;

À minha sogra e amiga Maria de Lourdes Costa Corrêa, que através da sua fé e oração, deu-me força para persistir e superar as dificuldades, angústias e saudades, incentivando-me a continuar a luta.

COM MUITO AMOR, DEDICO.

Ao meu pai José Cani (*in memorian*), exemplo de luta e determinação, quem me incentivou aos estudos, e pela sua forma rigorosa de nos educar, mostrou-me o caminho da busca de uma formação e, principalmente, pelo exemplo de vida.

“A sua ausência nos causa profunda tristeza, mas relembrar as alegrias que você gerou entre nós é como se você aqui estivesse presente”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, por ter me guiado durante esta jornada, dando-me saúde, força e coragem para que eu pudesse atingir os meus objetivos e vencer mais essa etapa da minha formação educacional;

Ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – *Campus Salinas*, por ter concedido este período de afastamento das minhas atividades docentes, para realização de mais essa meta da carreira profissional, os meus sinceros agradecimentos;

Agradeço imensamente à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB – Campus Itapetinga, *ao Setor de Bovinocultura de Leite e demais setores e servidores* que contribuíram diretamente ou indiretamente para a realização deste Doutorado;

Agradeço à minha competente orientadora, Daniela Deitos Fries, que confiou em mim, pela receptividade para comigo e com todos que a cercam, além do fecundo sentimento de simplicidade e tranquilidade que conduz todos os seus orientados;

Aos meus coorientadores, Professores Fabiano Ferreira da Silva e Paulo Bonomo, pela amizade e apoio;

Aos ilustres professores do curso de pós-graduação, Aureliano, Fábio, Robério e Glaydson, pela contribuição inestimável;

Agradeço ao meu colega Vinícius Lopes da Silva, pelo inestimável apoio e amizade, grande parceiro na condução e execução das atividades realizadas durante o experimento;

Aos bolsistas de iniciação científica da UESB, Campus Itapetinga, Jamile Trindade, Nino Bruno, Yasmini, Cleide, George, Cristovão, Robson Júnior, Vinícius, Lívia e Paulo Henrique (PH), pela ajuda indispensável na coleta de dados e análises laboratoriais;

Aos amigos e colegas de curso, Lívia, Hermógenes e Elizangêla, Diêgo Pagum, Fabrício Bacellar (Tanquinho), Danilo Ribeiro, Dionísio, Pablo Viana, Anderson Alagoano, Túlio Jardim, Edileusa, Murilo (Gedel), pela amizade e bons momentos de convívio;

Ao funcionário do Laboratório de Forragicultura e Pastagem, José Queiroz de Almeida (Zé), pela amizade e colaboração nas análises químicas;

Aos colaboradores Miguel Costa e Lucas Costa, pela disponibilização da propriedade rural, Fazenda Paulistinha – Macarani/BA, local para realização do experimento;

À cidade de Itapetinga/BA, na qual residi durante esses quatro anos, onde fui bem acolhido, e às amizades que conquistei no Condomínio Residencial Hercília Pacheco, Coroas Clube Campestre, Churrascaria Condeúba, Restaurante da Tina e o inesquecível Bar do Zé Gordo;

Agradeço à minha esposa e companheira “*Querida*”, Marina Costa Correa, pelo amor, paciência e por sempre acreditar no meu sucesso, constantemente me impulsionando, dando-me força em todos os momentos;

Às minhas filhas Marina e Ana Clara; minha mãe Maria de Lourdes; meus irmãos: José, Luíza, Lena, Beto, Rogério; cunhadas: Patrícias e Beatriz Rêgo; e sobrinhos: Miguel, Léo, Laurinha; que apesar da distância, sempre acreditaram no meu trabalho;

Aos familiares da minha esposa, Dona Lourdes, Sr. Mendo, Marice e Dedé, Marília e Dida, Natália e Luciana, que sempre me incentivaram a lutar e por estarem na torcida para que eu retornasse logo. Aos pituchinhos, Letícia e Henrique, que estiveram comigo nos momentos de descanso e diversão na fazenda, através de gestos carinhosos e com muita alegria, o que me fazia distrair, relaxar e esquecer os momentos difíceis vivenciados.

A todos vocês, o meu sincero MUITO OBRIGADO!

BIOGRAFIA

ANTÔNIO CARLOS PINHEIRO CANI, filho de José Cani e Maria de Lourdes Pinheiro Cani, nasceu em Nanuque/MG, no dia 13 de maio de 1963.

Em dezembro de 1985, concluiu o Curso Superior Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa – MG.

Em março de 2008, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, em nível de Mestrado, na Universidade Estadual Santa Cruz - UESC.

Em abril de 2010, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Produção de Ruminantes, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB – Campus Itapetinga, realizando estudos na área de Forragicultura e Pastagem.

Em março de 2014, submeteu-se à defesa da presente tese.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	X
LISTA DE ABREVIACÕES.....	XII
RESUMO.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
I – REFERENCIAL TEÓRICO.....	1
1.1 A espécie avaliada.....	1
1.2 A adubação nitrogenada.....	2
1.3 Dinâmica de perfilhamento.....	5
1.4 Anatomia foliar.....	6
1.5 Prolina e carboidratos.....	9
1.6. Referências Bibliográficas.....	12
II – OBJETIVOS.....	17
2.1 Objetivo Geral.....	17
2.2 Objetivos Específicos.....	17
III – CAPÍTULO I – DINÂMICA DO PERFILHAMENTO DE <i>Brachiaria</i> <i>brizantha</i> cv. Marandu SOB LOTAÇÃO CONTÍNUA E DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO.....	18
Resumo.....	18
Abstract.....	19
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	21
Resultados e Discussão.....	24
Conclusões.....	29
Referências Bibliográficas.....	30

IV – CAPÍTULO II – AVALIAÇÃO DE AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS, AÇÚCARES REDUTORES E PROLINA EM <i>Brachiária brizantha</i> cv. Marandú SOB LOTAÇÃO CONTÍNUA E DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO.....	33
Resumo.....	33
Abstract.....	34
Introdução.....	35
Material e Métodos.....	36
Resultados e Discussão.....	39
Conclusões.....	42
Referências Bibliográficas.....	43
V – CAPÍTULO III – CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS E BIOQUÍMICAS DE <i>Brachiária brizantha</i> , cv. Marandu SOB LOTAÇÃO CONTÍNUA E DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO.....	45
Resumo.....	45
Abstract.....	46
Introdução.....	47
Material e Métodos.....	49
Resultados e Discussão.....	52
Conclusões.....	58
Referências Bibliográficas.....	59
VI – CONCLUSÕES FINAIS.....	62

LISTA DE FIGURAS

	Página
III CAPÍTULO I	
Figura 1. Dados pluviométricos e de temperaturas média, máxima e mínima, ocorridos durante o período de condução do experimento.....	21
Figura 2. Efeito de diferentes doses de nitrogênio sobre as taxas de aparecimento (TxAp) em A, de mortalidade (TxM) em B, de sobrevivência dos perfilhos (TxS) em C e o índice de estabilidade da população de perfilhos (IEP) em D, nas plantas de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu, nos períodos de outono, inverno, primavera e verão.....	24
Figura 3. Padrão estacional da densidade populacional de perfilhos em <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu, observado sob diferentes doses de nitrogênio aplicadas no período de abril de 2012 a fevereiro de 2013.....	28
IV CAPÍTULO II	
Figura 1. Dados pluviométricos e de temperaturas média, máxima e mínima, ocorridos durante o período de condução do experimento.....	36
Figura 2. Efeito de diferentes doses de nitrogênio sobre os teores de prolina nas folhas e colmos das plantas de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu, nos períodos de outono, inverno, primavera e verão.....	39
Figura 3. Efeito de diferentes doses de nitrogênio sobre os teores de açúcares redutores (AR) em A, e açúcares solúveis totais (AST), em B, nas folhas e colmos das plantas de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu, nos períodos de outono, inverno, primavera e verão.....	40
V CAPÍTULO III	
Figura 1. Dados pluviométricos e de temperaturas média, máxima e mínima, ocorridos durante o período de condução do experimento.....	49
Figura 2. Esquema das medidas realizadas nas secções anatômicas. Espessura da nervura central (ENC - linha preta); Espessura do feixe vascular central (EFVC - linha amarela); Espessura do parênquima da nervura central (EPNC - linha vermelha) e Espessura do limbo foliar (ELF - linha verde).....	51
Figura 3. Fotomicrografias de secções transversais das folhas de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu, cultivadas sob 4 doses de nitrogênio (em A = 0, B = 50, C = 100 e D = 150 kg.ha ⁻¹), coletadas no período do verão. Coloração: safrablau. barra = 50 µm.....	52

- Figura 4.** Fotomicrografias de secções transversais das folhas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, cultivadas sob 4 doses de nitrogênio (em A = 0, B = 50, C = 100 e D = 150 kg.ha⁻¹), coletadas no período do inverno. Coloração: safrablau. barra = 50 µm..... 53
- Figura 5.** Fotomicrografias de secções transversais de folhas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, mostrando detalhes da nervura central (A) e do limbo foliar (B). ES, esclerênquima; F, floema; X, xilema; PF, parênquima do feixe; P, parênquima; CB, células da bainha; FV, feixe vascular; e PC, parênquima clorofiliano. Coloração: safrablau. barra = 30 µm..... 53
- Figura 6.** Efeito de diferentes doses de nitrogênio sobre as Espessuras da nervura central (ENC) em A, do limbo foliar (ELF) em B, do feixe vascular central (EFVC) em C e do parênquima da nervura central (EPC) em D, nas folhas das plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, nos períodos de verão e inverno..... 55
- Figura 7.** Efeito de diferentes doses de nitrogênio sobre os teores de fibra em detergente neutro (FDN) em A, fibra em detergente ácido (FDA) em B, lignina (L) em C, celulose (Cl) em D, hemicelulose (Hmc) em E e de proteína bruta (PB) em F, nas folhas e colmos das plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, nos períodos de inverno e verão..... 57

LISTA DE ABREVIACÕES

Abreviação	Significado
MS	Matéria Seca
Cv	Cultivar
N	Nitrogênio
NO ⁻³	Nitrato
NH ⁺⁴	Amônio
NH ⁺³	Amônia
MS	Matéria seca
TapF	Taxa de aparecimento de folhas
NFV	Número de folhas vivas
Há	Hectare, medida de área.
C/N	Razão carbono / nitrogênio
C ₄ (planta)	Nº de carbono do primeiro composto de açúcar na fotossíntese
pH	Potencial hidrogeniônico
TxAp	Taxa de aparecimento de perfilhos
TxM	Taxa de mortalidade
TxS	Taxa der sobrevivência de perfilhos
IEP	Índice de estabilidade da população
AST	Açúcares solúveis totais
AR	Açúcares redutores
ENC	Espessura da nervura central
EFVC	Espessura do feixe vascular central
EPNC	Espessura do parênquima da nervura central
ELF	Espessura do limbo foliar
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
PB	Proteína bruta
S	Relativo a latitude sul
W	Relativo a longitude oeste
P	Fósforo
K	Potássio
Ca	Cálcio
Mg	Magnésio
Al	Alumínio
V (valor)	Porcentagem de saturação por bases
DIVMS	Digestibilidade da matéria seca <i>in vitro</i>
L	Lignina
Cl	Celulose
Hmc	Hemicelulose

RESUMO

CANI, A.C.P. **Perfilhamento, avaliações bioquímicas e anatômicas de *Brachiaria brizantha*, cv. Marandú sob diferentes doses de nitrogênio.** Itapetinga, BA: UESB, 2014. 78 p. Tese. (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes)*.

Objetivou-se com este trabalho, avaliar a influência do nitrogênio na dinâmica do perfilhamento e sobre aspectos bioquímicos e anatômicos em pasto de *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu utilizado por bovinos em regime de lotação contínua e taxa de lotação variável. O experimento foi conduzido na fazenda Paulistinha, município de Macarani, BA, no período de abril de 2012 até fevereiro de 2013, sendo os meses de abril e maio, julho e agosto, outubro e novembro de 2012, correspondentes ao outono, ao inverno e à primavera, respectivamente; e os meses de janeiro e fevereiro de 2013, correspondentes ao verão. Com base nos resultados da análise de solo da área experimental, foram corrigidos os teores de P e K, juntamente com a primeira aplicação de ureia. O experimento consistiu de 4 tratamentos ($T_1=0$, $T_2=50$, $T_3=100$ e $T_4=150$ kg.ha⁻¹ de N), com 4 repetições, disposto no campo segundo um delineamento inteiramente casualizado, contando cada unidade experimental (cada piquete) com aproximadamente 0,6 ha. A dinâmica do perfilhamento foi avaliada mensalmente, determinando-se as taxas de aparecimento (TxAp), de sobrevivência (TxSb), de mortalidade (TxM), e o índice de estabilidade da população de perfilhos (IEP), nos períodos das estações do ano. Para as avaliações anatômicas, foram utilizadas folhas completamente expandidas, coletadas no inverno e verão. Nas imagens das secções transversais das lâminas foliares, foram avaliadas a espessura da nervura central (ENC), a espessura do feixe vascular central (EFVC), a espessura do parênquima da nervura central (EPNC) e a espessura do limbo foliar (ELF). Quanto aos aspectos bioquímicos, foram avaliados os parâmetros proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose, lignina e os teores de açúcares redutores (AR), açúcares solúveis totais (AST) e prolina. Neste experimento verificou-se que a adubação nitrogenada influenciou de forma positiva a TxAp no outono, não promoveu alteração na TxM e TxS dentro dos períodos experimentais, mas promoveu incremento no índice de estabilidade no verão e no outono. Tais resultados demonstram que a sobrevivência, aliada ao aparecimento de novos perfilhos, foi suficiente para compensar as taxas de mortalidade e manter a população de perfilhos em equilíbrio, no inverno e primavera, com tendência de aumento no outono e verão. O padrão estacional da densidade populacional de perfilhos demonstrou que na 5ª e 6ª geração, no final do inverno e início da primavera, respectivamente, foi quando se deu a maior redução na população de perfilhos. Verificou-se também que o aumento nas doses de nitrogênio influenciou de forma positiva a ENC e a EPNC nos dois períodos avaliados; a EFVC, no verão e, de forma negativa, os teores de FDN e lignina no inverno, com reflexo

* Orientador: Daniela Deitos Fries, DSc. UESB e Coorientadores: Fabiano Ferreira da Silva, DSc. UESB e Paulo Bonomo, DSc. UESB

positivo sobre a PB nos dois períodos. A adubação nitrogenada promoveu incremento no conteúdo de prolina e AR nas amostras referentes às estações de verão e outono, não havendo, entretanto, efeito sobre os teores de AST, em nenhum dos períodos avaliados. O acúmulo de solutos, buscando a redução do potencial osmótico, traduz-se em estratégia que permite a sobrevivência das plantas em condições estressantes.

Palavras-chave: aminoácido, carboidrato, nitrogênio, perfilho, fibra, proteína bruta.

ABSTRACT

CANI, A.C.P. **Tillering, anatomical and biochemical evaluation of *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu, under different levels of nitrogen.** Itapetinga, BA: UESB, 2014. 78 p. Thesis. (Doctorate in Animal Science, sub-area Ruminant Production)*.

The objective with this study was to evaluate the influence of nitrogen on tiller dynamics, and on anatomical and biochemical aspects of *Brachiaria brizantha* pastures, cv. Marandu, used for bovine feeding under continuous and variable stocking rate. The experiment was conducted at the Paulistinha farm, in the city of Macarani, BA, from April 2012 to February 2013, being the months of April and May, July and August, October and November 2012, corresponding to autumn, winter, and spring, respectively; and the months of January and February 2013, corresponding to summer. The concentrations of P and K were corrected based upon the results of soil analysis of experimental area, simultaneously to the first urea application. The experiment consisted of four treatments ($T_1=0$, $T_2=50$, $T_3=100$ e $T_4=150$ kg.ha⁻¹ of N), with four repetitions, in a completely randomized design, which experimental unit with approximately 0.6 ha. The tillering dynamic was assessed monthly, to determine the rates of appearance (TxAP), survival (TxSb), mortality (TxM), and the tiller population stability index (IEP), in the seasons of the year. For the anatomical evaluation, fully expanded leaves were used, harvested in the winter and in the summer. In the images of cross sections of the leaf blades, the central midrib thickness (ENC), the central vascular bundle thickness (EFVC), the central midrib parenchyma thickness (EPNC), and the leaf blade thickness (ELF) were determined. Regarding the biochemical aspects, the parameters assessed were crude protein (PB), neutral detergent fiber (FDN), acid detergent fiber (FDA), cellulose, hemicellulose, lignine, and the levels of reducing sugars (AR), total soluble sugars (AST), and proline. In this experiment, was verified that the nitrogen fertilization positively influenced the TxAP at autumn, did not altered the TxM and the TxS within the experimental periods, although increased the stability index in summer and autumn. Thus, it was shown that survival, combined with appearance of new tillers, was sufficient to compensate mortality rates and keep the tiller population in balance during winter and spring, with an increasing trend in summer and autumn. The seasonal pattern of tiller populational density showed that the 5th and 6th generation, at the end of winter and the beginning of spring, respectively, presented the greatest reduction in the number of tillers. High levels of nitrogen also increased the ENC and the EPNC in the two periods evaluated; the EFVC in summer, and decreased FDN and lignine levels in winter, with positive reflex on the PB in both periods. The nitrogen fertilization promoted an increase in the content of proline and AR in samples referring to summer and autumn, although without any effect on the levels of AST. Solute accumulation, in order to reduce the osmotic potential, translates in a strategy that allows the survival of plants in stressful conditions.

Keywords: aminoacid, carbohydrate, nitrogen, tiller, fiber, crude protein.

* Adviser: Daniela Deitos Fries, DSc. UESB and Co-adviser: Fabiano Ferreira da Silva, DSc. UESB e Paulo Bonomo, DSc. UESB

I - REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 A espécie avaliada

A primeira descrição do gênero *Brachiaria* foi feita por Trinius (1934), porém, a elevação a gênero foi atribuída a Grisebach (1853), pertencente à família botânica Poaceae ou Gramineae, sendo o mais cultivado em áreas de pastagens no Brasil (Fonseca & Martuscello, 2010). O grande interesse dos pecuaristas pelas espécies de Braquiárias, intensamente usadas na cria, recria e engorda dos animais, prende-se ao fato de serem plantas com alta produção de matéria seca, possuir boa adaptabilidade, facilidade de estabelecimento, persistência e bom valor nutritivo, além de se apresentarem resistentes às doenças e terem satisfatório crescimento durante a maior parte do ano, inclusive no período seco (Costa et al., 2005).

A gramínea *Brachiaria brizantha* é originária da África Tropical, ocorrendo até a África do Sul. Essa espécie foi estudada, inicialmente, pela Embrapa Gado de Corte (MS) e, posteriormente, pela Embrapa Cerrados (DF), resultando na liberação da cv. Marandu (Nunes et al., 1984). É considerada uma planta cespitosa, muito robusta, de 1,5 a 2,5 m de altura, com colmos cilíndricos, estriados, glabros, verdes com nós mais claros, inicialmente prostrados, mas produzindo perfilhos que surgem cada vez mais eretos ao longo do crescimento da touceira. O sistema basilar é formado por rizomas curtos, com menos de 5 cm e, encurvados, cobertos por escamas (catáfilos). As folhas linear-lanceoladas, com ápice agudo, arredondadas e carenadas na base, podem atingir até 2 cm de largura e 50 cm de comprimento, com numerosas nervuras finas bem definidas e nervura central muito evidente, com bainhas quase fechadas, em geral, densamente pilosas, com pelos longos e esbranquiçados. As inflorescências atingem até 40 cm de comprimento, com 4 a 6 racemos (Fonseca & Martuscello, 2010).

Essa gramínea desenvolve-se bem na maioria dos solos, tolera acidez moderada e requer um índice pluviométrico superior a 500 mm por ano, sendo ainda considerada moderadamente tolerante à seca, mas não suporta solos encharcados; as suas raízes fasciculadas se desenvolvem muito pouco nos nós. As plantas se adaptam a regiões desde o nível do mar até mais de 3.000 m de altitude; são tolerantes ao frio, resistente ao ataque de cigarrinhas, possuem bom valor forrageiro, alta produção de massa verde e baixa produção de sementes (Soares Filho, 1994).

1.2 A adubação nitrogenada

O nitrogênio (N) é o nutriente que as plantas exigem em maiores quantidades, uma vez que é constituinte de muitos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos (Taiz & Zeiger, 2009). O nitrogênio da fração proteica constitui de 80 a 85% do total de N nas plantas, participa da molécula de clorofila e, portanto, a deficiência deste nutriente inibe rapidamente o crescimento (Mengel & Kirkby, 2001). É o nutriente mais utilizado, mais absorvido e mais exportado pelas gramíneas forrageiras (Carvalho et al., 2006; Primavesi et al., 2006; Costa et al., 2008) e, por isso, constitui o elemento mais limitante à produção e, portanto, merecedor de maior atenção.

Em condições de deficiência de nitrogênio, o perfilhamento é inibido, assim como o fornecimento do referido nutriente estimula o perfilhamento da planta (Pedreira et al., 2001). A magnitude de resposta da planta a esse insumo varia com a espécie forrageira, a dose, a fonte, o modo de aplicação do fertilizante, a forma de utilização de pastagem (corte ou pastejo), o tipo e a textura do solo e com as condições de clima (temperatura e umidade), antes, durante e depois da aplicação do adubo. Portanto, verifica-se que diversos componentes (planta, animal, solo e atmosfera), bem como a interação entre eles, determinarão a quantidade de forragem produzida. Assim, a variação, em qualquer um desses componentes, num determinado momento, estabelece potencialmente respostas diferenciadas na produção de forragem (Martha Jr. et al., 2002).

A adubação nitrogenada estimula o crescimento e interfere na qualidade da forragem produzida pelas gramíneas forrageiras. Entretanto, devido aos custos elevados dos fertilizantes nitrogenados, a sua utilização tem sido limitada. Daí a necessidade de estudos que determinem as espécies que apresentam maior potencial de resposta à aplicação de nitrogênio, contribuindo, assim, para a melhor distribuição de forragem ao longo do ano e viabilizando, desse modo, a aplicação do nutriente (Dias et al., 2000). Para evitar perdas e aumentar a eficiência de utilização do N na produção das gramíneas e, conseqüentemente, na produção animal, é necessário conhecer a dose adequada (Alvim et al., 2000).

Segundo Fagundes et al. (2005), o suprimento de nitrogênio do solo, proveniente da mineralização da matéria orgânica, não é suficiente para atender à demanda das gramíneas de alto potencial de produção. Esse fato tem motivado a condução de

inúmeros trabalhos com adubação nitrogenada, por se entender que esta é uma técnica de manejo que estimula a produtividade das forrageiras ao longo das estações do ano.

Fagundes et al. (2006) avaliaram o efeito da adubação nitrogenada em pastagens de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, nas quatro estações do ano. Os tratamentos consistiram de quatro doses de N (75, 150, 225 e 300 kg.ha⁻¹.ano⁻¹), utilizando-se ureia como fonte do referido nutriente. O fornecimento desse nutriente promoveu um efeito linear, sendo positivo para a densidade populacional de perfilhos vegetativos e vivos e para a biomassa forrageira, enquanto a de perfilhos mortos foi negativo. Houve menor reposta no inverno, devido à baixa disponibilidade de fatores de crescimento (água, luz e temperatura) nesta época do ano.

Avaliando o capim-marandu quanto à combinação de doses de N (0, 100, 200 e 300 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ e de P (0, 50 e 100 kg.ha⁻¹.ano⁻¹), Magalhães et al. (2007) verificaram efeito apenas das doses de N, que resultaram em aumento na produção de massa seca das folhas e de colmos nas formas linear e quadrática, respectivamente.

Primavesi et al. (2006) verificaram efeito linear da adubação nitrogenada na extração do N, em trabalho com capim-marandu em condições de campo e doses de N de 0, 50, 100 e 200 kg.ha⁻¹.corte⁻¹, em um total de quatro cortes. De forma semelhante, Costa et al. (2009) obtiveram com a mesma forrageira aumento linear na extração de N, nos anos de 2004, 2005 e 2006, com doses de 0, 100, 200 e 300 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de N.

Em trabalho realizado nas estações chuvosas de 2002/2003 e 2003/2004, Viana et al. (2011) avaliaram o efeito de doses crescentes de nitrogênio na produção de MS de uma pastagem de capim-braquiária (*Urochroa decumbens* cv. Basilisk), manejada em lotação rotacionado. Esses autores usaram duas fontes de N (ureia-1º ano e sulfato de amônio-2º ano), sendo quatro doses de N (0, 100, 200 e 300 kg.ha⁻¹.ano⁻¹). Houve efeito linear tanto para a produção de matéria seca (MS), quanto ao teor de proteína bruta em resposta ao nitrogênio aplicado.

Avaliando as características estruturais e agrônômicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés sob diferentes doses de N (0, 125, 250, 375 e 500 kg.ha⁻¹.ano⁻¹) utilizando-se ureia como fonte de N, Cabral et al. (2012) observaram que as doses de N influenciaram a taxa de aparecimento de folhas (TapF) na estação chuvosa, bem como o número de folhas vivas (NFV). A densidade de perfilhos foi influenciada pelas doses de N, tanto na estação chuvosa quanto na estação seca, sendo a altura das plantas influenciada pelas doses de N nas duas estações avaliadas. O aumento na disponibilidade de matéria seca

por ha foi de 87,5%, para a maior dose de N nas águas (333,3 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de N), em comparação com a testemunha.

Segundo Fagundes et al. (2005), embora parte das exigências da planta por N possa ser suprida pela absorção direta, a partir de formas orgânicas, como aminoácidos e moléculas de ureia, a quase totalidade dessas exigências é atendida pela absorção de formas minerais de N, como o nitrato (NO₃⁻) e amônio (NH₄⁺). Dessa maneira, as exigências da planta são contempladas pelo somatório de N mineral proveniente da atmosfera, de fertilizantes e de resíduos orgânicos adicionados ao solo.

De acordo com Costa et al. (2006), existem várias fontes de nitrogênio que podem ser usadas em pastagens, contudo, as mais comuns são a ureia (44 a 46% N), o sulfato de amônio (20 a 21% N) e o nitrato de amônio (32 a 33% N).

A ureia, a fonte mais difundida na adubação nitrogenada, embora proporcione maior perda de N por volatilização, principalmente quando aplicada em pastagens (Primavesi et al., 2004), e também pequena acidificação do solo, tem como vantagens o menor custo por quilograma, pois apresenta alta concentração de N, e o fato de ser facilmente manipulável, o que a torna potencialmente superior a outras fontes de N, do ponto de vista econômico.

Segundo Aguiar & Silva (2005), ocorrem perdas de N toda vez que se aplica esse elemento ao solo, uma vez que sua dinâmica é complexa e diferenciada em relação aos outros nutrientes. Por possuir grande mobilidade, principalmente em profundidade, sofre inúmeras transformações, mediadas por microrganismos, podendo transmutar-se em formas gasosas e se perder por volatilização o que, frequentemente, provoca a subtração de uma parte considerável do N aplicado à pastagem, notadamente, porque os fertilizantes nitrogenados são aplicados em cobertura, portanto, sem incorporação ao solo.

Para Cantarela & Marcelino (2007), as perdas por volatilização, na forma de amônia (NH₃⁺), são inevitáveis, quando se usa a ureia como fonte de N, pois, com a aplicação na superfície do solo e sem incorporação, essas perdas situam-se na faixa de 10 a 25% do N aportado. Entretanto, tais perdas podem, segundo Lara-Cabezas et al. (2000) e Sangoi et al. (2003), atingir valores superiores a 50%. Em aplicação na superfície do terreno, em um Latossolo Vermelho Amarelo (arenoso), Lara-Cabezas & Yamada (1999) registraram perdas de N acima de 70%, por volatilização da ureia.

Em relação a potencial perda de N por lixiviação, tendo a ureia, como fonte desse nutriente, Martha Jr. & Vilela (2002) relataram que, em solos vegetados por gramíneas tropicais, essas perdas são da ordem de 3 a 5%, mas, segundo os mesmos

autores, esse efeito pode ser agravado para a condição de alta precipitação, principalmente quando em solos arenosos.

Ainda em relação às perdas de N, não se pode menosprezar o efeito do processo de imobilização deste nutriente pelos microrganismos do solo, quando atuando sobre resíduos com alta razão C/N. Trabalhando com a cultura do milho em sistema de plantio direto, utilizando solos anteriormente explorados com pastagens, Yamada & Abdalla (2000) verificaram que, quando a ureia foi aplicada em cobertura sobre a palhada, as perdas por imobilização do N poderiam variar entre 25 a 30%.

Nitrogênio em pastagens é assunto complexo, de caráter multidisciplinar, em razão das diversas formas de entradas e saídas, e das diferentes transformações que se operam sobre o elemento no sistema. O investimento em adubação nitrogenada depende, principalmente, da eficiência na sua utilização, justificando-se assim a necessidade de intensificar a pesquisa com doses, fontes e parcelamento de N (nitrogênio) nos diversos sistemas de exploração agropecuária.

1.3 Dinâmica de Perfilhamento

Os perfilhos são considerados unidades básicas de crescimento das gramíneas forrageiras, de forma que se pode entender um pasto como sendo uma população de perfilhos. Esses são constituídos de uma série de fitômeros (lâmina foliar, bainha, lígula, nó, entrenó e gema axilar), que se diferenciam a partir de um único meristema (Briske, 1991). Nesse sentido, segundo Nelson (2000), a taxa potencial de aparecimento de perfilho é determinada pelo número de folhas formadas, uma vez que o desenvolvimento do perfilho ocorre a partir do desenvolvimento da gema axilar de cada fitômero.

De acordo com Santos et al. (2011), a taxa de aparecimento de perfilho constitui característica central na dinâmica de perfilhamento, uma vez que é determinante do número de perfilhos vegetativos, reprodutivos e mortos no pasto, indicando a importância de se assegurar o perfilhamento contínuo do pasto, independentemente dos métodos de pastejo e das estratégias de manejo utilizados.

Garcez Neto et al. (2002) destacaram a influência dos fatores ambientais, como fotoperíodo, temperatura, disponibilidade de água e nutrientes no perfilhamento, e evidenciaram a importância do nitrogênio (N), que assume papel fundamental (crucial, central etc) no crescimento e na produção das plantas forrageiras, uma vez que seu suprimento pode elevar o número de perfilhos por planta. Caminha et al. (2010) também

mencionaram a importância da adubação nitrogenada, que pode alterar de maneira significativa os padrões de aparecimento e morte de perfilhos e interferir na dinâmica das populações de plantas, e que a adubação e manutenção da fertilidade do solo constituem premissas básicas para assegurar a longevidade de pastagens produtivas, aliando a isso, questões relativas ao manejo, que também podem contribuir para sua persistência e, inclusive, elevação do seu nível de produtividade.

Portanto, o uso do nitrogênio em adubação é um assunto complexo. Diante disso, justificam-se cada vez mais estudos que viabilizem o manejo adequado da adubação nitrogenada para as diferentes espécies forrageiras e sistemas de cultivo, com objetivo de incorporar o conhecimento técnico-científico à recomendação de adubação nitrogenada, em especial, para o gênero *Brachiaria*, predominante em nossas pastagens.

1.4 Anatomia foliar

A pecuária brasileira baseia-se na utilização de pastagens tropicais, pois o país oferece boas condições edafoclimáticas e grandes áreas disponíveis para a atividade. Aproximadamente 85% das áreas de pastagens no Brasil são constituídas por forrageiras do gênero *Brachiaria* (Fonseca & Martuscello, 2010). Apesar de ser o gênero de forrageira mais estudado na pesquisa nacional, a maioria das pastagens de braquiária tem mostrado sinais de degradação, possivelmente, pelo excesso de pastejo e declínio da fertilidade dos solos, principalmente por deficiência de nitrogênio (Macedo, 2005), uma vez que este nutriente representa fator de grande importância na produção de aminoácidos e proteínas presentes nas plantas (Faquin, 2005).

A anatomia vegetal tem sido utilizada como ferramenta complementar nas pesquisas de avaliação das plantas forrageiras. Portanto, a dinâmica do aproveitamento das diferentes estruturas internas das forrageiras pelos animais pode ser mais bem compreendida, quando complementada com os estudos de anatomia. No trato gastrointestinal do animal, os fragmentos vegetais sofrem digestão diferenciada, em decorrência de suas características anatômicas e químicas (Damião F^o, 2005).

As gramíneas são constituídas por um conjunto de órgãos (raiz, colmo, folha e inflorescência), formados por tecidos que possuem uma estrutura física e uma composição química que está diretamente relacionada à sua função na planta, alterando o valor nutricional do vegetal e a capacidade do consumo deste pelo animal, em função do estágio de desenvolvimento do próprio vegetal. Assim, tecidos destinados à

sustentação da planta, possuem células densamente agrupadas, com paredes espessas e lignificadas, enquanto os tecidos relacionados ao processo de assimilação são ricos em cloroplastos e apresentam células com parede delgada e ausência de lignina (Paciullo, 2002).

A parede celular vegetal pode ser dividida em paredes primária, secundária e terciária, sendo as duas primeiras camadas as mais importantes e mais estudadas. Ela se forma externamente à membrana plasmática. Quimicamente, a parede celular é uma matriz complexa, composta de polissacarídeos, proteínas, compostos fenólicos, água e minerais. Dentre os polissacarídeos, destacam-se a celulose, a hemicelulose e a pectina. Existem fortes evidências de que os polissacarídeos isolados apresentam relativa facilidade de degradação pelos microrganismos do rúmen ou por enzimas isoladas, mas a degradação desses polissacarídeos, quando presentes na parede celular, raramente é completa, variando a extensão da degradação, conforme o tecido examinado, a espécie e a idade da planta (Hatfield, 1989).

A parede primária desenvolve-se simultaneamente à expansão celular, sendo formada por microfibrilas de celulose, possuindo espessura média que varia entre 0,1 a 0,2 μm , sendo as paredes primárias de duas células contíguas, separadas por uma fina camada, conhecida por lamela média, composta, principalmente, de substâncias pécticas (Wilson Jr., 1993).

A parede secundária desenvolve-se internamente à parede primária, após completar-se a expansão da célula, compreendendo três camadas (S_1 , S_2 e S_3), que se distinguem pela orientação das microfibrilas de celulose (Glória & Guerreiro, 2006). A espessura pode variar de 1 a 3 μm e confere à célula resistência às forças de tensão e compressão (Wilson Jr., 1993).

Quanto aos tecidos vegetais, basicamente, eles podem ser divididos em epiderme, mesófilo, bainha parenquimática do feixe, parênquima, esclerênquima e tecido vascular. Destacando-se a lâmina foliar, seus tecidos são diferenciados em condutores (feixes vasculares), consistindo das células do xilema e do floema, tecido de suporte ou sustentação (esclerênquima), que, em folhas de gramíneas, está frequentemente associado aos feixes vasculares e ao tecido assimilatório, formado pelas células do parênquima clorofiliano, que constituem o mesófilo (Paciullo, 2002).

A epiderme é o tecido mais externo dos órgãos vegetais em estrutura primária, tem origem nos meristemas apicais e sua principal função é o revestimento. A disposição compacta das células impede a ação de choques mecânicos e a invasão de

agentes patogênicos, além de restringir a perda de água (Apezato-da-Glória & Carmello-Guerreiro, 2006).

A superfície da folha é coberta pela epiderme, que, por sua vez, pode, na face exterior, ser coberta pela cutícula. A epiderme de certas espécies C_4 apresenta-se firmemente segura ao restante da folha por um suporte de células de parede espessa, formado pelo esclerênquima e pelas células da bainha do feixe vascular (estrutura "girder"), que dificulta o desprendimento da epiderme do restante da folha, resultando em maior resistência da planta aos danos mecânicos e químicos (Wilson Jr., 1993).

O parênquima é um tecido considerado primitivo, precursor de outros tecidos, sendo constituído por células vivas, e considerado potencialmente meristemático, estando distribuído em quase todos os órgãos da planta. De maneira geral, pode-se distinguir três tipos básicos de parênquima: de preenchimento ou fundamental, clorofiliano e de reserva (Apezato-da-Glória & Carmello-Guerreiro, 2006).

O esclerênquima, derivado do grego *skleros*, que significa duro, apresenta como característica principal a presença de paredes secundárias espessadas, lignificadas ou não, havendo espessamento homogêneo e regular da parede celular. É um tecido de sustentação presente na periferia ou nas camadas mais internas do órgão. As células do esclerênquima das gramíneas desenvolvem uma parede secundária espessa, de 2 a 5 μm , que se lignifica com o envelhecimento da planta (Apezato-da-Glória & Carmello-Guerreiro, 2006).

Os tecidos vasculares, formados pelo xilema e o floema, são contínuos através de todos os órgãos (vegetativos ou reprodutivos). O xilema é o tecido responsável pelo transporte de água e solutos à longa distância, armazenamento de nutrientes e suporte mecânico. O floema é o principal tecido de condução de materiais orgânicos e inorgânicos entre órgãos produtores (fonte) e consumidores (dreno). Os feixes vasculares são separados pelo mesófilo com células esparsamente arranjadas. Nas gramíneas C_4 , observa-se, ao redor dos feixes vasculares, uma bainha de células grandes, com paredes que apresentam espessura até cinco vezes a das células do mesófilo. Esta bainha, denominada bainha parenquimática dos feixes vasculares, rica em cloroplastos, participa do processo fotossintético. Nas espécies C_4 , as células do mesófilo apresentam-se densamente arranjadas, formando uma estrutura radial ao redor dos feixes vasculares, denominado arranjo tipo Kranz (Wilson Jr., 1993).

Akin (1989) define o mesófilo como um conjunto de tecidos parenquimáticos das folhas das plantas, posicionados entre as epidermes, superior e inferior. As células

clorênquimatosas formam o principal volume deste tecido em todas as folhas, sendo nas gramíneas, mais facilmente degradado do que em outros tecidos vegetais. No mesófilo, a grande quantidade de espaços intercelulares permite aos microrganismos ruminais rápido acesso às paredes das células, o que facilita a fragmentação pela mastigação e a separação dos demais tecidos.

Características anatômicas, tais como frequência de estrutura "girder" na lâmina foliar, proporção de esclerênquima, espessura da parede celular, sinuosidade das paredes de células da epiderme, entre outras, foram tomadas por Akin (1989), para estabelecer a divisão dos tecidos foliares de gramíneas C_4 em rapidamente digestíveis (mesófilo e floema), lenta e parcialmente digestíveis (epiderme e células da bainha do feixe vascular) e indigestíveis (xilema e esclerênquima), indicando, assim, a possibilidade de seleção de espécies forrageiras, baseado em características anatômicas.

1.5 Prolina e carboidratos

Os estresses ambientais influenciam o crescimento vegetal e causam menor desempenho das culturas no campo. Disponibilidade hídrica, luminosidade, temperatura, salinidade, deficiência mineral e baixo pH nos solos estão entre os principais fatores abióticos que restringem a produtividade agrícola. Entre esses fatores, o que frequentemente limita o crescimento é a redução na disponibilidade hídrica do solo. O estresse hídrico ocorre, geralmente, na natureza e em ecossistemas de produção, de maneira gradual e, por isso, as plantas tolerantes desenvolveram mecanismos para se adaptarem às limitações hídricas do solo (Magalhães et al., 2002; Durães et al., 2004).

No Brasil, existem regiões em que a reduzida precipitação pluviométrica se constitui no fator ambiental mais limitante. As mudanças globais, nas condições ambientais, têm acarretado aumentos gradativos de períodos de seca, inclusive em áreas tradicionalmente bem servidas em precipitação (Brandom, 2007), e esse fato pode resultar em agravamentos de deficiência hídrica, num futuro próximo (Chaves & Oliveira, 2004).

A inibição do crescimento pode ser uma resposta adaptativa de sobrevivência das plantas sob estresse hídrico, uma vez que lhes permite desviar a assimilação de carbono e a energia para a produção de moléculas protetoras (Zhu, 2002), e/ou para a manutenção do crescimento da raiz em busca de água (Chaves et al., 2003).

Os solutos orgânicos são compatíveis com processos celulares e são acumulados em altas concentrações no citoplasma, com o progresso da seca. Quando o estresse

hídrico torna-se intenso ou prolongado, as folhas podem murchar, as células encolhem e pode ocorrer um estresse mecânico nas membranas. A recuperação dos tecidos danificados, nessas condições, está intimamente ligada à capacidade da planta de evitar ou reparar os danos nas membranas, mantendo-as estáveis durante a desidratação e a reidratação. A produção desses solutos orgânicos, compatíveis ou osmólitos, permite manter a turgescência celular, além de estabilizar proteínas e estruturas celulares nas condições subótimas dos fatores ambientais (Chaves & Oliveira, 2004).

Entre os mecanismos de resposta das plantas ao estresse hídrico, temos alterações metabólicas, como o acúmulo de prolina, que é um dos 20 aminoácidos presentes nas proteínas de todos os organismos vivos e, diferentemente dos demais, a prolina é considerada um “iminoácido”, por possuir um grupo amino ligado a dois átomos de carbono (Molinari, 2006). De acordo com Leite et al. (2000), esse acúmulo ocorre não somente por efeito do déficit hídrico, mas também pela salinidade, altas ou baixas temperaturas, toxicidade a metais pesados, deficiência nutricional, entre outros. Acredita-se que a prolina atue no ajustamento osmótico e na eliminação de radicais livres, ou ainda participa na constituição de um estoque de N e C que poderia ser utilizado depois do período de estresse.

Rhein et al. (2011), em trabalho avaliando indicadores fisiológicos relacionados à deficiência hídrica do solo em cultivar IAC 91-5155 de cana-de-açúcar, indicaram que os teores de prolina livre aumentaram linearmente com a redução da disponibilidade hídrica, evidenciando que a prolina atuou como osmoprotetor para a manutenção hídrica das células radiculares. Na função de osmólito compatível, a prolina livre se acumula para preservar o turgor e o metabolismo celular sob condições adversas. Queiroz et al. (2008) também verificaram que as condições de deficiência hídrica no solo causaram acúmulo de prolina livre em células radiculares na mesma cultivar de cana-de-açúcar.

Entre os solutos compatíveis, aparecem ainda como elementos-chave, os carboidratos, que podem ser armazenados tanto na forma de polissacarídeos com baixa atividade osmótica como o amido, quanto na forma de açúcares altamente solúveis e higroscópicos, como a sacarose e hexoses, com destaque para D-glicose e D-frutose (Whittaker et al., 2007). Portanto, torna-se aceitável que, em resposta ao déficit hídrico do ambiente, determinadas espécies passam a sintetizar e acumular esses carboidratos que são osmoticamente ativos.

Previsões ambientais sinalizam para o aumento do aquecimento global nas próximas décadas. Um aumento dos períodos de seca certamente acompanharão esse

fenômeno. O desenvolvimento de cultivares mais tolerantes a períodos de déficit hídrico, bem como o desenvolvimento de tecnologias que auxiliem as plantas a tolerar períodos prolongados de estiagem, será essencial para proporcionar maiores produções e manutenção da qualidade da forragem.

1.6 Referências Bibliográficas

- AGUIAR, A.P.A.; SILVA, A.M. Calagem e adubação da pastagem. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 5., 2005, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2005. p. 177-246.
- AKIN, D.E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agronomy Journal**, Nova York, v. 81, p. 17-25, 1989.
- ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F.; VERNEQUE, R.S.; BOTREL, M.A. Resposta do tifton 68 a doses de nitrogênio e a intervalos de cortes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 9, p. 1875-1882, 2000.
- APEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. **Anatomia Vegetal**. Viçosa: Ed. UFV, 2006.
- BRANDOM, H. Drought tolerance in crop plants can conserve water and Energy. **Delta Farm Press**, v. 64, n. 45, 2007. Disponível em: < <http://deltafarmpress.com/drought-tolerance-can-conserve-water-energy>>. Acesso em: 10 set. 2013.
- BRISKE, D.D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. (Ed.). **Grazing management: an ecological perspective**. Portland: Timber Press, 1991. p. 85-108.
- CABRAL, W.B.; SOUZA, A.L.; ALEXANDRINO, E.; TORAL, F.L.B.; SANTOS, J.N.; CARVALHO, M.V.P. Características estruturais e agronômicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 846-855, 2012.
- CAMINHA, F.O.; SILVA, S.C.; PAIVA A.J.; PEREIRA L.E.T.; MESQUITA P.; GUARDA, V.D. Estabilidade da população de perfilhos de capim-marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 213-220, 2010.
- CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. O uso de inibidor de urease para aumentar a eficiência da ureia. In: SIMPOSIO SOBRE INFORMAÇÕES RECENTES PARA OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA, 2007, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2007. p. 2-19.
- CARVALHO, F.G.; BURITY, H.A.; SILVA, V.N.; SILVA, L.E.S.F.; SILVA, J.N. Produção de matéria seca e concentração de macronutrientes em *Brachiaria decumbens* sob diferentes sistemas de manejo na zona da mata de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 101-106, 2006.
- CHAVES, M.M.; MAROCO, J.P.; PEREIRA, J.S. Understanding plant response to drought: from genes to the whole plant. **Functional Plant Biology**, Australia, v.30, p. 239-264, 2003.
- CHAVES, M.M.; OLIVEIRA, M.M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. **Journal of Experimental Botany**, Londres, v. 55, n. 407, p. 2365-2384, 2004.

COSTA, K.A.P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I.P.; CUSTÓDIO, D.P.; SILVA, D.C. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 3, p. 187-193, 2005.

COSTA, K.A.P. **Adubação nitrogenada para pastagens do gênero *Brachiaria* em solos do Cerrado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. (Documentos, 192).

COSTA, K.A.P.; ARAUJO, J.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; FIGUEIREDO, F.C.; GOMES, K.W. Extração de macronutrientes pela fitomassa do capim xaraés “xaraés” em função de doses de nitrogênio e potássio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1162-1166, 2008.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; SEVERIANO, E.C.; SIMON, G.A.; CARRIJO, M.S. Extração de nutrientes do capim-marandu sob doses e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, n. 4, p. 801-812, 2009.

DAMIÃO, C.F. **Morfologia vegetal**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2005.

DIAS, P.F.; ROCHA, G.P.; ROCHA F, R.R.; LEAL, M.A.A.; ALMEIDA, D.L.; SOUTO, S.M. Produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais, avaliadas no período das águas, sob diferentes doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 260-271, 2000.

DURÃES, F.O.M.; SANTOS, M.X.; GOMES e GAMA; E.E.; MAGALHÃES, P.C.; GUIMARÃES, C.T. **Fenotipagem associada à tolerância à seca em milho para uso em melhoramento, estudos genômicos e seleção assistida por marcadores**. Sete Lagoas: MAPA/Embrapa Milho e Sorgo, 2004. (Circular Técnica, 39).

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

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C.; MORAIS, R.V.; VITOR, C.M.T.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JR., D.; CASAGRANDE, D.R.; COSTA, L.T. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira Zootecnia**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 21-29, 2006.

FAQUIN, V. **Nutrição de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005.

FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. **Plantas Forrageiras**. Viçosa: Ed. UFV, 2010.

GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JR., D.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M.; MOSQUIM, P.R.; GOBBI, K.F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum Maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 31, n. 5, p. 1890-1900, 2002.

- GRISEBACH, A. Gramineae. In: Ledebour, C.F (Ed.). **Flora Rossica**, vol. 4, 1853.
- HATFIELD, R.D. Structural polysaccharides in forages and their degradability. **Agronomy Journal**, Nova York, v. 81, n. 1, p. 30-46, 1989.
- LARA-CABEZAS, W.A.R.; YAMADA, T. Uréia aplicada na superfície do solo: um péssimo negócio! **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 86, p. 9-10, 1999.
- LARA-CABEZAS, W.A.R.; TREVELIN, P.C.O.; KORNDORFER, G.; PEREIRA, G.H. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluída de cobertura na cultura de milho, em sistema de plantio direto no triângulo mineiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 363-476, 2000.
- LEITE, M.L.; FILHO, J.S.V.; RODRIGUES, J.D. Variação de prolina em folhas de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) submetido a diferentes déficits hídricos. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 21-33, 2000.
- MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 2., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. p. 56-84.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; CARNEIRO, N.P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: MAPA/Embrapa Milho e Sorgo, 2002. (Circular Técnica, 22).
- MAGALHÃES, A.F.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, F.F.; SOUSA, R.S.; VELOSO, C.M. Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 36, n. 5, p. 1240-1246, 2007.
- MARTHA JR., G.B.; VILELA, L. **Pastagens no Cerrado**: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes em pastagens. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. (Embrapa Cerrados. Documentos, 50).
- MENGEL, K; KIRKBY, E.A. *Principles of plant nutrition*. Dordrechth: Kluwer Academic Publishers, 2001.
- MOLINARI, H.B.C. **Expressão estresse-induzida do gene P₅CS em plantas transgênicas de cana-de-açúcar submetidas ao déficit hídrico**. 2006. 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- NELSON, C.J. Shoot morphological plasticity of grasses: leaf growth vs. tillering. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, E. (Ed.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB International, p. 101-126, 2000.
- NUNES, S.G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M.I.O. **Brachiariabrizantha cv. Marandu**. 2. ed. Campo Grande: EMBRAPA/CNPQC, 1985. (Documentos, 21).
- PEDREIRA, C.G.S.; MELLO, A.C.L. de; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 772-807.

PACIULLO, D.S.C. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria (RS), v. 32, n. 2, p. 357-364, 2002.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; CANTARELLA, H.; SILVA, A.G.; FREITAS, A.R.; VIVALDI, L.J. Adubação nitrogenada em capim-costcross: Efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 68-78, 2004.

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

QUEIROZ, R.J.B.; SANTOS, D.M.M.; CARLIN, S.D.; MARIN, A.; BANZATTO, D. A.; CAZETTA, J.O. Osmoprotetores em cana-de-açúcar sob efeito da disponibilidade hídrica no solo. **Científica**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 107-115, 2008.

RHEIN, A.F.L.; SANTOS, D.M.M.; CARLIN, S.D. Atividade da enzima redutase do nitrato e teores de prolina livre em raízes de cana-de-açúcar sob os estresses hídrico e ácido no solo. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1345-1360, 2011.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M.; NASCIMENTO JR., D.; GOMIDE, C.A.M.; SBRISSIA, A.F. Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura única ou variável durante as estações do ano: dinâmica do perfilhamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 40, n. 11, p. 2332-2339, 2011.

SOARES F, C.V. Recomendação de espécie e variedade de *Brachiaria* para diferentes condições, In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 25-48.

SANGOI, L.; ERNANI, P.R.; LECH, V.A.; RAMPAZZO, C. Volatilização de N-NH₃ em decorrência da forma de aplicação de ureia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. **Ciência Rural**, Santa Maria (RS), v. 33, p. 87-92, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TRINIUS, C.B. *Panicearum genera retractavit speciebusque compluribus illustravit*. **Mem. Acad. Sci Petersb**, Saint Petersburg, série 6, n. 1, p. 89-355, 1834. (Sciences Naturelles).

VIANA, M.C.M.; FREIRE, F.M.; FERREIRA, J.J.; MACÊDO, G.A.R.; CANTARUTTI, R.B.; MASCARENHAS, M.H.T. Adubação nitrogenada na produção e composição química do capim-braquiária sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 40, n. 7, p. 1497-1503, 2011.

WHITTAKER, A.; MARTINELLI, T.; FARRANT, J.M.; BOCHICCHIO, A.; VAZZANA, C. Sucrose phosphate synthase activity and the co-ordination of carbon partitioning during sucrose and amino acid accumulation in desiccation-tolerant leaf material of the C₄ resurrection plant *Sporobolus stapfianus* during dehydration. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 58, n. 13, p. 3775-3787, 2007.

WILSON J.R. Organization of forage plant tissues. In: Jung HG, Buxton DR, Hatfield RD, Ralph J (Ed.). **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: ASA-CSSA-SSSA; p. 1-32, 1993.

YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho? **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 91, p. 1-5, 2000.

ZHU, J.K. Salt and drought stress signal transduction in plants. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto (USA), v. 53, p. 247-273, 2002.

II – OBJETIVOS GERAIS

Avaliar doses crescentes de nitrogênio, em pasto mantido sob lotação contínua, com altura única, sobre a dinâmica do perfilhamento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu;

Avaliar a influência do nitrogênio sobre os teores de carboidratos solúveis e prolina em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu;

Avaliar possíveis alterações anatômicas e bromatológicas em plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, submetidas a diferentes doses de nitrogênio.

III - CAPÍTULO I

DINÂMICA DO PERFILHAMENTO DE *Brachiaria brizantha* cv. MARANDU SOB LOTAÇÃO CONTÍNUA E DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO

RESUMO – Objetivou-se avaliar a dinâmica do perfilhamento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, submetido a diferentes doses de nitrogênio nas estações de outono, inverno, primavera e verão. Foi conduzido um experimento em pastagem localizada na Fazenda Paulistinha, município de Macarani, BA, utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado, composto por 4 tratamentos (0, 50, 100 e 150 kg.ha⁻¹ de N) e 4 repetições, totalizando 16 unidades experimentais (piquetes) com aproximadamente 0,6 ha. Os teores de fósforo (P) e potássio (K) foram previamente corrigidos, de acordo com os resultados da análise de solo. A dinâmica do perfilhamento foi avaliada em touceiras delimitadas por anéis de PVC de 25 cm de diâmetro, fixados ao solo por grampos de metal, onde foram determinadas, mensalmente, a densidade populacional de perfilhos e, nos períodos das estações, as taxas de aparecimento de perfilhos (TxAp), de sobrevivência de perfilhos (TxS) e de mortalidade de perfilhos (TxM), assim como o índice de estabilidade da população de perfilhos (IEP). A adubação nitrogenada influenciou, de forma positiva, a TxAp no outono, não promoveu alteração na TxM e na TxS, dentro dos períodos experimentais, mas promoveu incremento no IEP no verão e no outono. Dessa forma, demonstrou-se que a sobrevivência, aliada ao aparecimento de novos perfilhos, foi suficiente para compensar as taxas de mortalidade e manter a população de perfilhos em equilíbrio no inverno e na primavera, com tendência de aumento no verão e no outono. O padrão estacional da densidade populacional de perfilhos demonstrou que, na 5^a e 6^a geração, ao final do inverno e início da primavera, respectivamente, foi quando se deu a maior redução na população de perfilhos.

Palavras-chave: adubação, forragem, perfilhos.

III - CHAPTER I

***Brachiaria brizantha* cv. MARANDU TILLERING DYNAMIC UNDER CONTINUOUS STOCKING RATE AND DIFFERENT LEVELS OF NITROGEN**

ABSTRACT – The objective was to evaluate the tillering dynamic of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, submitted to different levels of nitrogen in autumn, winter, spring, and summer. The experiment was conducted in pasture located at the Paulistinha farm, in the city of Macarani, BA, in a completely randomized design, consisting in four treatments (0, 50, 100 and 150 kg.ha⁻¹ of N) and four repetitions, totaling 16 experimental units (paddocks) with approximately 0.6 ha. The levels of phosphorus (P) and potassium (K) were previously corrected, based upon the results of soil analysis. The tillering dynamic was assessed in tussocks delimited by 25 cm diameter PVC rings, attached to the soil by metal clamps, where were determined, monthly, the tiller populational density and, in each season, the tiller appearance rate (TxAp), the tiller survival rate (TxS) and the tiller mortality rate (TxM), as well as the stability index of the tiller population (IEP). The nitrogen fertilization influenced, positively, the TxAp in autumn, did not alter the TxM and the TxS, within the experimental periods, although increased the IEP in summer and autumn. Thus, it was shown that survival, combined with appearance of new tillers, was sufficient to compensate mortality rates and keep the tiller population in balance during winter and spring, with an increasing trend in summer and autumn. The seasonal pattern of tiller populational density showed that the 5th and 6th generation, at the end of winter and the beginning of spring, respectively, presented the greatest reduction in the number of tillers.

Keywords: fertilization, forage, tiller.

Introdução

Os perfilhos são considerados unidades básicas de crescimento das gramíneas forrageiras, de forma que, pode-se entender um pasto como uma população de perfilhos. Estes são constituídos de uma série de fitômeros (nó, gema axilar, entrenó, lígula, bainha e lâmina foliar), que se diferenciam a partir de um único meristema (Briske, 1996). Nesse sentido, segundo Nelson (2000), a taxa potencial de aparecimento de perfilho é determinada pelo número de folhas formadas, uma vez que o desenvolvimento do perfilho ocorre a partir do desenvolvimento da gema axilar de cada fitômero.

De acordo com Santos et al. (2011), a taxa de aparecimento de perfilho constitui característica central na dinâmica de perfilhamento, uma vez que é determinante do número de perfilhos vegetativos, reprodutivos e mortos no pasto, indicando a importância de se assegurar o perfilhamento contínuo do pasto, independentemente dos métodos de pastejo e das estratégias de manejo utilizados.

Garcez Neto et al. (2002) destacaram a influência dos fatores ambientais, como fotoperíodo, temperatura, disponibilidade de água e nutrientes no perfilhamento, e evidenciaram a importância do nitrogênio (N), que assume papel crucial no crescimento e na produção das plantas forrageiras, uma vez que seu suprimento pode elevar o número de perfilhos por planta. Caminha et al. (2010) mencionaram que a adubação nitrogenada pode alterar, de maneira significativa, os padrões de aparecimento e morte de perfilhos e interferir na dinâmica das populações de plantas. Além disso, a adubação e manutenção da fertilidade do solo constituem premissas básicas para assegurar a longevidade de pastagens produtivas, aliando a isso questões relativas ao manejo, que também pode contribuir para sua persistência e, inclusive, elevação do seu nível de produtividade.

Diante disso, justificam-se, cada vez mais, estudos que viabilizem o manejo adequado da adubação nitrogenada para as diferentes espécies forrageiras e sistemas de cultivo, com objetivo de incorporar o conhecimento técnico-científico à recomendação de adubação nitrogenada, em especial, para o gênero *Brachiaria*, predominante em pastagens brasileiras.

Assim, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar doses crescentes de nitrogênio, em pasto mantido sob lotação contínua, com altura única, sobre a dinâmica do perfilhamento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada na fazenda Paulistinha, situada no município de Macarani, mesorregião do centro-sul do estado da Bahia. As coordenadas da propriedade são: latitude 15° 34' 06" S, longitude 40° 25' 23" W, estando a uma altitude de 324 metros. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw, tropical com estação seca definida. O solo da área experimental foi classificado como latossolo vermelho-amarelo, de acordo com Santos et al. (2013), de textura franco arenosa com relevo plano a suave ondulado. Os dados referentes à temperatura (máxima, mínima e média) e ao índice pluviométrico do período de vigência do experimento (Figura 1) foram obtidos por meio de termômetro digital graduado em uma escala de 0 a 50°C, instalado à sombra, e de um pluviômetro tipo Ville de Paris, modelo PLM-3.

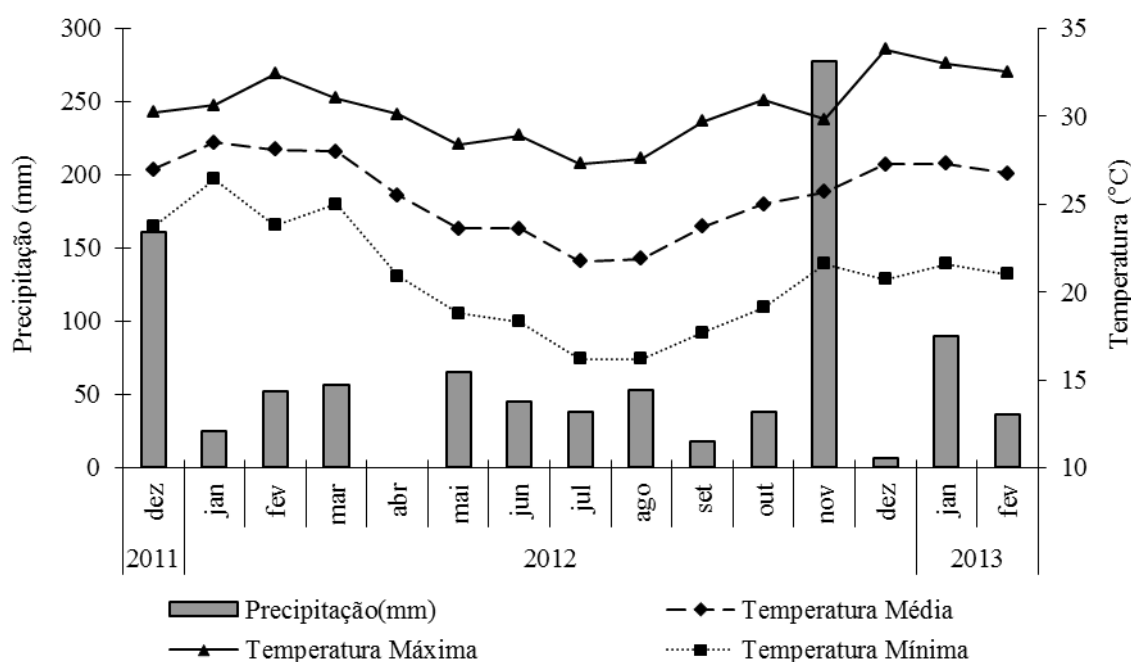


Figura 1. Dados pluviométricos e de temperaturas média, máxima e mínima, ocorridos durante o período de condução do experimento.

O experimento constituiu-se por quatro tratamentos (doses de N): T₁=sem a aplicação de N; T₂=50 kg.ha⁻¹; T₃=100 kg.ha⁻¹ e T₄=150 kg.ha⁻¹, aplicados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, totalizando, assim, 16 unidades experimentais (piquetes), com aproximadamente 0,6 ha cada uma.

O total da adubação nitrogenada para cada uma das doses avaliadas foi aplicado ao solo em duas etapas, sendo a metade em dezembro de 2011 e a outra parte em março de 2012. A correção dos teores de P e K foi efetuada para o nível tecnológico médio de produção (Ribeiro et al., 1999), com base nos resultados da análise do solo, quais sejam: pH em H₂O = 6,1; P = 1 mg/dm³; K = 87 mg/dm³; Ca²⁺ = 1,8 cmol_c/dm³; Mg²⁺ = 0,8 cmol_c/dm³; Al³⁺ = 0,1 cmol_c/dm³ e valor V (% de saturação por bases) = 60%. A correção mencionada acima foi feita juntamente com a primeira aplicação de ureia, oportunidade em que foram aplicados para o P, 30 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, via superfosfato simples e, para o K, 40 kg.ha⁻¹ de K₂O, via cloreto de potássio.

A pastagem foi manejada sob lotação contínua, com taxa de lotação variável, sendo este o manejo mais adotado na região de estudo. Para manter a altura do pasto próxima do valor preconizado, foi adotado o sistema “put and take”, usando vacas mestiças Holandes x Zebu em lactação e peso corporal de 500 ± 30 kg, de forma a manter pelo menos dois animais por piquete. A altura média do pasto foi monitorada semanalmente por meio de 50 medidas, realizadas ao acaso em cada piquete, utilizando-se régua com divisões de 1 cm, conforme Fagundes et al. (2006), a fim de manter a altura média do dossel em aproximadamente 30 cm (Sbrissia, 2004). Esse monitoramento foi iniciado dois meses antes do começo do experimento.

As avaliações experimentais foram iniciadas em abril de 2012 e encerradas em fevereiro de 2013, sendo os meses de abril e maio, julho e agosto, outubro e novembro de 2012, correspondentes ao outono, inverno e à primavera, respectivamente; e os meses de janeiro e fevereiro de 2013, correspondentes ao verão. Para a avaliação da dinâmica do perfilhamento, em cada unidade experimental, uma touceira foi delimitada, utilizando-se anel de polietileno (PVC) de cor branca, com diâmetro de 250 mm, com área de 0,049 m², fixado no solo por meio de dois grampos metálicos, representativo da condição experimental do pasto e assim mantido até o término do experimento. No início da avaliação, todos os perfilhos basais dentro das molduras foram contados e marcados com arame liso revestido de plástico colorido. A partir daí, a cada 28 dias, os perfilhos foram novamente contados, sendo os perfilhos novos marcados com arame de cor diferente para identificar as novas gerações. Os perfilhos mortos tiveram seus arames de identificação retirados para a devida contagem. Considerou-se perfilho morto aquele desaparecido, seco ou em estágio avançado de senescência.

Com os dados obtidos e, de acordo com Difante et al. (2008), foram calculadas as taxas de aparecimento (TxAp), de mortalidade (TxM) e de sobrevivência (TxS) dos

perfilhos basilares, utilizando-se as expressões: TxA_p = perfilhos surgidos/total de perfilhos vivos na marcação anterior; TxM = perfilhos mortos/total de perfilhos vivos na marcação anterior e a TxS = perfilhos marcados anteriormente e vivos na marcação atual/número total de perfilhos vivos na marcação anterior.

O índice de estabilidade da população (IEP), calculado com base na razão entre as taxas de sobrevivência e de aparecimento de perfilhos, foi obtido por meio da seguinte equação: $P_1/P_0 = TxS (1 + TxA_p)$, em que: P_1/P_0 corresponde à população atual (P_1), expressa como proporção da população inicial de perfilhos em um determinado período de avaliação (P_0). Quando o índice é igual a 1, a população de perfilhos está em equilíbrio e permanece estável. Valores inferiores a 1 significam que os pastos têm sua estabilidade comprometida, e indicam que a população de perfilhos tende a diminuir, uma vez que o aparecimento de novos perfilhos não seria suficientemente grande em relação a sua mortalidade para manter a densidade populacional. Por outro lado, valores superiores a 1 indicam tendência de aumento na população de perfilhos (Bahmani et al., 2003).

O padrão estacional da densidade populacional de perfilhos, indicativo do decréscimo no número de perfilhos por geração, bem como a oscilação mensal na população de perfilhos nos pastos foi feito segundo Sbrissia (2004).

Os dados foram submetidos à análise de regressão múltipla, com seleção de modelos lineares significativos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, cujos coeficientes foram analisados pelo teste t, separadamente. Testou-se inicialmente uma equação com efeito linear, quadrático e cúbico. Para escolha do modelo mais adequado, utilizou-se o parâmetro R^2 .

Resultados e Discussão

A adubação nitrogenada não influenciou ($P>0,05$) a taxa de aparecimento de perfilhos (TxAp) nos períodos de inverno, primavera e verão, porém, influenciou essa taxa (com efeito linear crescente, $P<0,05$), no outono, de acordo com o aumento das doses de N aplicadas (Figura 2A).

É importante considerar que, para todos os períodos de avaliação, houve comprometimento na TxAp, devido ao processo contínuo de desfolhação, como consequência do sistema de pastejo adotado. Para Harris (1976), a desfolhação pode ser considerada como uma injúria à planta forrageira, caracterizado como a remoção de qualquer parte da mesma, podendo ser causada não só por pastejo, mas também por corte, fogo, herbicidas, entre outros.

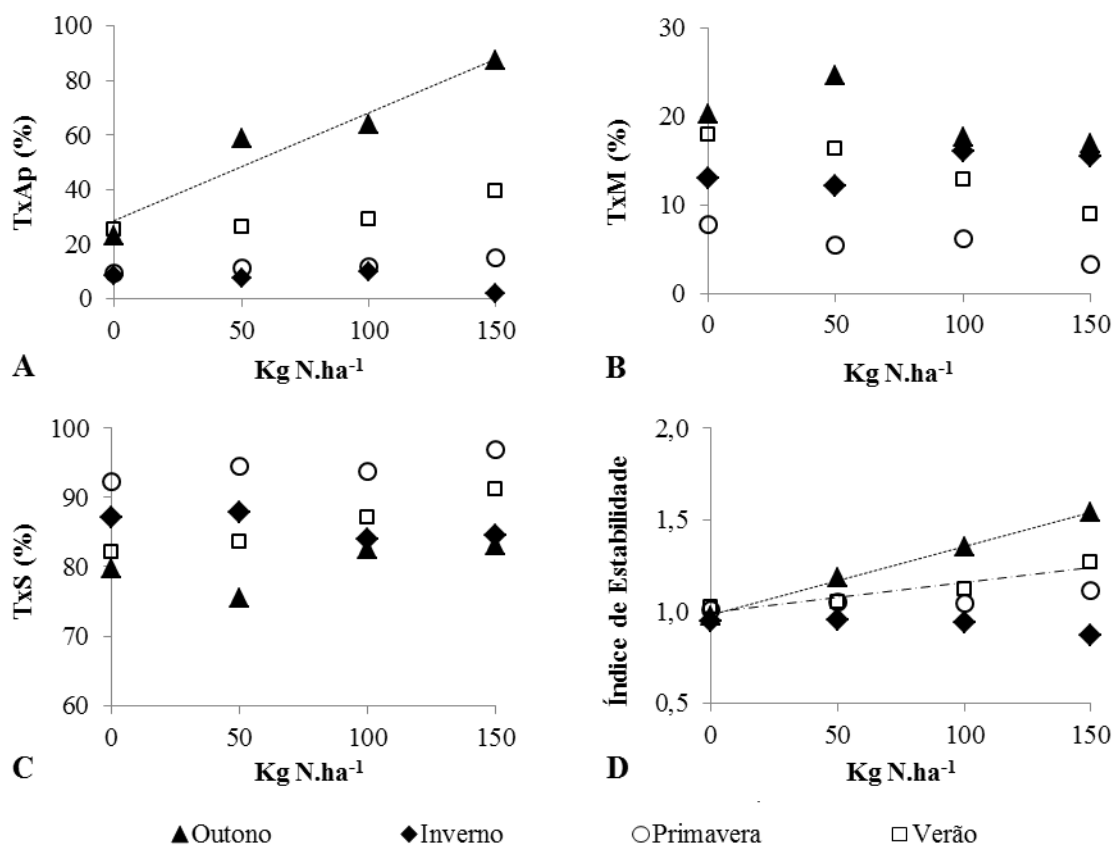


Figura 2. Efeito de diferentes doses de nitrogênio sobre as taxas de aparecimento (TxAp), em A, de mortalidade (TxM), em B, de sobrevivência dos perfilhos (TxS), em C e o índice de estabilidade da população de perfilhos (IEP), em D, nas plantas de *Brachiaria bryzantha* cv. Marandu, nos períodos de outono, inverno, primavera e verão, segundo as equações: TxAp: $Y_{\text{Outono}} = 0,2633 \cdot N + 28,524$, com um $R^2 = 0,93$; $\bar{Y}_{\text{Inverno}} = 6,78$; $\bar{Y}_{\text{Primavera}} = 11,78$ e $\bar{Y}_{\text{Verão}} = 29,89$; TxM: $\bar{Y}_{\text{Outono}} = 19,85$; $\bar{Y}_{\text{Inverno}} = 14,16$; $\bar{Y}_{\text{Primavera}} = 5,67$ e $\bar{Y}_{\text{Verão}} = 14,03$; TxS: $\bar{Y}_{\text{Outono}} = 80,16$; $\bar{Y}_{\text{Inverno}} = 85,84$; $\bar{Y}_{\text{Primavera}} = 94,33$ e $\bar{Y}_{\text{Verão}} = 85,97$; IE: $Y_{\text{Outono}} = 0,0037 \cdot N + 0,980$, com um $R^2 = 1,00$; $\bar{Y}_{\text{Inverno}} = 0,926$; $\bar{Y}_{\text{Primavera}} = 1,054$ e $Y_{\text{Verão}} = 0,0016 \cdot N + 0,9942$, com um $R^2 = 0,89$.

O primeiro efeito imediato da desfolhação, que pode ser observado, é a redução instantânea da fotossíntese (Richards, 1993). A perda de folhas jovens representa um efeito mais prejudicial à rebrota do que à perda da mesma quantidade de folhas velhas, menos eficientes fotossinteticamente. Esse fato é acentuado pelo hábito seletivo dos animais sob pastejo, que removem as folhas mais jovens da pastagem, as quais apresentam melhor valor nutritivo (Humphreys, 1997).

Em caráter mais específico, o sistema radicular também sofre efeitos da desfolha. Conforme Milthorpe & Davidson (1966), há quase completa paralização do crescimento radicular, acompanhado pela redução na respiração das raízes e, como consequência, a rápida diminuição na absorção de água e nutrientes, entre estes, o nitrogênio. Esses fatos estão de acordo com Nabinger (1996), que afirmou que a deficiência em água e/ou nitrogênio pode comprometer a taxa de emissão de perfilhos.

Ainda em referência aos resultados para TxAp, pode-se relacioná-los à questão nutricional das plantas, envolvendo diretamente o suprimento de nitrogênio. Segundo Fagundes et al. (2006), a fertilização com nitrogênio e, mais especificamente, tendo a ureia como fonte, pode gerar o que se chama de baixo efeito residual, causando baixo impacto nas respostas em relação às doses aplicadas em consequência das perdas de N, em função do lapso temporal entre a aplicação e início das avaliações. Essa consideração explica o efeito da adubação para o período de outono, quando se iniciou as avaliações, logo após a aplicação da segunda parcela do nitrogênio.

Segundo Aguiar & Silva (2005), ocorrem perdas de N toda vez que se aplica esse elemento no solo, uma vez que sua dinâmica é complexa e diferenciada em relação aos outros nutrientes. Por possuir grande mobilidade, principalmente em profundidade, sofre inúmeras transformações, mediadas por microrganismos, podendo transmutar-se em formas gasosas e se perder por volatilização o que, frequentemente, provoca a subtração de uma parte considerável do N aplicado à pastagem, notadamente, porque os fertilizantes nitrogenados são aplicados em cobertura, portanto, sem incorporação ao solo.

Em solos vegetados por gramíneas tropicais, Martha Jr. & Vilela (2002) relataram que as perdas por lixiviação são da ordem de 3 a 5%. Corroborando esses autores, Corsi et al. (2001) afirmaram que esse efeito pode ser agravado, quando são utilizados solos arenosos sob alta precipitação, o que condiz com o período de aplicação da primeira parcela de N.

As perdas por volatilização, na forma de amônia (NH_3^+), segundo Cantarela et al. (2008), são inevitáveis quando se usa a ureia como fonte de N e sempre que a

aplicação ocorre na superfície do solo, portanto, sem incorporação, variando essas perdas na faixa de 10 a 25% do N aplicado. Entretanto, perdas superiores a 50% podem ocorrer, segundo Lara-Cabezas et al. (2000) e Sangoi et al. (2003). Em situação semelhante, quando a adubação foi realizada com ureia aplicada em cobertura sobre a palhada em um Latossolo Vermelho Amarelo (arenoso), Lara-Cabezas & Yamada (1999) registraram perdas de N por volatilização acima de 70%.

Outro aspecto a ser considerado foi que em todas as unidades experimentais, durante os períodos de avaliação, verificou-se a ocorrência de biomassa vegetal morta sobre o solo, favorecendo o processo de imobilização do N pelos microrganismos atuantes sobre a biomassa, o que poderia ter restringido a disponibilidade desse nutriente para as plantas. Em situação semelhante, porém, trabalhando com a cultura do milho em sistema de plantio direto, Yamada & Abdalla (2000) verificaram que, quando a ureia foi aplicada em cobertura sobre a palhada, as perdas por imobilização de N poderiam chegar a 25 ou 30%.

Quanto aos resultados ora obtidos, verificou-se que a adubação nitrogenada não influenciou ($P>0,05$) a taxa de mortalidade de perfilhos (TxM) nos períodos de avaliação (Figura 2B). Esses resultados podem estar relacionados com fatos mencionados anteriormente, ou seja, a elevada extração de N por via da remoção foliar em consequência da lotação contínua, além do baixo efeito residual das aplicações do fertilizante. Segundo Martuscello et al. (2006) e Caminha et al. (2010), o estado nutricional das plantas, com destaque para a disponibilidade de N, influencia o processo de formação, desenvolvimento, crescimento, senescência e morte dos perfilhos. Morais (2006) confirmou isso em trabalho com capim-braquiária, tendo verificado efeito linear positivo da adubação nitrogenada sobre a taxa de mortalidade dos perfilhos, o que foi atribuído à ação do N na diminuição do tempo de vida dos perfilhos.

As taxas de sobrevivência dos perfilhos (TxS), obtidas com as respectivas doses de N testadas, não diferiram entre si ($P>0,05$), dentro de cada período de avaliação experimental (Figura 2C).

Desses resultados se depreende que a TxS pode ser vista como sendo um reflexo do confronto entre o comportamento das TxAp e TxM. Segundo Santos et al. (2011), esse padrão de resposta em relação à TxAp e à TxM caracteriza a estratégia da planta forrageira em manter e assegurar sua perenidade por meio da renovação dos perfilhos. A análise dos resultados para TxAp e TxS de perfilhos torna evidente a existência de um mecanismo compensatório entre essas características, que tende a estabilizar a

população de perfilhos e, assim, garantir a sua persistência na área sob condições ambientais distintas. Com efeito, no inverno e primavera, a fim de compensar a redução na taxa de aparecimento, os perfilhos sobreviveram por mais tempo (Figura 2C). Já no outono e verão, períodos em que a TxAp foi maior, os perfilhos tiveram menor longevidade (Figura 2C). Esse efeito compensatório é, portanto, determinante da magnitude da população de perfilhos no pasto, sob condições ambientais específicas.

O índice de estabilidade dos perfilhos (IEP) não foi influenciado ($P > 0,05$) pelas doses de N aplicadas nos períodos de inverno e primavera, mas foi, entretanto, influenciado no verão e no outono ($P < 0,05$), sendo o efeito linear crescente (Figura 2D).

De acordo com os resultados encontrados, fica demonstrado que a sobrevivência, aliada ao aparecimento de novos perfilhos, foi suficiente para compensar as taxas de mortalidade e manter a população de perfilhos em equilíbrio no inverno e na primavera, com tendência de aumento no verão e no outono.

Com os dados referentes à contagem de perfilhos, foi possível gerar, mensalmente, curvas mostrando o decréscimo no número de perfilhos por geração, bem como a oscilação mensal na população de perfilhos no pasto, ou seja, o padrão estacional da densidade populacional de perfilhos. Os espaços preenchidos entre as linhas representam a contribuição de cada geração na população total de perfilhos marcados (Figura 3).

Como efeito comum a todos os tratamentos, destacou-se o período de agosto e setembro, que corresponde a 5ª e 6ª geração, final do inverno e início da primavera, respectivamente, quando se deu a maior redução na população de perfilhos. Esse aspecto pode estar mais diretamente relacionado à restrição por fatores ambientais, como precipitação, temperatura e fotoperíodo, que à produção de biomassa nas plantas. Tal comportamento foi também observado por Sbrissia (2004), em trabalho avaliando a cv. Marandu com dossel a 30 cm de altura.

De acordo com Langer (1972), a produção de perfilhos é controlada pela disponibilidade de água, luz, temperatura e nutrientes, principalmente N, e em menor escala, por P e K, além do estágio de desenvolvimento da planta. A ação de todos esses fatores, em conjunto e com magnitudes variáveis, determinou o aparecimento e a morte dos perfilhos, que ocorreram durante os períodos do ano, caracterizando cada geração na população total de perfilhos.

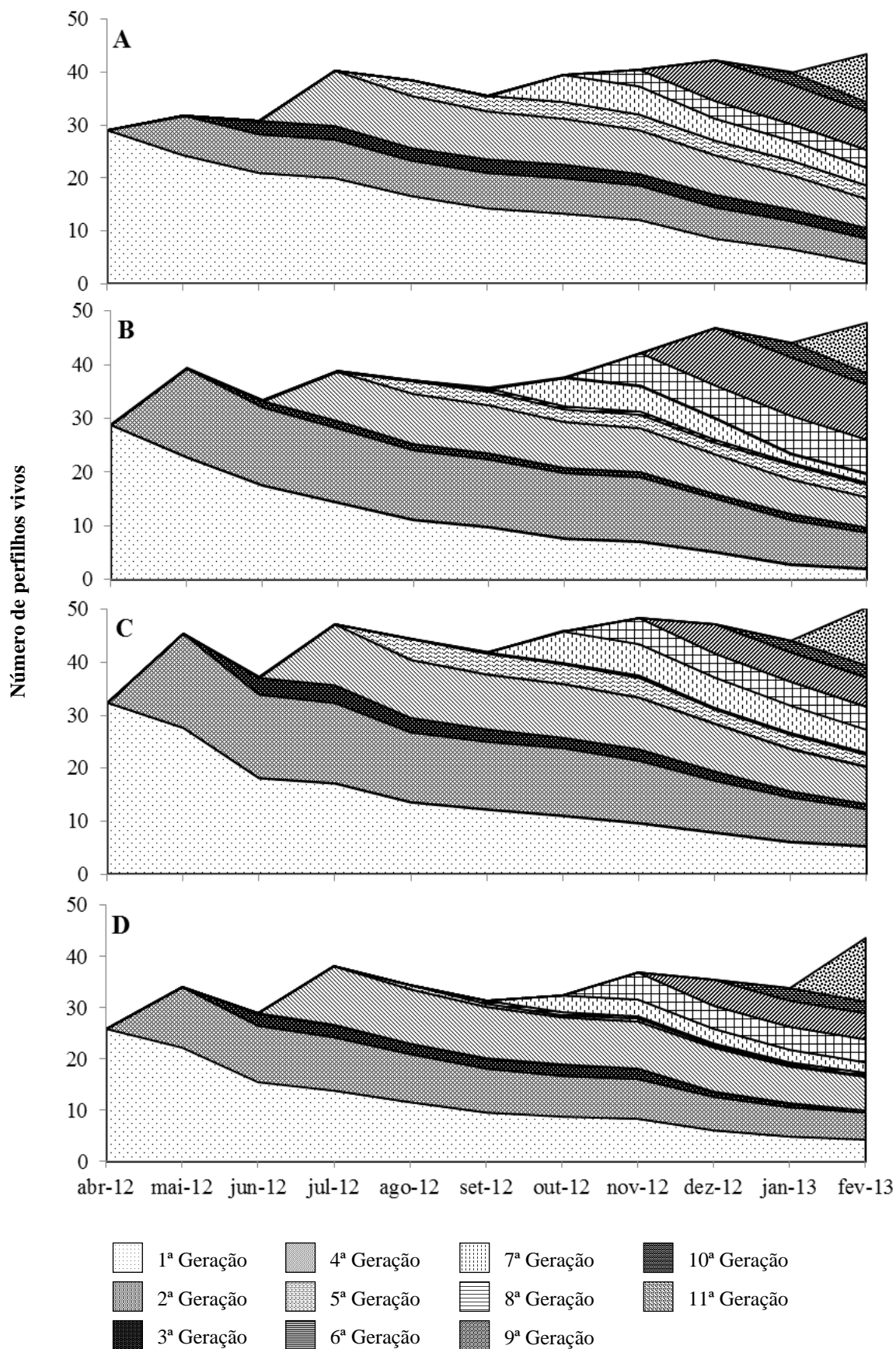


Figura 3. Padrão estacional da densidade populacional de perfilhos, durante o período de abril de 2012 a fevereiro de 2013, em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, cultivada sob diferentes doses de nitrogênio: A) sem a aplicação de N; B) 50 kg.ha⁻¹; C) 100 kg.ha⁻¹ e D) 150 kg.ha⁻¹.

Conclusão

A adubação nitrogenada promoveu aumento na população de perfilhos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu manejada em sistema de pastejo contínuo, no período de outono, sendo que, para inverno, primavera e verão, a renovação natural fez com que a estabilidade da população de plantas na área não fosse comprometida.

Referências Bibliográficas

AGUIAR, A.P.A.; SILVA, A.M. Calagem e adubação da pastagem. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS 5., 2005. **Anais...** Lavras: UFLA, 2005, p. 177-246.

BAHMANI, I.; THOM, E.R.; MATTHEW, C.; HOOPER, R.J.; LEMAIRE, G. Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotypes: effects of cultivars, season, nitrogen fertilizer, and irrigation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 54, n. 8, p. 803-817, 2003.

BRISKE, D.D. Strategies of Plant Survival in Grazed Systems: A functional interpretation. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). **The Ecology and Management of Grazing Systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p. 37-67.

CAMINHA, F.O.; SILVA, S.C.; PAIVA, A.J.; PEREIRA, L.E.T.; MESQUITA, P.; GUARDA, V.D.A. Estabilidade da população de perfilhos de capim-marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 213-220, 2010.

CANTARELLA, H.; TRIVELIM, P.C.O.; CONTIN, T.L.M.; DIAS, F.L.F.; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBRA, R.B.; QUAGGIO, J.A. Ammonia volatilisation from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Sciencia Agricola**, São Paulo, v. 65, p. 397-401, 2008.

CORSI, M.; MARTHA JR., G.B.; PAGOTTO, D.S. Sistema radicular: dinâmica e resposta a regimes de desfolha. In: SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros - pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 838-852.

DIFANTE, G.S.; NASCIMENTO JR., D.; SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; ZANINE, A.M.; ADESE, B. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 189-196, 2008.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C.; MORAIS, R.V.; TEIXEIRA VITOR, C.M.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JR., D.; CASAGRANDE, D.R.; COSTA, L.T. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 21-29, 2006.

GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JR., D.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M.; MOSCHIM, P.R.; GOBBI, K.F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 1890-1900, 2002.

HARRIS, W. Defoliation as a determinant of the growth, persistence and composition of pasture. In: **Plant relations in pastures, Brisbane Proceedings**. Melbourne: CSIRO, 1976. p. 67-85.

HUMPHREYS, L.R. **The evolving science of grassland improvement**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. p. 108-127.

LANGER, R.H.M. **How grasses grow**. 2. ed. London: Edward Arnold, 1972. (Studies in Biology, 34).

LARA-CABEZAS, W.A.R.; YAMADA, T. Uréia aplicada na superfície do solo: um péssimo negócio! **Informações Agronômicas**, n. 86, p. 9-10, 1999.

LARA-CABEZAS, W.A.R.; TREIVELIN, P.C.O.; KORNDORFER, G.; PEREIRA, G.H. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluída de cobertura na cultura de milho, em sistema de plantio direto no triângulo mineiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 363-476, 2000.

LEITE, M.L., VIRGENS F., J.S.; RODRIGUES, J.D. Variação de prolina em folhas de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) submetido a diferentes déficits hídricos. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 21-33. 2000.

MARTHA JR., G.B.; VILELA, L. **Pastagens no Cerrado: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes em pastagens**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. (Embrapa Cerrados. Documentos, 50).

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JR., D.; SANTOS, P.M.; CUNHA, D.N.F.V.; MOREIRA, L.M. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 665-671, 2006.

MILTHORPE, F.L.; DAVIDSON, J.L. Physiological aspects of regrowth in grasses. In: MILTHORPE, F.L.; IVINS, J.D. (Ed.). **The growth of cereals and grasses**. Londres: Butterworths, 1966. p. 241-254.

MORAIS, R.V.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JR., D.; RIBEIRO JR., J.I, FAGUNDES, J.L.; MOREIRA, L.M.; MISTURA, C.; MARTUSCELLO, J.A. Demografia de perfilhos basílares em pastagem de *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 380-388, 2006.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 13., Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 59-121, 1996.

NELSON, C.J. Shoot morphological plasticity of grasses: leaf growth vs. tillering. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, E. (Ed.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB International, p. 101-126, 2000.

RICHARDS, J.H. Physiology of plants recovering from defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North, p. 85-94, 1993.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em minas gerais - 5ª aproximação**. Viçosa, MG, 1999.

SANGOI, L.; ERNANI, P.R.; LECH, V.A.; RAMPAZZO, C. Volatilização de $N-NH_3^+$ em decorrência da forma de aplicação de ureia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. **Ciência Rural**, Santa Maria (RS), v. 33, n. 4, p. 87-692, 2003.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M.; NASCIMENTO JR., D.; GOMIDE, C.A.M.; SBRISSIA, A.F. Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura única ou variável durante as estações do ano: dinâmica do perfilhamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 40, n. 11, p. 2332-2339, 2011.

SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandú sob lotação contínua**. 2004. 171 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho? **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 91, p. 1-5, 2000.

IV - CAPÍTULO II

**AVALIAÇÃO DE AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS, AÇÚCARES
REDUTORES E PROLINA EM *Brachiaria brizantha* cv. MARANDÚ
SOB LOTAÇÃO CONTÍNUA E DIFERENTES DOSES DE
NITROGÊNIO**

RESUMO – Objetivou-se avaliar os teores de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e prolina em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, submetida a diferentes doses de nitrogênio. Foi conduzido um experimento em pastagem, localizada na Fazenda Paulistinha, município de Macarani, BA, utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado, composto por 4 tratamentos (0, 50, 100 e 150 kg.ha⁻¹ de N) e 4 repetições, totalizando 16 unidades experimentais (piquetes) com aproximadamente 0,6 ha. Os teores de fósforo (P) e potássio (K) foram corrigidos de acordo com os resultados da análise de solo. Para as análises bioquímicas, foram colhidas três amostras por unidade experimental em pontos que representavam a condição média do pasto, sendo o corte realizado 5 cm acima da superfície do solo, coletando-se todo o material contido em um quadrado com 0,25 m de lado. Em seguida, as referidas análises foram realizadas de modo a permitir a determinação dos teores de açúcares redutores (AR), de açúcares solúveis totais (AST) e de prolina. A adubação nitrogenada promoveu incremento no conteúdo de prolina e AR no pasto, coletados nos períodos de verão e outono, não havendo, entretanto, efeito sobre os teores de AST, em nenhum dos períodos avaliados. O acúmulo de solutos, buscando a redução do potencial osmótico, traduz-se em estratégia que permite a sobrevivência das plantas em condições de estresse.

Palavras-Chave: adubação, aminoácido, carboidratos, forragem.

IV - CHAPTER II

EVALUATION OF TOTAL SOLUBLE SUGARS, REDUCING SUGARS, AND PROLINE IN *Brachiaria brizantha* cv. MARANDU UNDER CONTINUOUS STOCKING RATE AND DIFFERENT LEVELS OF NITROGEN

ABSTRACT – The objective was to evaluate the levels of total soluble sugars, reducing sugars, and proline in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, submitted to different levels of nitrogen. The experiment was conducted in pasture located at the Paulistinha farm, in the city of Macarani, BA, in a completely randomized design, consisting in four treatments (0, 50, 100 and 150 kg.ha⁻¹ of N) and four repetitions, totaling 16 experimental units (paddocks) with approximately 0.6 ha. The levels of phosphorus (P) and potassium (K) were previously corrected, based upon the results of soil analysis. For biochemical assay, three samples were collected per experimental unit, in points representative to the average condition of the pasture, being the cut performed 5 cm above the soil surface, by collecting all the material contained in a square with 0.25 m sides. Then, the analyses were performed to determine the levels of reducing sugars (AR), total soluble sugars (AST) and proline. The nitrogen fertilization increased the content of proline and AR in pasture collected during summer and autumn, however, no effect was observed on the levels of AST in both seasons. Solute accumulation, in order to reduce the osmotic potential, translates in a strategy that allows the survival of plants in stressful conditions.

Keywords: fertilization, aminoacid, carbohydrate, forage.

Introdução

As plantas podem, em algum momento, serem submetidas a estresses ambientais, que venham a comprometer o seu crescimento, o metabolismo e a sua produtividade. Um importante fator ambiental que, frequentemente, limita o crescimento é a redução na disponibilidade hídrica do solo (Durães et al., 2004). O déficit hídrico pode ser definido como a ausência de umidade em quantidade adequada para uma planta crescer normalmente e completar seu ciclo de vida (Zhu, 2002). Essa falta de umidade, a ponto de causar estresse, é bem comum em áreas de produção de sequeiro e pode estar relacionada a períodos de seca, decorrentes de precipitações pluviométricas irregulares e períodos de estiagem durante a estação chuvosa (Pinto et al., 2008).

Um dos mecanismos de adaptação à seca é o acúmulo de solutos osmoticamente ativos ou compatíveis na célula, chamado de ajustamento osmótico, que permite a manutenção da turgescência celular e da fotossíntese, sob baixos valores de potencial hídrico na folha, possibilitando a redistribuição do carbono e nitrogênio. Entre os solutos compatíveis, destacam-se a prolina e alguns açúcares ou carboidratos que se acumulam predominantemente no citoplasma (Dias et al., 2010). A prolina é um dos 20 aminoácidos presentes nas proteínas de todos os organismos vivos e, diferentemente dos demais, é considerado um “iminoácido”, por possuir um grupo amino ligado a dois átomos de carbono (Molinari, 2006). Ainda como elementos-chave do metabolismo das plantas, os carboidratos podem ser armazenados tanto na forma de polissacarídeos, com baixa atividade osmótica, como o amido; quanto na forma de açúcares altamente solúveis e higroscópicos, como a sacarose, glicose e frutose, que compõem o grupo dos açúcares solúveis totais (AST) e os açúcares redutores (AR), composto, principalmente, por glicose e frutose (Whittaker et al., 2007).

Taiz & Zeiger (2009) destacam a importância do nitrogênio para as plantas, uma vez que este nutriente é componente essencial de aminoácidos e proteínas, ácidos nucleicos, hormônios e clorofila, dentre os compostos essenciais à vida das plantas.

Considerando a importância da síntese e acúmulo desses compostos osmoticamente ativos e o suprimento de nitrogênio, objetivou-se avaliar a influência do nitrogênio sobre os teores desses compostos em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada na fazenda Paulistinha, situada no município de Macarani, mesorregião do centro-sul do estado da Bahia. As coordenadas da propriedade são: latitude 15° 34' 06" S, longitude 40° 25' 23" W, estando a uma altitude de 324 metros. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw, tropical com estação seca definida. O solo da área experimental foi classificado como latossolo vermelho-amarelo, de acordo com Santos et al. (2013), de textura franco arenosa, com relevo plano a suave ondulado. Os dados referentes à temperatura (máxima, mínima e média) e ao índice pluviométrico do período de vigência do experimento (Figura 1) foram obtidos por meio de termômetro digital, graduado em uma escala de 0 a 50°C, instalado à sombra, e de um pluviômetro tipo Ville de Paris, modelo PLM-3.

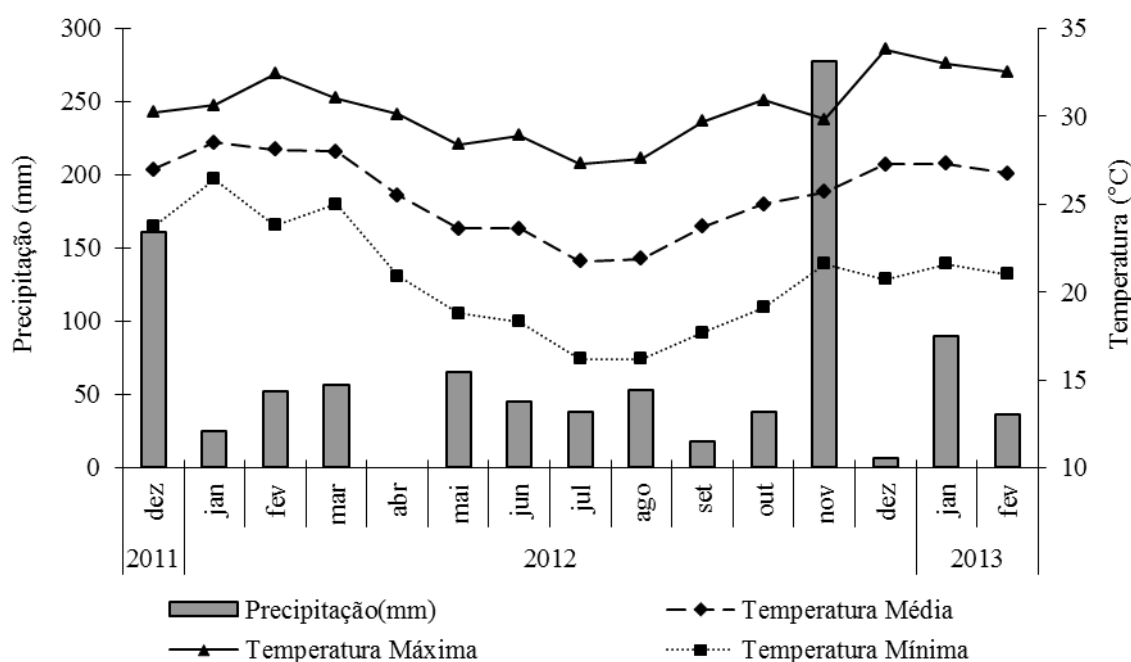


Figura 1. Dados pluviométricos e de temperaturas média, máxima e mínima, ocorridos durante o período de condução do experimento.

O experimento constituiu-se por quatro tratamentos (doses de N): T_1 =sem a aplicação de N; $T_2=50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; $T_3=100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e $T_4=150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, aplicados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, totalizando, assim, 16 unidades experimentais (piquetes), com aproximadamente 0,6 ha cada uma.

O total da adubação nitrogenada para cada uma das doses avaliadas foi aplicado ao solo em duas etapas, sendo a metade em dezembro de 2011 e a outra parte em março de 2012. A correção dos teores de P e K foi efetuada para o nível tecnológico médio de produção (Ribeiro et al., 1999), com base nos resultados da análise do solo, quais sejam: pH em H₂O = 6,1; P = 1 mg/dm³; K = 87 mg/dm³; Ca²⁺ = 1,8 cmol_c/dm³; Mg²⁺ = 0,8 cmol_c/dm³; Al³⁺ = 0,1 cmol_c/dm³ e valor V (% de saturação por bases) = 60%. A correção mencionada acima foi feita juntamente com a primeira aplicação de ureia, oportunidade em que foram aplicados, para o P, 30 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, via superfosfato simples; e, para o K, 40 kg.ha⁻¹ de K₂O, via cloreto de potássio.

A pastagem foi manejada sob lotação contínua, com taxa de lotação variável, sendo este o manejo mais adotado na região de estudo. Para manter a altura do pasto próxima do valor preconizado, foi adotado o sistema “put and take”, usando vacas mestiças Holandes x Zebu em lactação e peso corporal de 500 ± 30 kg, de forma a manter pelo menos dois animais por piquete. A altura média do pasto foi monitorada semanalmente, por meio de 50 medidas realizadas ao acaso em cada piquete, utilizando-se régua com divisões de 1 cm, conforme Fagundes et al. (2006), a fim de manter a altura média do dossel em aproximadamente 30 cm (Sbrissia, 2004). Este monitoramento foi iniciado dois meses antes do começo do experimento.

As avaliações experimentais foram iniciadas em abril de 2012 e encerradas em fevereiro de 2013, sendo os meses de abril e maio, julho e agosto, outubro e novembro de 2012, correspondentes ao outono, inverno e à primavera, respectivamente; e os meses de janeiro e fevereiro de 2013, correspondentes ao verão. Para cada período de avaliação, outono, inverno, primavera e verão, foram colhidas três amostras por unidade experimental, em pontos que representavam a condição média do pasto, sendo o corte realizado 5 cm acima da superfície do solo, coletando todo o material contido em um quadrado com 0,25 m de lado. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados, pesadas e levadas ao laboratório para formação de uma amostra composta. Utilizando-se sacos de papel, as amostras compostas foram pré-secas em estufa, com ventilação forçada, a 65°C, por um período de 72 horas, ao fim do qual as mesmas foram retiradas da estufa e pesadas novamente para obtenção da massa seca. Em seguida, as amostras foram processadas em moinho de facas com peneira com malha de 1 mm e acondicionadas em potes de plástico para posterior realização das análises.

A extração de prolina foi realizada a partir de 100 mg de massa seca, obtida de uma amostra composta, representativa para cada unidade experimental, que, após ser macerada em almofariz, usando-se parte do extrator (Ácido sulfosalicílico a 3%), foi submetida à agitação, em temperatura ambiente, por 60 minutos, sendo o conteúdo de interesse obtido por meio de separação com papel de filtro. A quantificação do teor de prolina foi realizada segundo o método colorimétrico de Bates et al. (1973).

Os açúcares solúveis foram extraídos pela homogeneização de 200 mg de massa seca da amostra em 4 mL de água, seguido de centrifugação a 4.000 rpm, por 20 minutos, e coleta do sobrenadante, sendo este procedimento realizado mais duas vezes e os sobrenadantes combinados. A quantificação dos açúcares solúveis totais foi feita pelo método da Antrona (Dische, 1962), e dos açúcares redutores pelo método do DNS (Miller, 1959).

Os dados foram submetidos à análise de regressão múltipla, com seleção de modelos lineares significativos, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F, cujos coeficientes foram analisados pelo teste t, separadamente. Testou-se inicialmente uma equação com efeito linear, quadrático e cúbico. Para escolha do modelo mais adequado, utilizou-se o parâmetro R^2 .

Resultados e Discussão

A adubação nitrogenada promoveu incremento no conteúdo de prolina e açúcares redutores (AR) nas amostras referentes às estações de outono e verão, com resposta linear crescente (Figuras 2 e 3A). Os teores de prolina variaram de 0,392 e 0,698 para 1,052 e 1,043 μmol de prolina/g MS, revelando acréscimos de 168% e 49%, para o outono e verão, respectivamente.

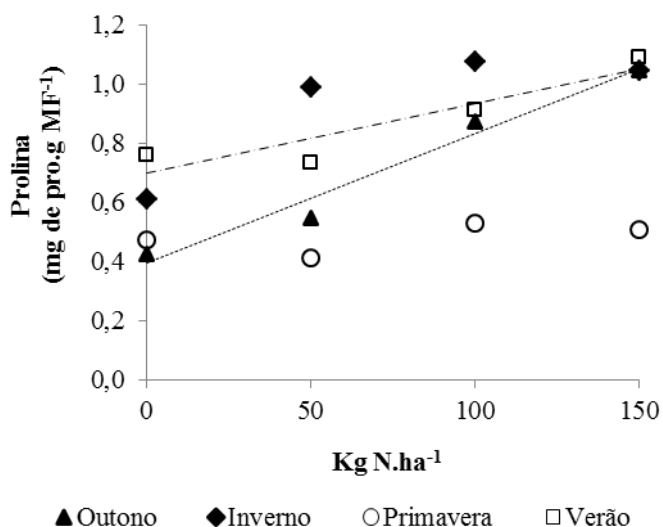


Figura 2. Efeito de diferentes doses de nitrogênio sobre os teores de prolina em plantas de *Brachiaria bryzantha* cv. Marandu, nos períodos de outono, inverno, primavera e verão, segundo as equações: $Y_{\text{Outono}} = 0,0044*N + 0,3922$ com um $R^2 = 0,97$; $\bar{Y}_{\text{Inverno}} = 0,93$; $\bar{Y}_{\text{Primavera}} = 0,48$ e $Y_{\text{Verão}} = 0,0023*N + 0,6978$ com um $R^2 = 0,85$.

Para os AR, as variações foram de 109,99 e 383,38 para 144,25 e 454,96 μmol de AR/g MS, revelando acréscimos de 31% e 19%, para o outono e verão, respectivamente, não havendo, entretanto, efeito ($p > 0,05$) sobre as plantas nos períodos de inverno e primavera (Figuras 3A). Em relação aos AST, não houve efeito da aplicação de N ($P > 0,05$) em nenhum dos períodos avaliados (Figura 3B).

De acordo com os índices pluviométricos ocorridos durante todo período experimental, as plantas avaliadas, correspondentes às coletas de outono, inverno e verão, sofreram a influência da condição de deficiência hídrica. O outono foi marcado por um período de precipitação nula, correspondente ao mês de abril, e o verão por ter sido precedido por um período de baixa precipitação, correspondente ao mês de dezembro, quando ocorreu chuva de apenas 6,2 mm. Já o inverno é caracterizado na

região por apresentar baixa precipitação (Figura 1). Diante disso, os altos teores de prolina, observados nessas estações, podem ter contribuído para o ajustamento osmótico da espécie em estudo. De acordo com Navari-Izzo et al. (1990), o aumento no teor de aminoácidos livres no citoplasma pode contribuir para a tolerância das plantas ao déficit hídrico, por diminuir o potencial osmótico e manter o potencial hídrico do citoplasma em equilíbrio com o potencial hídrico do vacúolo, garantindo, assim, o turgor de suas células próximo do nível considerado ótimo.

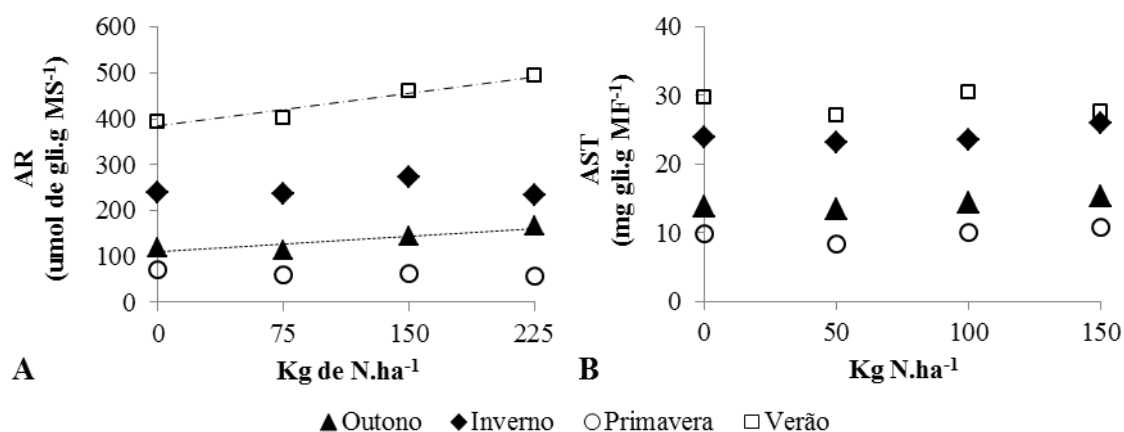


Figura 3. Efeito de diferentes doses de nitrogênio sobre os teores de açúcares redutores (AR) em A, e açúcares solúveis totais (AST) em B, em plantas de *Brachiaria bryzantha* cv. Marandu, nos períodos de outono, inverno, primavera e verão, segundo as equações: AR: $Y_{\text{Outono}} = 0,2284 \cdot N + 109,99$ com um $R^2 = 0,81$; $\bar{Y}_{\text{Inverno}} = 245,35$; $\bar{Y}_{\text{Primavera}} = 63,10$; $Y_{\text{Verão}} = 0,4772 \cdot N + 383,38$ com um $R^2 = 0,94$; AST: $\bar{Y}_{\text{Outono}} = 14,16$; $\bar{Y}_{\text{Inverno}} = 24,12$; $\bar{Y}_{\text{Primavera}} = 9,74$ e $\bar{Y}_{\text{Verão}} = 28,73$.

Maia et al. (2007) verificaram incremento nos teores de prolina em duas cultivares de milho, quando as plantas foram submetidas a dois tratamentos, sendo um controle, no qual o substrato foi mantido na capacidade de campo; e um tratamento com estresse hídrico de 5 dias. Resultado semelhante foi obtido também por Melo et al. (2007), trabalhando com *Setaria anceps* (setária) e *Paspalum paniculatum* (paspalo), utilizando em um tratamento controle plantas que foram irrigadas diariamente, e no outro, plantas que foram mantidas sob estresse hídrico, com suspensão da rega por um período de 11 dias.

Quanto aos teores de carboidratos solúveis, também envolvidos no ajustamento osmótico, os resultados obtidos no presente trabalho, ou seja, a estabilização na concentração de açúcares solúveis totais e o acúmulo de açúcares redutores, segundo Kingston-Smith et al. (1999), podem estar relacionados à hidrólise da sacarose, liberando glicose e frutose, que podem ser utilizadas em processos anabólicos ou

catabólicos, fornecendo, assim, açúcares redutores para o processo de ajustamento osmótico. Também Chaves & Oliveira (2004) verificaram que o estresse hídrico pode levar a um aumento (sob estresse moderado) ou a uma estabilização (sob estresse severo) na concentração de açúcares solúveis, apesar da baixa assimilação de carbono (C), pois o crescimento e a exportação de fotoassimilados também são inibidos.

Chaves Filho & Seraphin (2001), embora tenham trabalhado com outra espécie, demonstraram que os níveis de carboidratos solúveis totais e redutores, em amostras de *Solanum lycocarpum*, aumentaram significativamente, em resposta ao tratamento de estresse hídrico, e destacaram ainda que os açúcares redutores foram os que mais contribuíram para esse aumento.

Segundo Rodrigues et al. (2007), torna-se aceitável que, em resposta ao déficit hídrico do ambiente, determinadas espécies passam a sintetizar e acumular esses compostos osmoticamente ativos e, para tanto, destaca a importância do suprimento de nitrogênio, uma vez que se trata de um elemento que é um componente essencial de aminoácidos e proteínas, ácidos nucleicos, hormônios e clorofila, dentre os compostos orgânicos essenciais à vida das plantas.

Conclusão

Sob as condições climáticas prevaletentes durante a condução do experimento, que incluem estiagem acentuada no início das estações de outono e verão, as plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Maradu, submetidas a doses crescentes de nitrogênio, apresentaram acúmulo de solutos, buscando a redução do potencial osmótico, sendo esta reação uma estratégia que, juntamente com outros fatores, permitiram às mesmas a sobrevivência em condições de estresse.

Referências Bibliográficas

BATES, L.S. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Short Communication. **Plant and Soil**, Austrália, v. 39, n. 1, p. 205-207, 1973.

CHAVES, M.M.; OLIVEIRA, M.M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, n. 407, p. 2365-2384, 2004.

CHAVES F., J.T.; SERAPHIN, E.S. Alteração no potencial osmótico e teor de carboidratos solúveis em plantas jovens de lobeira (*Solanum lycocarpum* St.-Hil.) em resposta ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 199-204, 2001.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R.L.; WOLFRAM, M.L. **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, 1962. p. 477-520.

DÍAZ, P.; BETTI, M.; SÁNCHEZ, D.H.; UDVARDI, M.K., MONZA, J.; MARQUEZ, A.J. Deficiency in plastidic glutamine synthetase alters proline metabolism and transcriptomic response in *Lotus japonicus* under drought stress. **New Phytologist**, Lancaster, aug., 2010. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.2010.03440.x/pdf>> Acesso em: 12 nov. 2013.

DURÃES, F.O.M.; SANTOS, M.X.; GOMES e GAMA; E.E.; MAGALHÃES, P.C.; GUIMARÃES, C.T. **Fenotipagem associada à tolerância à seca em milho para uso em melhoramento, estudos genômicos e seleção assistida por marcadores**. Sete Lagoas: MAPA/Embrapa Milho e Sorgo, 2004. (Circular Técnica, 39).

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C.; MORAIS, R.V.; TEIXEIRA VITOR, C.M.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JR., D.; CASAGRANDE, D.R.; COSTA, L.T. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 21-29, 2006.

KINGSTON-SMITH, A.H., WALKER, R.P. & POLLOCK, C.J. Invertase in leaves: conundrum or control point? **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 50, p. 735-743, 1999.

MAIA, P.S.P.; NETO, C.F.O.; CASTRO, D.S.; FREITAS, J.M.N.; LOBATO, A.K.S.; COSTA, R.C.L. Conteúdo relativo de água, teor de prolina e carboidratos solúveis totais em folhas de duas cultivares de milho submetidas a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 918-920, 2007.

MELO, H.C.; CASTRO, E.M.; SOARES, A.M.; MELO, L.A.; ALVES, J.D. Alterações anatômicas e fisiológicas em *Setaria anceps* Stapf ex Massey e *Paspalum paniculatum* L. sob condições de déficit hídrico. **Hoehnea**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 145-153, 2007.

MILLER, E.L. Use of dinitrosalicylic and reagent determination of sugar. **Analytical Chemistry**, Washington v. 31, p. 426-428, 1959.

MOLINARI, H.B.C. **Expressão estresse-induzida do gene P₅CS em plantas transgênicas de cana-de-açúcar submetidas ao déficit hídrico.** 2006. 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

NAVARI-IZZO, F., QUARTACCI, M.F.; IZZO, R. Waterstress induced changes in protein and free amino acids in field-grown maize and sunflower. **Plant Physiology and Biochemistry**, Philadelphia, v. 28, p. 531-537, 1990.

PINTO, C.M.; TÁVORA, F.J.F.A.; BEZERRA, M.A; CORREA, M.C.M. Crescimento, distribuição do sistema radicular em amendoim, gergelim e mamona submetidos a ciclos de deficiência hídrica. **Revista Ciência Agrônômica**, Ceará, v. 39, n. 03, p. 429-436, 2008.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** Viçosa: CFSEMG. 1999.

RODRIGUES, R.C.; MOURÃO, G.B.; VALINOTE, A.C.; HERLING, E.R. Reservas orgânicas, relação parte aérea-raiz e C-N e eliminação do meristema apical no capim-xaraés sob doses de nitrogênio e potássio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiás, v. 8, n. 3, p. 505-514, 2007.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. de; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013.

SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandú sob lotação contínua.** 2004. 171 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Porto Alegre: Artmed, 2009.

WHITTAKER, A.; MARTINELLI, T.; FARRANT, J.M.; BOCHICCHIO, A.; VAZZANA, C. Sucrose phosphate synthase activity and the co-ordination of carbon partitioning during sucrose and amino acid accumulation in desiccation-tolerant leaf material of the C₄ resurrection plant *Sporobolus stapfianus* during dehydration. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 58, p. 3775-3787, 2007.

ZHU, J.K. Salt and drought stress signal transduction in plants. **Annual Reviews of Plant Biology**, Palo Alto (USA), v. 53, p. 247-273, 2002.

V - CAPÍTULO III

CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS E BIOQUÍMICAS DE
***Brachiaria brizantha* cv MARANDU SOB LOTAÇÃO CONTÍNUA E**
DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO

RESUMO – Objetivou-se avaliar possíveis alterações anatômicas e bioquímicas, nos períodos de inverno e verão, em plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, submetidas a diferentes doses de nitrogênio. Foi conduzido um experimento em pastagem localizada na Fazenda Paulistinha, município de Macarani, BA, utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado, composto por 4 tratamentos (0, 50, 100 e 150 kg.ha⁻¹ de N) e 4 repetições, totalizando 16 unidades experimentais (piquetes) com aproximadamente 0,6 ha. Os teores de fósforo (P) e potássio (K) da área utilizada foram corrigidos de acordo com os resultados da análise de solo. Para as avaliações anatômicas, foram coletados cinco perfilhos por unidade experimental, nos meses de agosto de 2012 e janeiro de 2013, representando as estações de inverno e verão, respectivamente. As secções transversais foram obtidas à mão livre, por meio de lâminas de aço, na porção mediana da segunda folha, completamente expandida de cada perfilho. As variáveis estudadas nas secções de lâminas foliares foram: espessura da nervura central (ENC), espessura do feixe vascular central (EFVC), espessura do parênquima da nervura central (EPNC) e espessura do limbo foliar (ELF). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB), celulose, hemicelulose e lignina foram realizados em amostras coletadas, simulando pastejo, nos mesmos períodos. Os resultados obtidos permitiram verificar que o aumento nas doses de nitrogênio influenciou de forma positiva a ENC e a EPNC, nos dois períodos avaliados; a EFVC, no verão; e, de forma negativa, os teores de FDN e lignina, no inverno, com reflexo positivo sobre os teores de PB nos dois períodos. Os resultados supramencionados demonstram aumento da espessura de tecidos considerados de alta digestibilidade, contribuindo no aumento da espessura da nervura da folha e dos teores de proteína bruta.

Palavras-chave: adubação, fibra, forragem, proteína bruta, tecidos.

V - CHAPTER III

ANATOMICAL AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF *Brachiaria brizantha* cv. MARANDU UNDER CONTINUOUS STOCKING RATE AND DIFFERENT LEVELS OF NITROGEN

ABSTRACT – The aim with this study was to evaluate anatomical and biochemical changes, during winter and summer, in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submitted to different levels of nitrogen. The experiment was conducted in pasture located at the Paulistinha farm, in the city of Macarani, BA, in a completely randomized design, consisting in four treatments (0, 50, 100 and 150 kg.ha⁻¹ of N) and four repetitions, totaling 16 experimental units with approximately 0.6 ha. The levels of phosphorus (P) and potassium (K) were previously corrected, based upon the results of soil analysis. For anatomical assessment, five tillers were harvested per experimental unit, at August 2012 and January 2013, representing winter and summer, respectively. Freehand transverse sections using steel blades were obtained at midportion of the fully expanded second leaf of each tiller. The variables studied in sections of leaf blades were: midrib central thickness (ENC), central vascular bundle thickness (EFVC), central midrib parenquima thickness (EPNC) and leaf blade thickness (ELF). The levels of neutral detergent fiber (FDN), acid detergent fiber (FDA), crude protein (PB), cellulose, hemicellulose and lignine were determined in samples collected by simulating grazing in the same periods. The results showed that the increase in nitrogen positively influenced the ENC and EPNC, in both periods; the EFVC in the summer; and, negatively, the levels of FDN and lignine, in the winter, with a positive impact on the levels of PB in both periods. The above results demonstrate increased thickness of highly digestible tissues, contributing to the increased thickness of the rib of the leaf and crude protein.

Keywords: fertilization, fiber, forage, crude protein, tissue.

Introdução

A anatomia vegetal tem sido utilizada como ferramenta complementar nas pesquisas de avaliação das plantas forrageiras. Portanto, a dinâmica do aproveitamento das diferentes estruturas internas das forrageiras pode ser melhor compreendida, quando complementada com os estudos de anatomia. No trato gastrointestinal do animal, os fragmentos vegetais sofrem digestão diferenciada, em decorrência de suas características anatômicas e químicas (Damião Filho, 2005).

As gramíneas são constituídas por um conjunto de órgãos (raiz, colmo, folha e inflorescência), formados por tecidos que possuem estrutura física e composição química diferenciadas, diretamente relacionada a sua função na planta. Essas características alteram o valor nutricional do vegetal e a capacidade do consumo deste pelo animal (Paciullo, 2002).

O potencial de produção de uma planta forrageira é determinado geneticamente, embora a disponibilidade de nutrientes e de água possam modular a produtividade e a qualidade da forragem (Patês et al., 2007). Uma das práticas recomendadas para o aumento de biomassa em pastagens é a adubação nitrogenada (Alexandrino et al., 2005; Paris et al., 2009; Santos et al., 2009; Fagundes et al., 2006).

A nutrição mineral contribui para a organização estrutural da lâmina foliar, sendo o nitrogênio o nutriente que possui influência direta sobre os aspectos morfológicos, anatômicos e bromatológicos, uma vez que se trata de um componente essencial de aminoácidos e proteínas, ácidos nucleicos, hormônios e clorofila, dentre os compostos orgânicos essenciais à vida das plantas (Taiz & Zeiger, 2009). Assim sendo, uma vez supridas às necessidades básicas da planta, quanto aos demais nutrientes, é o nitrogênio que determina a velocidade de crescimento e produção da forragem (Silva et al., 2008).

Um importante fator ambiental que frequentemente limita o crescimento e interfere na qualidade da forragem é a redução na disponibilidade hídrica do solo (Durães et al., 2004), caracterizada pela ausência de umidade em quantidade adequada para uma planta crescer normalmente e completar seu ciclo de vida (Zhu, 2002). Essa falta de umidade, a ponto de causar estresse hídrico, é bastante comum em áreas de produção de sequeiro e pode estar relacionada a períodos de seca decorrentes de precipitações pluviométricas irregulares e à ocorrência de períodos de estiagem durante a estação chuvosa (Pinto et al., 2008).

Pesquisadores das áreas de nutrição animal e forragicultura têm buscado características das forrageiras que possam ser utilizadas para predizer seu valor nutritivo (Paciullo, 2002) e, assim, alguns estudos têm sido realizados com o objetivo de avaliar a influência da anatomia sobre a qualidade de gramíneas forrageiras (Paciullo et al., 2001; Paciullo et al., 2002; Queiroz et al., 2000).

O valor nutritivo da forrageira é dado pela disponibilidade do conteúdo celular, distribuído na parte aérea da planta, e pela estrutura da parede celular, a qual depende do grau de lignificação. Dessa forma, o seu valor nutritivo está diretamente relacionado à distribuição dos fotoassimilados nos vários tecidos vegetais, uma vez que eles determinam a composição química das plantas (Van Soest, 1994).

Ao mesmo tempo, a qualidade das forragens tem grande relação com a quantidade de fibra que ela contém, as quais são grandes fontes de energia (Van Soest, 1994), sendo seu aproveitamento diretamente relacionado à proporção de parede celular vegetal e ao grau de lignificação.

A proporção de tecidos e a espessura da parede celular são características anatômicas, que tem impacto sobre o valor nutritivo das forrageiras, sendo estas características altamente correlacionadas com os teores de fibra, lignina e proteína bruta (PB) e com os coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) (Carvalho & Pires, 2008).

Dessa forma, objetivou-se avaliar possíveis alterações anatômicas e bromatológicas em plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, submetidas a diferentes doses de nitrogênio.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada na fazenda Paulistinha, situada no município de Macarani, mesorregião do centro-sul do estado da Bahia. As coordenadas da propriedade são: latitude 15° 34' 06" S, longitude 40° 25' 23" W, estando a uma altitude de 324 metros. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw, tropical com estação seca definida. O solo da área experimental foi classificado como latossolo vermelho-amarelo, de acordo com Santos et al. (2013), de textura franco arenosa, com relevo plano a suave ondulado. Os dados referentes à temperatura (máxima, mínima e média) e ao índice pluviométrico do período de vigência do experimento (Figura 1) foram obtidos por meio de termômetro digital, graduado em uma escala de 0 a 50°C, instalado à sombra, e de um pluviômetro tipo Ville de Paris, modelo PLM-3.

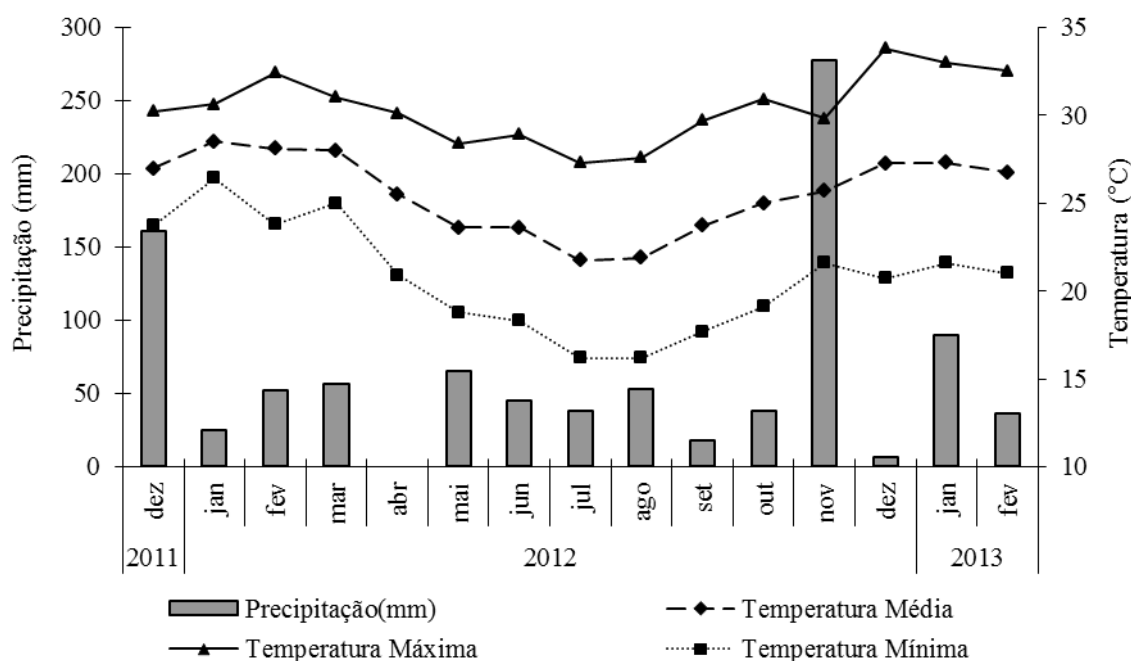


Figura 1. Dados pluviométricos e de temperaturas média, máxima e mínima, ocorridos durante o período de condução do experimento.

O experimento constituiu-se por quatro tratamentos (doses de N): T_1 = sem a aplicação de N; T_2 = 50 kg.ha⁻¹; T_3 = 100 kg.ha⁻¹ e T_4 = 150 kg.ha⁻¹, aplicados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, totalizando, assim, 16 unidades experimentais (piquetes), com aproximadamente 0,6 ha cada uma.

O total da adubação nitrogenada, para cada uma das doses avaliadas, foi aplicado ao solo em duas etapas, sendo a metade em dezembro de 2011 e a outra parte em março de 2012. A correção dos teores de P e K foi efetuada para o nível tecnológico médio de produção (Ribeiro et al., 1999), com base nos resultados da análise do solo, quais sejam: pH em H₂O = 6,1; P = 1 mg/dm³; K = 87 mg/dm³; Ca²⁺ = 1,8 cmol_c/dm³; Mg²⁺ = 0,8 cmol_c/dm³; Al³⁺ = 0,1 cmol_c/dm³ e valor V (% de saturação por bases) = 60%. A correção mencionada acima foi feita juntamente com a primeira aplicação de ureia, oportunidade em que foram aplicados, para o P, 30 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, via superfosfato simples; e, para o K, 40 kg.ha⁻¹ de K₂O, via cloreto de potássio.

A pastagem foi manejada sob lotação contínua, com taxa de lotação variável, sendo este o manejo mais adotado na região de estudo. Para manter a altura do pasto próxima do valor preconizado, foi adotado o sistema “put and take”, usando vacas mestiças Holandes x Zebu em lactação e peso corporal de 500 ± 30 kg, de forma a manter pelo menos dois animais por piquete. A altura média do pasto foi monitorada semanalmente por meio de 50 medidas, realizadas ao acaso em cada piquete, utilizando-se régua com divisões de 1 cm, conforme Fagundes et al. (2006), a fim de manter a altura média do dossel em aproximadamente 30 cm (Sbrissia, 2004). Este monitoramento foi iniciado dois meses antes do começo do experimento.

Para as avaliações anatômicas, foram coletados cinco perfilhos por unidade experimental, nos meses de agosto de 2012 e janeiro de 2013, representando as estações de inverno e verão, respectivamente, os quais foram fixados e conservados em álcool 70%.

As secções transversais foram obtidas à mão livre, por meio de lâminas de aço, na porção mediana da segunda folha, completamente expandida de cada perfilho. O preparo das lâminas foi realizado de acordo com Bukatsh (1972), cujas secções foram clarificadas em hipoclorito de sódio a 20%, lavadas por duas vezes em água destilada e coradas com Safra-Blau (safranina: azul de astra, 3:7). As lâminas foram preparadas com água glicerinada a 50% e lutadas com esmalte incolor.

Foram obtidas imagens digitalizadas das secções, por meio de uma câmara fotográfica acoplada a um microscópio Olympus BX41. As imagens foram analisadas por meio do software “Anati Quanti 2.0”, especialmente desenvolvido para tal fim.

Nas imagens de secção transversal das lâminas foliares, foram avaliadas a espessura da nervura central (ENC), espessura do feixe vascular central (EFVC),

espessura do parênquima da nervura central (EPNC) e espessura do limbo foliar (ELF) (Figura 2).

As amostras de forragem, para análises bromatológicas, foram coletadas nos mesmos períodos em que se coletaram os perfilhos, para as análises anatômicas, por meio de simulação do pastejo, de acordo com Clipes et al. (2005), com corte manual, observando os locais de pastejo dos animais, e coletando o material relativo à altura dossel, que estavam sendo pastejadas pelos animais.

Após a pesagem individual das amostras simples, obtiveram-se as amostras compostas, que foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, por 72 horas, a 65°C. Em seguida, as amostras foram moídas, para determinação da matéria seca (MS), a 105°C, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, lignina e hemicelulose, conforme procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002).

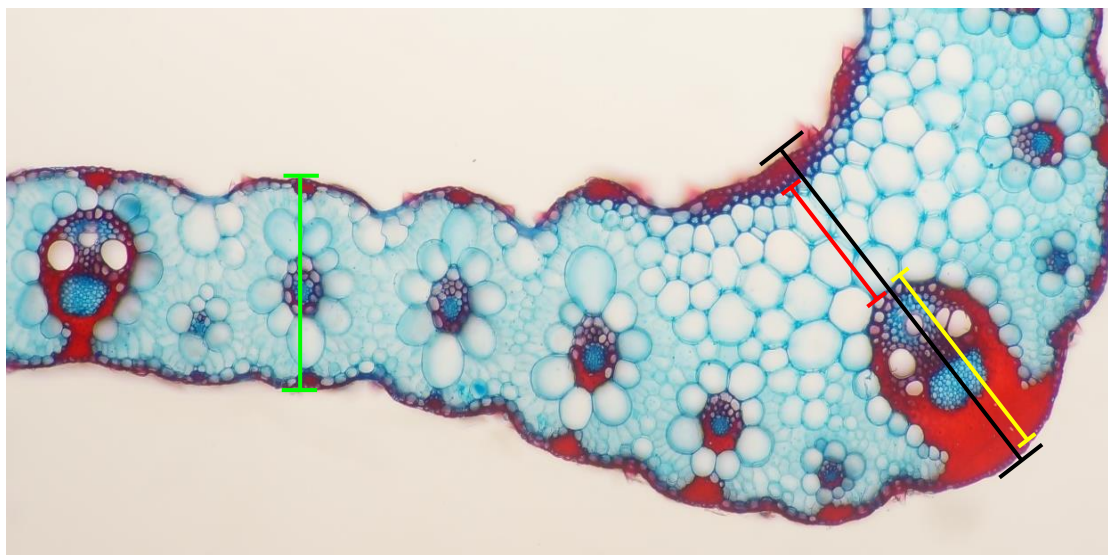


Figura 2. Esquema das medidas realizadas nas secções anatômicas. Espessura da nervura central (ENC - linha preta); Espessura do feixe vascular central (EFVC - linha amarela); Espessura do parênquima da nervura central (EPNC - linha vermelha) e Espessura do limbo foliar (ELF - linha verde).

Os dados foram submetidos à análise de regressão múltipla, com seleção de modelos lineares significativos, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F, cujos coeficientes foram analisados pelo teste t, separadamente. Testou-se inicialmente uma equação com efeito linear, quadrático e cúbico. Para escolha do modelo mais adequado, utilizou-se o parâmetro R^2 .

Resultados e Discussão

No limbo foliar do capim Marandú, observou-se a presença de feixes vasculares de diferentes calibres, independente da presença de nitrogênio ou do período avaliado (Figuras 3 e 4). Esses feixes são do tipo colateral, com xilema voltado para a face adaxial da folha e floema voltado para a face abaxial (Figura 5A).

Ainda compondo esses feixes, encontra-se o parênquima, em pequena quantidade, e o esclerênquima, tecido de sustentação que aumenta em extensão, quanto maior for o calibre do feixe (Figura 5A). As células da bainha (ou células Kranz), bastante proeminentes nas folhas observadas, circundam todos os feixes (Figura 5B). Essas células são características em plantas C_4 e participam da fotossíntese juntamente com as células do parênquima clorofiliano, que se apresentaram de forma radial em volta da bainha (Figura 5B).

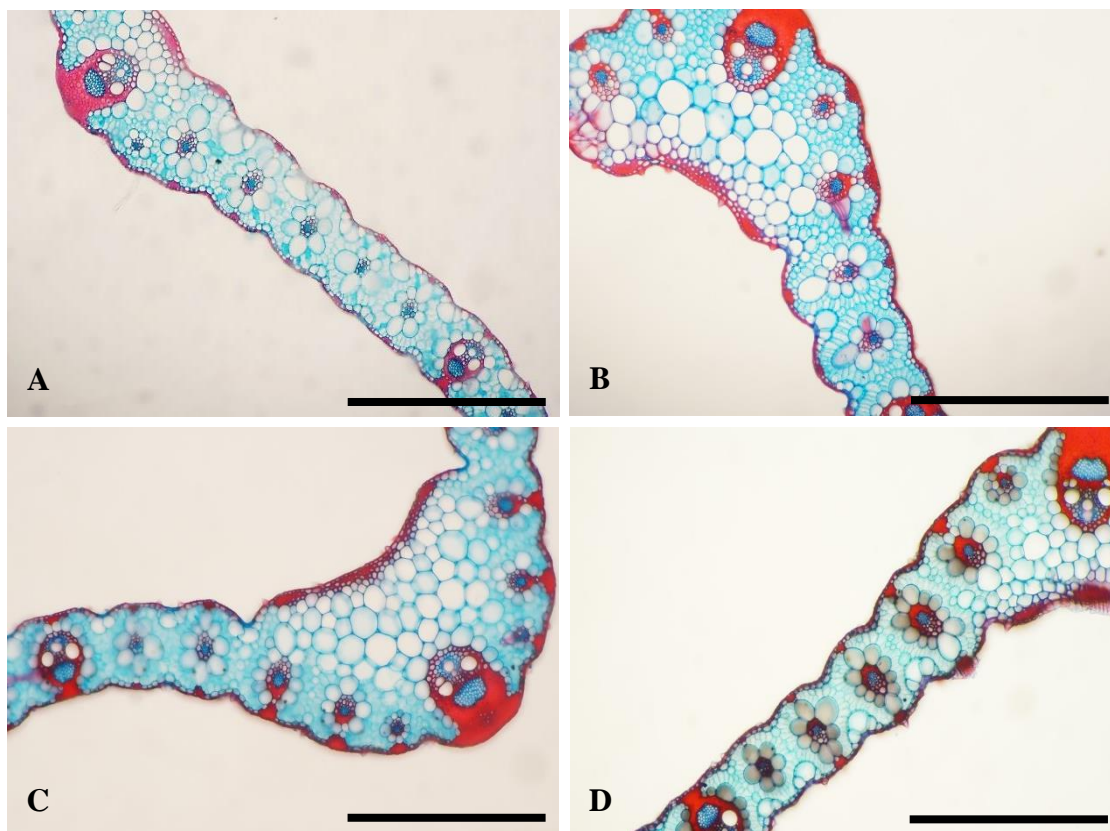


Figura 3. Fotomicrografias de secções transversais das folhas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, cultivadas sob 4 doses de nitrogênio em (A = 0, B = 50, C = 100 e D = 150 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), coletadas no período do verão. Coloração: safrablau. barra = 50 μm .

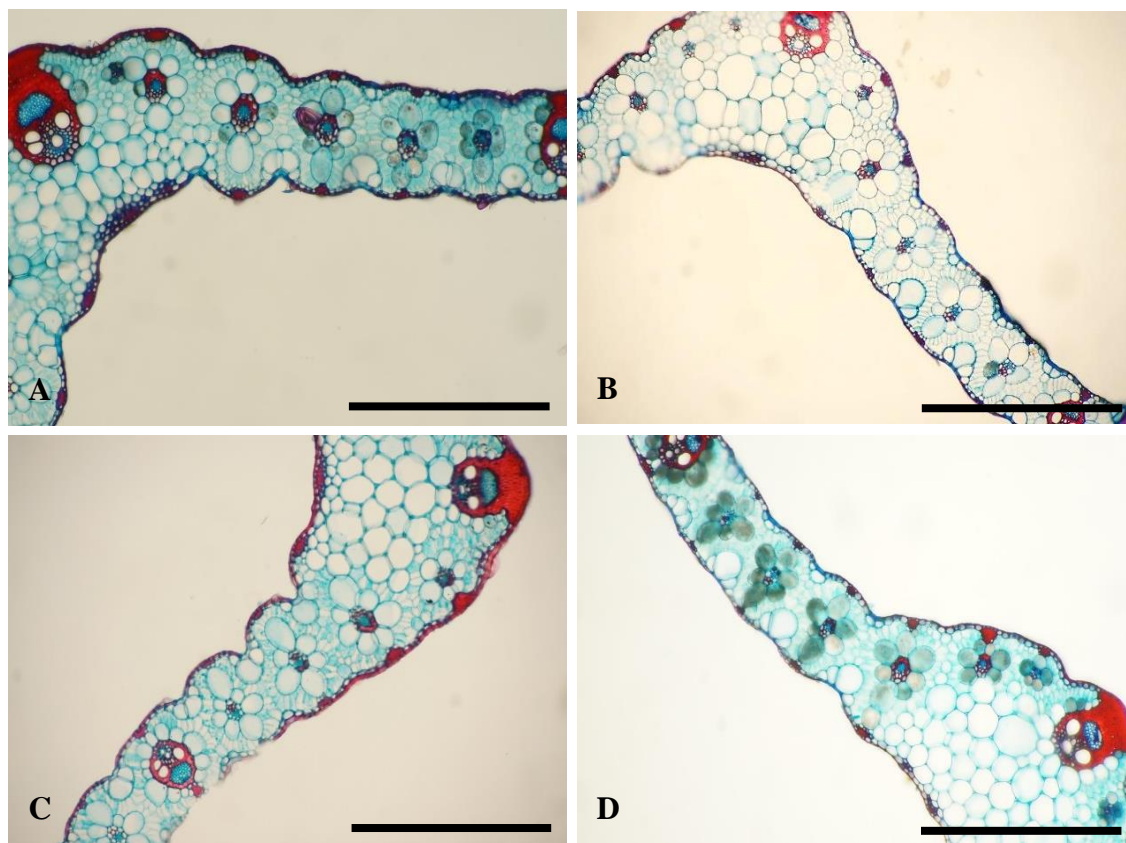


Figura 4. Fotomicrografias de secções transversais das folhas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, cultivadas sob 4 doses de nitrogênio em (A = 0, B = 50, C = 100 e D = 150 kg.ha⁻¹), coletadas no período do inverno. Coloração: safrablau. barra = 50 µm.

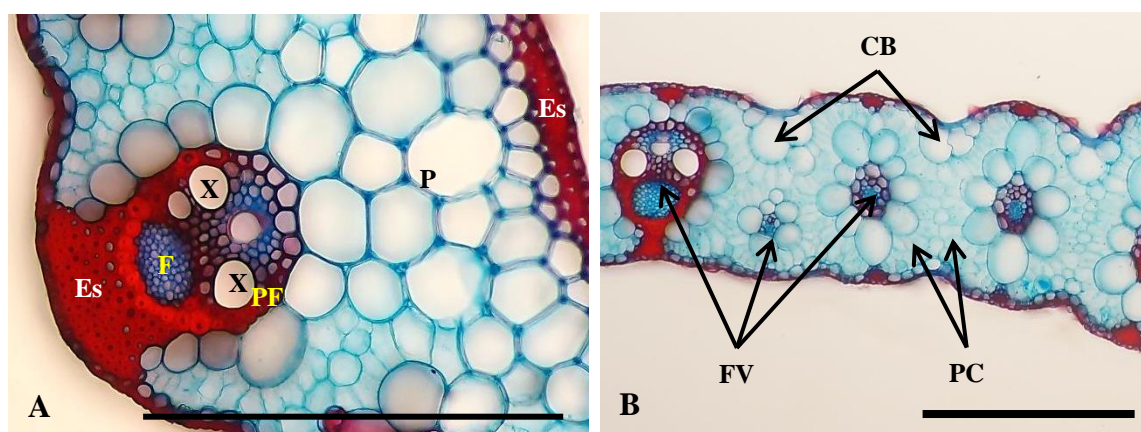


Figura 5. Fotomicrografias de secções transversais de folhas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, mostrando detalhes da nervura central (A) e do limbo foliar (B). ES, esclerênquima; F, floema; X, xilema; PF, parênquima do feixe; P, parênquima; CB, células da bainha; FV, feixe vascular; e PC, parênquima clorofiliano. Coloração: safrablau. barra = 30 µm.

O estudo da participação de diferentes tecidos, associado a medições da espessura nas lâminas foliares, tem relevante destaque, pois complementam informações sobre os fatores que interferem na qualidade das forrageiras, visto que nem sempre a análise bromatológica e a digestibilidade explicam todas as variações no consumo dessas plantas (Lempp, 2004).

Cada tecido possui composição química e física diretamente relacionada a sua função na planta. Assim, tecidos destinados à sustentação da planta possuem células densamente agrupadas, com paredes espessadas e lignificadas. Por outro lado, tecidos relacionados ao processo de assimilação do carbono são ricos em cloroplastos e apresentam células com parede delgada e não lignificada (Paciullo, 2002).

A possibilidade de se associar característica anatômica com a qualidade nutricional de espécies forrageiras surgiu com a observação de que diferentes tipos de tecidos apresentam digestão diferenciada (Akin & Burdick, 1975). Assim, medidas da participação dos tecidos com elevado conteúdo celular e apenas parede primária (não lignificada), que são de alta digestibilidade, e tecidos com parede celular secundária (lignificada), normalmente associados à baixa digestibilidade, podem explicar diferenças qualitativas entre espécies e/ou cultivares de forrageiras (Wilson, 1997).

Em uma compilação de resultados de diferentes trabalhos sobre digestão de tecidos, Akin (1989) sugeriu a divisão dos tecidos foliares de gramíneas tropicais em rapidamente digestíveis (mesofilo e floema), lenta e parcialmente digestíveis (epiderme e células da bainha do feixe vascular) e indigestíveis (xilema e esclerênquima).

Portanto, maiores quantidades de tecidos vasculares lignificados e esclerenquimáticos proporcionam menores taxas de digestibilidade, que pode ser agravado com o avanço do estágio de desenvolvimento das plantas, ao longo do qual ocorre o espessamento e a lignificação das paredes celulares, principalmente na região dos feixes vasculares (Rodella et al. 1982).

A espessura da nervura central (ENC) de folhas do capim Marandu apresentou diferença ($P < 0,05$) em função das doses de N aplicadas, sendo que, no período de inverno, a resposta foi linear crescente, enquanto, no verão, foi quadrática, com máxima espessura de 49,00 μm para dose de 100 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N (Figura 6A).

Na espessura do limbo foliar (ELF), não houve efeito ($P > 0,05$) para as doses de N aplicadas, nos dois períodos considerados (Figura 6B).

Para a espessura do feixe vascular da nervura central (EFVC), não houve diferença ($P > 0,05$) em relação à adubação nitrogenada, no período do inverno. Já no

verão, houve diferença ($P < 0,05$), apesar da baixa magnitude, com resposta linear crescente (Figura 6C).

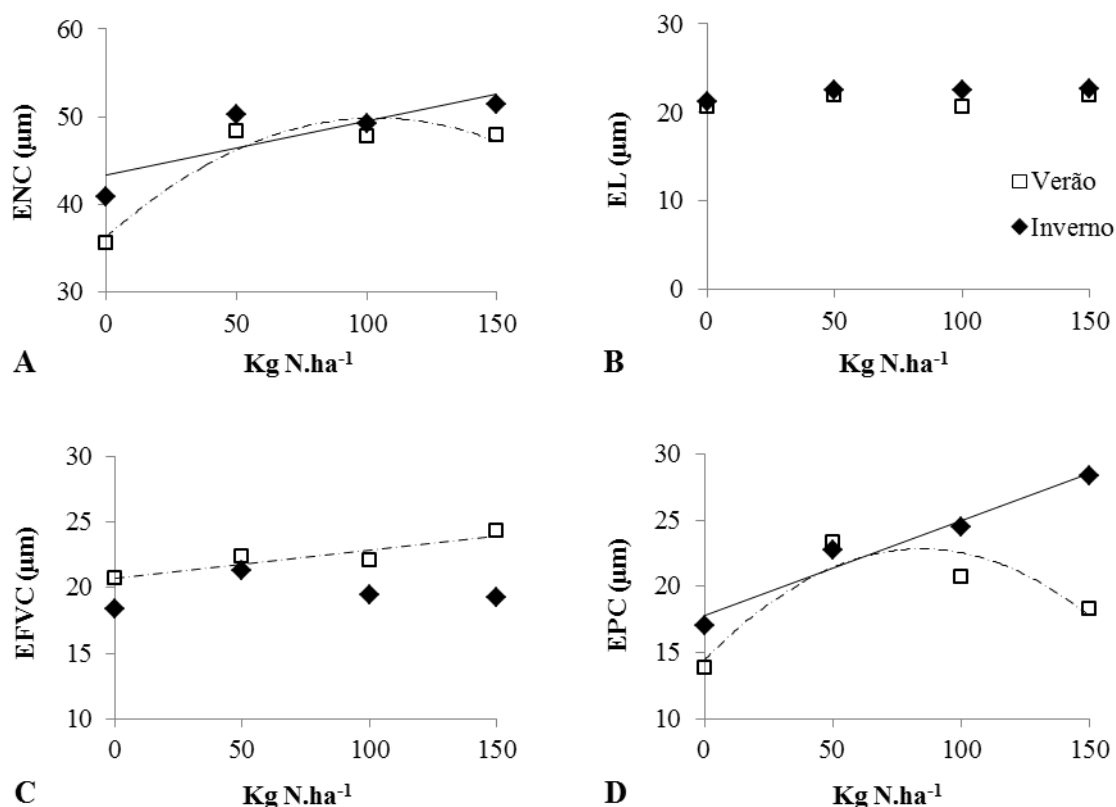


Figura 6. Efeito de diferentes doses de nitrogênio sobre as Espessuras da nervura central (ENC) em A, do limbo foliar (ELF) em B, do feixe vascular central (EFVC) em C e do parênquima da nervura central (EPC) em D, nas folhas das plantas de *Brachiaria bryzantha* cv. Marandu, nos períodos de verão e inverno, segundo as equações: ENC: $Y_{\text{Inverno}} = 0,0619 * N + 43,269$ com um $R^2 = 0,68$; $Y_{\text{Verão}} = - 0,0013 * N^2 + 0,2614 * N + 36,294$ com um $R^2 = 0,91$; EL: $\bar{Y}_{\text{Inverno}} = 22,23$; $\bar{Y}_{\text{Verão}} = 21,24$; EFVC: $\bar{Y}_{\text{Inverno}} = 19,61$; $Y_{\text{Verão}} = 0,0213 * N + 20,781$ com um $R^2 = 0,85$; EPC: $Y_{\text{Inverno}} = 0,0714 * N + 17,805$ com um $R^2 = 0,96$; $Y_{\text{Verão}} = - 0,0012 * N^2 + 0,1997 * N + 14,43$ com um $R^2 = 0,85$.

Quanto à espessura do parênquima da nervura central (EPNC), as respostas foram significativas ($P < 0,05$), de acordo com as doses de N, sendo a resposta, no inverno linear, crescente e, no verão, quadrática, com máxima espessura de 23,00 µm para a dose de 83 kg.ha⁻¹ de N (Figura 6D).

A ENC, com predomínio de parênquima, sendo a EPNC, em média, 23% e 35% maior nas plantas adubadas com N, nos períodos de verão e inverno, respectivamente, torna-se relevante, uma vez que elevadas proporções do referido tecido vegetal são importantes quanto à qualidade da gramínea forrageira, pois, segundo Akin (1989), o parênquima, juntamente com o floema, são os tecidos que apresentam maior

digestibilidade. Esse tecido apresenta grande quantidade de espaços intercelulares, o que permite aos microrganismos ruminais, rápido acesso às paredes das células e facilita a fragmentação pela mastigação e a separação dos demais tecidos.

Considerando a resposta referente ao período de inverno, normalmente caracterizado por baixos índices pluviométricos, Bonfim-Silva et al. (2011), embora tenham trabalhado com plantas de milho, sorgo e milheto, destacaram como potencial para tolerância e produção, em condições de déficit hídrico, o aumento na ENC, uma vez que este fato pode estar relacionado com um maior fluxo de fotoassimilados e água na planta, e que a maior translocação de água favorece a manutenção da turgidez celular nas folhas, essencial para manutenção do metabolismo.

Houve efeito ($P < 0,05$), com resposta linear decrescente em função das doses de N aplicadas, para os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e lignina de capim Marandu, somente no período de inverno. Verificou-se também efeito ($P < 0,05$), porém, com resposta linear crescente para proteína bruta (PB), nos dois períodos de avaliações (inverno e verão). Para fibra em detergente ácido (FDA), celulose e hemicelulose, não houve efeito ($P > 0,05$) em função da adubação nitrogenada, nos dois períodos avaliados (Figura 7).

A FDA consiste de celulose e de lignina e tem correlação com digestibilidade, ou seja, quanto maior o teor de FDA da forrageira, menor será a digestibilidade, enquanto que a fibra em detergente neutro tem correlação com consumo e, quanto maior o teor de FDN da forrageira, que agrega os três componentes (celulose, hemicelulose e lignina), menor será o consumo (Lana, 2005). Verificou-se, neste trabalho, que a adubação nitrogenada favoreceu a redução da FDN nas avaliações do período de inverno, fato que, segundo Maranhão et al. (2009), pode estar relacionado com a maior participação de constituintes solúveis e PB, corroborando Costa et al. (2006) e Dupas et al. (2010).

Os teores de FDA para o inverno apresentaram tendência de redução, sendo reflexo do comportamento em relação aos resultados para a lignina, na mesma estação, uma vez que os teores de celulose mantiveram-se basicamente em um mesmo patamar.

Entretanto, a não alteração dos teores de FDN e FDA, ou seja, ausência de efeito da adubação sobre os resultados obtidos no verão, pode estar relacionada ao efeito do pastejo, em função da constante desfolha e conseqüente remoção de N do sistema. Também, Viana et al. (2011) argumentaram que o baixo efeito residual do N, devido às perdas por lixiviação e mesmo por volatilização, quando o referido nutriente é aplicado

sob a forma de ureia, é potencializado pelo lapso temporal entre as épocas de aplicação do fertilizante e as avaliações.

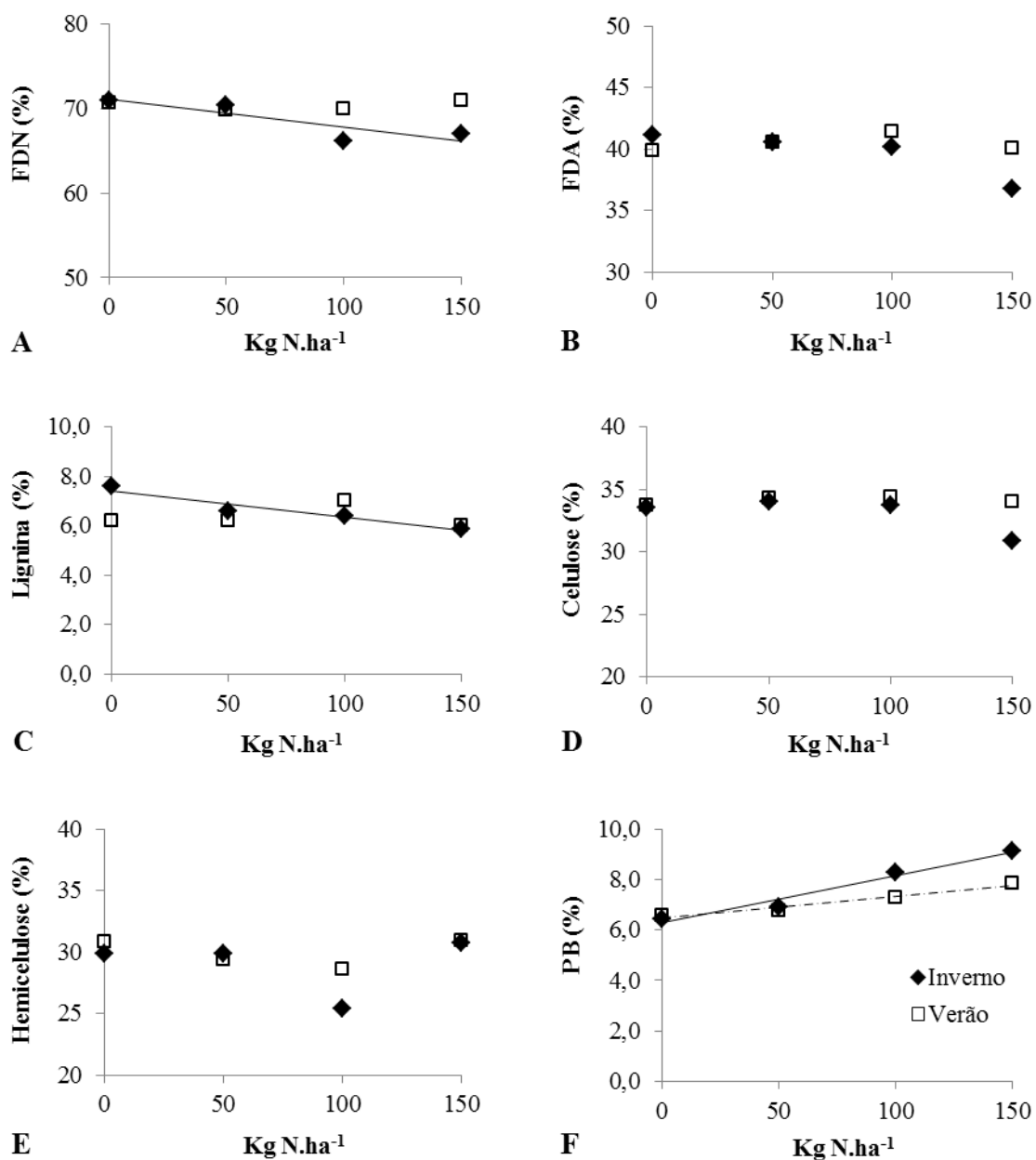


Figura 7. Efeito de diferentes doses de nitrogênio sobre os teores de fibra em detergente neutro (FDN) em A, fibra em detergente ácido (FDA) em B, lignina (L) em C, celulose (Cl) em D, hemicelulose (Hmc) em E e de proteína bruta (PB) em F, nas folhas e colmos das plantas de *Brachiaria bryzantha* cv. Marandu, nos períodos de inverno e verão, segundo as equações: FDN: $Y_{\text{Inverno}} = -0,0329 \cdot N + 71,109$ com um $R^2 = 0,76$; $\bar{Y}_{\text{Verão}} = 70,37$; FDA: $\bar{Y}_{\text{Inverno}} = 39,64$; $\bar{Y}_{\text{Verão}} = 40,47$; Lignina: $Y_{\text{Inverno}} = -0,0107 \cdot N + 7,4085$ com um $R^2 = 0,92$; $\bar{Y}_{\text{Verão}} = 6,37$; Celulose: $\bar{Y}_{\text{Inverno}} = 33,03$; $\bar{Y}_{\text{Verão}} = 34,10$; Hemicelulose: $\bar{Y}_{\text{Inverno}} = 28,97$; $\bar{Y}_{\text{Verão}} = 29,91$; PB: $Y_{\text{Inverno}} = 0,0188 \cdot N + 6,2762$ com um $R^2 = 0,97$; $Y_{\text{Verão}} = 0,0086 \cdot N + 6,4618$ com um $R^2 = 0,95$.

Conclusão

Características anatômicas e bioquímicas da forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foram influenciadas pela adubação nitrogenada, fazendo aumentar a espessura de tecidos considerados de alta digestibilidade, como o parênquima, e aumentar os teores de proteína bruta.

Referências Bibliográficas

- AKIN, D.E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agronomy Journal**, Nova York, v. 81, n. 1, p: 17-25, 1989.
- AKIN, D.E., BURDICK, D. Percentage of tissue types in tropical and temperate grass leaf blades and degradation of tissues by rumen microorganisms. **Crop Science**, Madison, v. 15, n. 5, p. 661-668, 1975.
- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JR, D.; REGAZZI, A.J.; MOSQUIM, P.R.; ROCHA, F.C.; SOUZA, D.P. Características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e frequências de cortes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 17-24, 2005.
- BONFIM-SILVA, E.M.; SILVA, T.J.A.; CABRAL, C.E.A.; KROTH, B.E.; REZENDE, D. Desenvolvimento inicial de gramíneas submetidas ao estresse hídrico. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 180-186, 2011.
- BUKATSH, F. Benerkungren zum doppelfarbung astrablau-safranin. **Mikrocosmos**, Stuttgart, v. 61, p. 255, 1972.
- CARVALHO, G.G.P. e PIRES, A.J.V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. **Archivos de zootecnia**, Córdoba, v.57, p.13-28, 2008.
- CLIPES, R.C.; SILVA, J.F.C.; DETMANN, E.; VASQUEZ, H.M.; SCOLFORO, L.; LOMBARDI, C.T. Avaliação de métodos de amostragem em pastagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) e capim-mombaca (*Panicum maximum*, Jacq) sob pastejo rotacionado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 1, p. 120-127, 2005.
- COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; FAQUIM, V. et al. Efeitos quantitativos e qualitativos do nitrogênio e do potássio no desenvolvimento da *Brachiaria Brizantha* cv. MG5. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Montes Belos, v.1, n.1, p.56-70, 2006.
- DAMIÃO F., C.F. **Morfologia vegetal**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2005.
- DUPAS, E.; BUZETTI, S.; SARTO, A.L.; HERNANDEZ, F.B.T.; BERGASMACHINE, A.F. Dry matter yield and nutritional value of Marandu grass under nitrogen fertilization and irrigation in cerrado in São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.39, n.12, p. 2598-2603, 2010.
- DURÃES, F.O.M.; SANTOS, M.X.; GOMES e GAMA; E.E.; MAGALHÃES, P.C.; GUIMARÃES, C.T. **Fenotipagem associada à tolerância à seca em milho para uso em melhoramento, estudos genômicos e seleção assistida por marcadores**. Sete Lagoas: MAPA/Embrapa Milho e Sorgo, 2004. (Circular Técnica, 39).
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C.; MORAIS, R.V.; VITOR, C.M.T.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JR., D.; CASAGRANDE, D.R.; COSTA,

L.T. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira Zootecnia**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 21-29, 2006.

JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. McGraw-Hill: New York, 1940.

LANA, R.P. **Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades)**. Viçosa: UFV, 2005.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2004.

LEMPP, B.; KICHEL, A.G.; MIRANDA, A.H.B.; GOMES, R.A.; SILVA, E.B.A. Proporção e arranjo de tecidos em lâminas foliares de *Panicum maximum* cv. Massai. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande (MS). **Anais...** Campo Grande (MS): SBZ, 2004.

MARANHÃO, C.M.A.; SILVA, C.C.F.; BONOMO, P.; PIRES, A.J.V. Produção e composição químico-bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 117-122, 2009.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S.; SILVA, E.A.M. Correlações entre componentes anatômicos, químicos e digestibilidade in vitro da matéria seca de gramíneas forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.30, n.3, p.955-963, 2001 (Suplemento 1).

PACIULLO, D.S.C. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria (RS), v. 32, n. 2, p. 357-364, 2002.

PACULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; SILVA, E.A.M.; QUEIROZ, D.S.; GOMIDE, C.A.M. Características anatômicas da lâmina foliar e do colmo de gramíneas forrageiras tropicais, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 890-899, 2002 (Suplemento).

PARIS, W.; CECATO, U., BRANCO, A.F.; BARBERO, L.M; GALBEIRO, S. Produção de novilhas de corte em pastagem de Crostcross-1 consorciada com *Arachis pintoi* com e sem adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.38, n.1, p.122-129, 2009.

PATÊS, M.M. da S.; PIRES, A.J.V.; SILVA, C.C.F.; SANTOS, L.C; CARVALHO, G.G.P.; FREIRE, M.A.L. Características morfogênicas e estruturais do capim - tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 26, n. 6, p. 1736-1741, 2007.

PINTO, C.M.; TÁVORA, F.J.F.A.; BEZERRA, M.A; CORRÊA, M.C.M. Crescimento, distribuição do sistema radicular em amendoim, gergelim e mamona a ciclos de deficiência hídrica. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 39, n. 3, p. 429-436, 2008.

QUEIROZ, D.S.; GOMIDE, J.A.; MARIA, J. Avaliação da folha e do colmo de topo e base de perfilhos de três gramíneas forrageiras. 2. Anatomia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 61-68, 2000.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999.

RODELLA, R.A., ISHIY, C.M., MAIMONI-RODELLA, R.C.S.; AMARAL JR., A. Estudo quantitativo de características anatômicas de folhas de duas espécies de *Brachiaria*. **Revista Agrociência**, Pelotas, v. 2, n. 2, p. 21-30. 1982.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. de; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013.

SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandú sob lotação contínua**. 2004. 171 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed. 2009.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

VIANA, M.C.M.; FREIRE, F.M.; FERREIRA, J.J.; MACÊDO, G.A.R.; ANTARUTTI, R.B.; MASCARENHAS, M.H.T. Adubação nitrogenada na produção e composição química do capimbraquiária sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.40, n.7, p. 1497-1503, 2011.

WILSON, J.R.; HATFIELD, R.D. Structural and chemical changes of cell wall types during stem development: consequences for fibre degradation by rumen micro flora. **Journal of Agriculture**, Austrália, v.48, p.165-180, 1997.

ZHU, J.K. Salt and drought stress signal transduction in plants. **Annual Reviews of Plant Biology**, Palo Alto (USA), v. 53, p. 247-273, 2002.

VI – CONCLUSÕES FINAIS

A adubação nitrogenada promoveu aumento na população de perfilhos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu manejada em sistema de pastejo contínuo, no período de outono, sendo que, para inverno, primavera e verão, a renovação natural fez com que a estabilidade da população de plantas na área não fosse comprometida;

Sob as condições climáticas prevaletentes durante a condução do experimento, que incluem estiagem acentuada no início das estações de outono e verão, as plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Maradu, submetidas a doses crescentes de nitrogênio, apresentaram acúmulo de solutos, buscando a redução do potencial osmótico, sendo esta reação uma estratégia que, juntamente com outros fatores, permitiram às mesmas a sobrevivência em condições de estresse;

Características anatômicas e bioquímicas da forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foram influenciadas pela adubação nitrogenada, fazendo aumentar a espessura de tecidos considerados de alta digestibilidade, como o parênquima, e aumentar os teores de proteína bruta.