

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CAMPUS DE ALEGRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

MORGANA SCARAMUSSA GONÇALVES

**DESENVOLVIMENTO DE FORRAGEIRAS TROPICAIS SUBMETIDAS
A DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO**

ALEGRE, ES

2016

MORGANA SCARAMUSSA GONÇALVES

**DESENVOLVIMENTO DE FORRAGEIRAS TROPICAIS SUBMETIDAS
A DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal do Espírito Santo como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, na linha de pesquisa Recursos Hídricos e Geoprocessamento em Sistemas Agrícolas.

Orientador: Prof. Dr. Edvaldo Fialho dos Reis.

ALEGRE, ES

2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

G643d Gonçalves, Morgana Scaramussa, 1990-
Desenvolvimento de forrageiras tropicais submetidas a diferentes tensões de água no solo / Morgana Scaramussa Gonçalves. – 2016.
63 f. : il.

Orientador: Edvaldo Fialho dos Reis.

Coorientador: Giovanni de Oliveira Garcia.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1.Tensão de água no solo. 2. Irrigação. 3. Plantas forrageiras.I.Reis, Edvaldo Fialho dos. II.Garcia, Giovanni de Oliveira. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDU: 63

MORGANA SCARAMUSSA GONÇALVES

**DESENVOLVIMENTO DE FORRAGEIRAS TROPICAIS SUBMETIDAS
A DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal do Espírito Santo como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, na linha de pesquisa Recursos Hídricos e Geoprocessamento em Sistemas Agrícolas.

Aprovada em 26 de fevereiro de 2016.

Comissão Examinadora:

Prof^o. Edvaldo Fialho dos Reis (D.Sc., Engenharia agrícola) – UFES/CA
(Orientador)

Prof^o. Giovanni de Oliveira Garcia (D.Sc., Engenharia agrícola) – UFES/CA

Wagner Nunes Rodrigues (D. Sc., Produção Vegetal) –UFES

Prof^a. Camila Aparecida da Silva Martins (D. Sc., Produção Vegetal) – UFES/CA

A minha família
Archanjo José Gonçalves,
Maristela Scaramussa Gonçalves e
Guilherme Scaramussa Gonçalves.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo milagre da vida e por me sustentar na fé;

Aos meus familiares, principalmente a meu Pai Archanjo José Gonçalves, a minha Mãe Maristela Scaramussa Gonçalves e a meu Irmão Guilherme Scaramussa Gonçalves aos quais devo tudo e representam tudo em minha vida, e que tanto me ajudaram na execução desse trabalho e na conclusão de mais uma etapa em minha formação profissional;

Ao meu orientador Edvaldo Fialho dos Reis, por toda orientação, paciência, confiança, e dedicação ao meu trabalho. Seus ensinamentos me proporcionaram crescimento profissional e pessoal;

Ao meu coorientador Giovanni de Oliveira Garcia e ao Professor Antônio Carlos Cóser por todas as considerações e informações que engrandeceram e contribuíram imensamente esse trabalho;

Ao professor José Geraldo de Vargas Júnior, pelo auxílio na utilização do laboratório de Bromatologia;

Ao professor Felipe Vaz Andrade, pelas informações que contribuíram na adubação e pela gentileza ao fornecer o equipamento (betoneira) para a montagem do experimento;

À técnica do laboratório de bromatologia Elziane Favoreto Alves Firmino, por toda ajuda, amizade e auxílio tanto profissional como pessoal;

Aos amigos Camila Aparecida da Silva Martins, Lucas Rosa Pereira, Joabe Martins de Souza e Marlla de Oliveira Hott, pela troca de conhecimento, informações e ajuda e que colaboraram na execução do trabalho;

Ao técnico da área experimental Dioni, aos vigilantes Josuel, Salomão e aos funcionários da área que auxiliaram no trabalho pesado;

A Capes, pelo apoio financeiro e ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade de cursar o Mestrado.

RESUMO

GONÇALVES, Morgana Scaramussa; M. Sc. Universidade Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre. Fevereiro, 2016. DESENVOLVIMENTO DE FORRAGEIRAS TROPICAIS SUBMETIDAS A DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO. Orientador: Edvaldo Fialho dos Reis. Coorientador: Giovanni de Oliveira Garcia.

O Brasil passa por uma grave insegurança hídrica, de falta de água, aliada a, escassez de chuvas, falta de planejamento e consumo excessivo, o que acarreta na falta de água para consumo próprio, manutenção das atividades profissionais e atividades agrícolas. Assim, a proteção dos recursos naturais, como a água, é essencial para a vida. Sendo a irrigação quando realizada com técnicas adequadas permite colheitas produtivas, e preservação da água. Os métodos mais utilizados para o manejo de irrigação são os que estimam o conteúdo e o potencial matricial de água no solo, permitindo a regularização do regime pluvial, responsável pela restrição do desenvolvimento de gramíneas tropicais. Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar o desenvolvimento de forrageiras tropicais cultivadas em condições de ambiente protegido, submetidas a diferentes tensões de água no solo. O trabalho foi conduzido em ambiente protegido, avaliando três experimentos com as forrageiras Mombaça, Tifton 85 e Marandu, onde cada qual, foi conduzida em um esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os níveis do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa) e nas subparcelas níveis 1º, 2º e 3º do fator corte, em um delineamento inteiramente casualizado com 5 repetições. As variáveis analisadas foram massa verde e seca da parte aérea, massa seca de raiz, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. As tensões de água no solo em que a forrageira Mombaça foi submetida não proporcionaram diferenças nos resultados em relação à massa seca. Para a Marandu os melhores resultados de massa seca foram obtidos nas tensões de 50, 60 e 70 kPa e para a forrageira Tifton 85 nas tensões de 20 e 60 kPa. Na tensão de 60 kPa se obteve os mais expressivos resultados de massa seca de raiz para a Mombaça, para a Tifton 85 não houve diferença entre as tensões, e para a Marandu foram nas tensões de 20, 50, 60 e 70 kPa. Os melhores resultados de proteína bruta foram obtidos para a Mombaça nas tensões de 20, 40, 50 e 60 kPa, para a Tifton 85 em 40, 50 e 60 kPa, e para a Marandu em 50 kPa. Para as variáveis FDA e FDN o fator tensão não foi significativo.

Palavras-chave: tensão de água no solo, irrigação, forrageiras tropicais.

ABSTRACT

GONÇALVES, Morgana Scaramussa; M.Sc. Universidade Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre. February, 2016. DEVELOPMENT OF TROPICAL FORAGES SUBMITTED TO DIFFERENT TENSION SOIL WATER. Advisor: Edvaldo Fialho dos Reis. Co-advisor: Giovanni de Oliveira Garcia.

Brazil is going through a severe water insecurity, lack of water, combined with, lack of rain, lack of planning and excessive consumption, which results in lack of water for personal consumption, maintenance of professional and agricultural activities. Thus, the protection of natural resources such as water is essential for life. Being irrigation when done with appropriate techniques allow productive crops, and water conservation. The methods used for irrigation management are estimating the content and matric potential of soil water, allowing the regularization of the rain regime, responsible for restricting the development of tropical grasses. Thus, the aim with this study was to evaluate the development of tropical forages grown in greenhouse conditions, to different water stress in the soil. The work was conducted in a protected environment, evaluating three experiments with forage Mombasa, Tifton 85 and Marandu where each was conducted in a split plot, with the plots levels of water stress factor in the soil (20, 40, 50, 60 and 70 kPa) and the subplots levels 1, 2 and 3 of section factor, in a completely randomized design with 5 repetitions. The variables analyzed were green mass and dry of shoot, root dry weight, crude protein, neutral detergent fiber and acid detergent fiber. The water tension in the soil where the forage Mombasa was submitted did not provide differences in results in the dry mass. For Marandu the best dry matter results were obtained in voltages of 50, 60 and 70 kPa and for forage Tifton 85 in voltages of 20 and 60 kPa. The pressure of 60 kPa was obtained the most significant results of root dry weight to Mombasa for the Tifton 85 there was no difference between the voltages, and the Marandu were the tensions of 20, 50, 60 and 70 kPa. The best results have been obtained crude protein Mombaça to the voltages 20, 40, 50 and 60 kPa for Tifton 85 in 40, 50 and 60 kPa, and the Marandu 50 kPa. For the FDA and FDN variables voltage factor was not significant.

Keywords: tension soil water, irrigation, tropical forage.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ESQUEMA REPRESENTATIVO DA INSTALAÇÃO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO.	20
FIGURA 2. CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO.	21
FIGURA 3. PRODUÇÃO DE MUDAS DAS FORRAGEIRAS MOMBAÇA E MARANDU, MUDÁ DE TIFTON 85 E PLANTIO NO VASO.	23
FIGURA 4. CORTE COM CUTELO DE PODA PARA UNIFORMIZAÇÃO DAS FORRAGEIRAS PARA INÍCIO DA IRRIGAÇÃO COM BASE NO TENSÍOMETRO.	23
FIGURA 5. FORRAGEIRAMOMBAÇA ANTES E APÓS O CORTE.	24
FIGURA 6. FORRAGEIRATIFTON 85 ANTES E APÓS O CORTE.	24
FIGURA 7. FORRAGEIRA MARANDU ANTES E APÓS O CORTE.	24
FIGURA 8. VARIAÇÃO MENSAL DA UMIDADE RELATIVA DO AR (UR) (%) E DAS TEMPERATURAS MÁXIMA (TMÁX), MÉDIA (TM) E MÍNIMA (TMÍN) (°C) NO PERÍODO DE MARÇO A AGOSTO DE 2015.	27
FIGURA 9. VARIAÇÃO MENSAL DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ETO) (MM.DIA ⁻¹), NO PERÍODO DE MARÇO A AGOSTO DE 2015.	28
FIGURA 10. VARIAÇÃO MENSAL DA RADIAÇÃO SOLAR (RADS) (MJ.M ⁻²), NO PERÍODO DE MARÇO A AGOSTO DE 2015.	29
FIGURA 11. VALORES DO CONSUMO TOTAL DE ÁGUA DE CADA UNIDADE EXPERIMENTAL EM FUNÇÃO DE CADA NÍVEL DO FATOR TENSÃO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA) NOS NÍVEIS DO FATOR CORTE (1º, 2º E 3º) NOS EXPERIMENTOS I- MOMBAÇA, II- TIFTON 85 E III- MARANDU.	30
FIGURA 12. MASSA VERDE EM GRAMA (G) DA FORRAGEIRA MOMBAÇA EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DO FATOR TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA) PARA CADA NÍVEL DO FATOR CORTE (1º, 2º E 3º).	32
FIGURA 13. MASSA SECA EM GRAMA (G) DA FORRAGEIRA MOMBAÇA EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DO FATOR TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA) PARA CADA NÍVEL DO FATOR CORTE (1º, 2º E 3º).	32
FIGURA 14. MASSA VERDE EM GRAMA (G) DA FORRAGEIRA MOMBAÇA EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DO FATOR CORTE (1º, 2º E 3º) PARA CADA NÍVEL DO FATOR TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA).	34
FIGURA 15. MASSA SECA EM GRAMA (G) DA FORRAGEIRA MOMBAÇA EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DO FATOR CORTE (1º, 2º E 3º) PARA CADA NÍVEL DO FATOR TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA).	34
FIGURA 16. MASSA VERDE EM GRAMA (G) DA FORRAGEIRA TIFTON 85 EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DO FATOR TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA) PARA CADA NÍVEL DO FATOR CORTE (1º, 2º E 3º).	36
FIGURA 17. MASSA SECA EM GRAMA (G) DA FORRAGEIRA TIFTON 85 EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DO FATOR TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA) PARA CADA NÍVEL DO FATOR CORTE (1º, 2º E 3º).	36

FIGURA 18. MASSA VERDE EM GRAMA (G) DA FORRAGEIRA TIFTON 85 EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DO FATOR CORTE (1º, 2º E 3º) PARA CADA NÍVEL DO FATOR TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA).	38
FIGURA 19. MASSA SECA EM GRAMA (G) DA FORRAGEIRA TIFTON 85 EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DO FATOR CORTE (1º, 2º E 3º) PARA CADA NÍVEL DO FATOR TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA).	38
FIGURA 20. MASSA VERDE EM (G) DA FORRAGEIRA MARANDU EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DO FATOR TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA) PARA CADA NÍVEL DO FATOR CORTE (1º, 2º E 3º).	39
FIGURA 21. MASSA SECA EM (G) DA FORRAGEIRA MARANDU EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DO FATOR TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA) PARA CADA NÍVEL DO FATOR CORTE (1º, 2º E 3º).	39
FIGURA 22. MASSA VERDE EM GRAMAS (G) DA FORRAGEIRA MARANDU EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DO FATOR CORTE (1º, 2º E 3º) PARA CADA NÍVEL DO FATOR TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA)...	41
FIGURA 23. MASSA SECA EM GRAMAS (G) DA FORRAGEIRA MARANDU EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DO FATOR CORTE (1º, 2º E 3º) PARA CADA NÍVEL DO FATOR TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA).	41
FIGURA 24. MASSA SECA DE RAIZ (G) DOS EXPERIMENTOS I, II E III EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DO FATOR TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA) PARA CADA NÍVEL DO FATOR FORRAGEIRA (MOMBAÇA, TIFTON 85 E MARANDU).	43
FIGURA 25. MASSA SECA DE RAIZ EM GRAMA (G) DOS EXPERIMENTOS I, II E III EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DO FATOR FORRAGEIRA (MOMBAÇA, TIFTON 85 E MARANDU) PARA CADA NÍVEL DO FATOR TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA).	45
FIGURA 26. TEORES DE PROTEÍNA BRUTA (PB) (%) DA FORRAGEIRA MOMBAÇA, EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DO FATOR TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA).	47
FIGURA 27. TEORES DE PROTEÍNA BRUTA (PB) (%) DA FORRAGEIRA TIFTON 85, EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DO FATOR TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA).	47
FIGURA 28. TEORES DE PROTEÍNA BRUTA (PB) (%) DA FORRAGEIRA MARANDU, EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DO FATOR TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA).	47

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. ATRIBUTOS QUÍMICOS DO LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO UTILIZADO COMO SUBSTRATO PARA PLANTIO DAS FORRAGEIRAS	18
TABELA 2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS DO SOLO. CAPACIDADE DE CAMPO (CC), PONTO DE MURCHA (PM), ÁGUA DISPONÍVEL (AD), AREIA, SILTE E ARGILA, DENSIDADE DO SOLO (DS).....	22
TABELA 3. ANÁLISE DE VARIÂNCIA REFERENTE ÀS VARIÁVEIS MASSA VERDE (MV) (G) E MASSA SECA (MS) (G) PARA OS EXPERIMENTOS I- MOMBAÇA, II- TIFTON 85 E III- MARANDU NOS NÍVEIS DO FATOR TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA) E NOS NÍVEIS DO FATOR CORTE (1º, 2º E 3º).	31
TABELA 4. ANÁLISE DE VARIÂNCIA REFERENTE À VARIÁVEL MASSA SECA DE RAIZ (G) PARA OS EXPERIMENTOS I- MOMBAÇA, II- TIFTON 85 E III- MARANDU NOS NÍVEIS DO FATOR TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA).....	42
TABELA 5. ANÁLISE DE VARIÂNCIA REFERENTE À VARIÁVEL PROTEÍNA BRUTA (PB) (%) PARA OS EXPERIMENTOS I- MOMBAÇA, II- TIFTON 85 E III- MARANDU NOS NÍVEIS DO FATOR TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA).....	46
TABELA 6- ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ÀS VARIÁVEIS FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO (FDA) (%) E FIBRA EM NEUTRO (FDN) (%) PARA OS EXPERIMENTOS I- MOMBAÇA, II- TIFTON 85 E III- MARANDU NOS NÍVEIS DO FATOR TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO (20, 40, 50, 60 E 70 KPA) .	49

Sumário

RESUMO.....	IV
ABSTRACT.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VI
LISTA DE TABELAS.....	VIII
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Agricultura irrigada.....	13
2.2 Irrigação de pastagens.....	14
2.3 Forrageiras de alta capacidade de produção.....	16
2.3.1 <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça.....	16
2.3.2 <i>Cynodon</i> spp. cv. Tifton 85.....	16
2.3.3 <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Local do Experimento.....	18
3.2 Preparo do solo e montagem do experimento.....	18
3.3 Sistema de irrigação.....	19
3.3.1 Curva de retenção de água no solo.....	20
3.4 Delineamento experimental utilizado.....	22
3.5. Procedimentos Experimentais.....	23
3.6 Características avaliadas.....	25
3.6.1 Massa verde.....	25
3.6.2 Massa seca.....	25
3.6.3 Proteína bruta, FDN e FDA.....	25
3.6.4 Massa seca de raiz.....	25
3.6.5 Consumo total de água.....	26
3.7 Análise estatística dos dados.....	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1 Elementos meteorológicos.....	27
4.2 Consumo total de água.....	30
4.3 Massa verde e seca de plantas.....	31
4.3.1 I- Experimento I- Mombaça.....	32
4.3.2 Experimento II- Tifton 85.....	35
4.3.3 Experimento III- Marandu.....	39

4.4 Massa seca de raiz	42
4.5 Proteína bruta	46
5 CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2014 o Brasil foi marcado por uma grave insegurança hídrica, onde, diversas regiões foram diretamente afetadas pela falta de água. A escassez de chuvas aliada à falta de planejamento e ao consumo excessivo de água trouxeram resultado desastroso de falta de água para, consumo próprio, manutenção das atividades profissionais (como empresas, hospitais, escolas), além da escassez hídrica também afetar diretamente as atividades agrícolas, tendo reflexos diretos no acesso à alimentação e na economia (EUFIC, 2015).

A proteção aos recursos naturais, como a água, é essencial para a vida. Assim, as técnicas de irrigação permitem que as colheitas sejam realizadas, e que as pessoas tenham acesso aos alimentos e que estes sejam corretamente higienizados. Permitem também que a agricultura e o agronegócio continuem tendo destaque na economia nacional e internacional, além da manutenção de empregos e da ampliação de vagas para pessoas que desejem trabalhar nesta atividade (MACEDO, 2015).

Os métodos mais utilizados para o manejo de irrigação são os que estimam o conteúdo e o potencial matricial de água no solo. Utilizando-se a tensão da água no solo para o manejo, vê-se que a irrigação deve ser realizada toda vez que a tensão atingir determinado valor crítico que não afete o desempenho da cultura. Conhecendo-se quando irrigar pela tensão da água no solo por meio do tensiômetro, é estabelecido o quanto de água deve ser aplicado pela irrigação, com base no armazenamento de água no solo. Segundo Morgan et al. (2001), o teor de água do solo deve ser mantido entre certos limites específicos, onde a água disponível para a planta não seja limitada, enquanto a lixiviação é prevenida.

Dessa forma, o manejo da irrigação é um recurso para racionalizar a aplicação de água às culturas, de maneira complementar às precipitações pluviais, necessitando-se de procedimentos técnicos para determinação do turno de rega e da quantidade de água a ser aplicada (RASSINI, 2001), assim, a reposição de água ao solo por meio da irrigação, na quantidade adequada e no momento oportuno, é decisiva para o sucesso da intensificação da produção de sistemas como a produção de carne e/ou leite, a pasto, que são submetidos a períodos de safra e entressafra, decorrentes das condições climáticas intrínsecas das estações.

Tais irregularidades do regime pluvial se tornam uma restrição ao desenvolvimento de gramíneas forrageiras, embora dentro de estações chuvosas, se observa períodos de déficit hídrico, pois a evapotranspiração da pastagem geralmente excede a precipitação pluvial (CUNHA et al., 2007).

Desse modo, a capacidade produtiva de diferentes gramíneas forrageiras e aspectos relacionados ao manejo de pastagens têm sido amplamente estudados no Brasil, em trabalhos de modelagem do crescimento em função de variáveis climáticas, efeito de adubação, identificação da condição ideal de pasto para pré e pós-pastejo, irrigação, dentre outros (CRUZ et al., 2011).

As pesquisas apontam que para a intensificação da produção de leite e de carne bovina implica-se no uso de forrageiras com alta capacidade de produção de matéria seca, destacando-se as cultivares dos gêneros *Cynodon*, *Panicum* e *Brachiaria*, em razão de seu elevado potencial produtivo e da sua qualidade, desde que essas tenham suas exigências nutricionais e de manejo atendidas, de forma a poder crescer em ritmo acelerado e rebrotar vigorosamente após desfolhações sucessivas (GOMIDE, 1994).

Sendo que os trabalhos realizados com o objetivo de estudar o comportamento de gramíneas tropicais sob condições irrigadas, obtêm respostas controversas, dependendo da região, da espécie forrageira, do sistema de irrigação e do nível de insumos empregados (RODRIGUES et al., 2003). Diante do exposto, objetivou-se avaliar o desenvolvimento de gramíneas tropicais, em condições de ambiente protegido, por meio da tensão de água no solo, com auxílio do tensiômetro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Agricultura irrigada

Apesar de o Brasil situar-se em uma posição privilegiada, com disposição de cerca de 12% da água doce do mundo, há áreas com acentuada escassez e conflitos. A visão de abundância de água é enganosa, haja vista a concentração de 74% da disponibilidade hídrica situar-se na Amazônia, onde habita somente 5% da população do país (ANA, 2007).

A crise hídrica que vem ocorrendo no Brasil e no mundo está causando impacto na economia e na qualidade de vida da população. Segundo um relatório da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) estima que as reservas hídricas do mundo podem encolher 40% até 2030 e que atualmente 20% dos aquíferos (grandes reservatórios que concentram água no subterrâneo e abastecem nascentes e rios) estejam explorados acima de sua capacidade, sendo esses responsáveis por fornecer água potável à metade da população mundial e de onde provêm 43% da água usada na irrigação. Estima-se que não mais de 50% de toda a água captada para fins de irrigação, sejam efetivamente utilizados pelas plantas (CHRISTOFIDIS, 2004).

A média de consumo de água em projetos de irrigação sem manejo adequado é de $13.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e com manejo adequado, de $7.500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, sendo possível uma economia da ordem de 42%. Se a irrigação fosse utilizada de forma racional, aproximadamente 20% da água e 30% da energia consumidas seriam economizadas, sendo 20% de energia economizados por causa da aplicação desnecessária da água e 10% devidos ao redimensionamento e otimização dos equipamentos de irrigação (CEMIG, 1993).

Além da agricultura irrigada, principalmente nas regiões áridas e semiáridas do globo, promover a geração de emprego, o crescimento do capital monetário e a produção de fibras e alimentos (FENG et al., 2005).

A ausência de um manejo correto da irrigação e de um sistema de drenagem funcional vem resultando na salinização de áreas agrícolas, na elevação do lençol freático, na perda de nutrientes e resíduos de pesticidas, com conseqüente contaminação dos corpos hídricos (VALENZUELA, 2009). Dessa forma, o desperdício de água na irrigação, além de aumentar os custos de produção, acarreta custos ambientais pelo comprometimento da disponibilidade e da qualidade da água. Essa situação tem levado muitos projetos de irrigação, em todo o

mundo, a uma condição de baixa sustentabilidade econômica e socioambiental (OLIVEIRA et al., 2006).

Entretanto, é fundamental que a sociedade tenha conhecimento que com a evolução da agricultura e suas tecnologias nas últimas décadas se tornou possível utilizar água na agricultura com racionalidade e sem desperdício.

A agricultura irrigada congrega tecnologias e técnicas de conservação do solo e da água que promovem esse uso racional, minimizando a ocorrência de inundações e garantindo a disponibilidade hídrica. Práticas como o plantio direto, o manejo da qualidade e quantidade de água para atender a demanda do cultivo, o plantio em nível, terraceamento, a correção e adubação do solo são aplicadas rotineiramente pelos irrigantes.

É comum acreditar-se que a adoção e o manejo apropriado de um sistema de drenagem reduzirão esses efeitos e promoverão a melhoria no manejo do capital natural na bacia. Isso é verdadeiro quando o problema é analisado com uma visão integrada de áreas onde a unidade de planejamento seja a bacia hidrográfica, não apenas os campos irrigados. Enquanto a sociedade acreditar que o capital monetário deverá prevalecer sobre o capital natural, a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola não será alcançada, sejam irrigados ou de sequeiro (ANDRADE, 2009).

2.2 Irrigação de pastagens

O Brasil detém o segundo maior rebanho do mundo com 212,3 milhões de cabeças de gado, atrás apenas da Índia (IBGE, 2015). E desde 2004, assumiu liderança nas exportações, com um quinto da carne comercializada internacionalmente e vendas em mais de 180 países (MAPA, 2014).

De acordo com o último Censo Agropecuário Brasileiro, realizado em 2006 (IBGE, 2007), o país possui grande quantidade de terras ocupadas com pastagem, aproximadamente 160 milhões de hectares, como base na alimentação de seu imenso rebanho. Porém, a maior parte dessa pastagem está degradada e a produção de gado no país é feita com uma taxa de 1,3 unidade animal (UA). ha⁻¹. A pecuária brasileira tem sido demandada a estabelecer sistemas de produção que sejam capazes de produzir, com eficiência, carne de boa qualidade e baixo preço (SILVA et al., 2009).

Dessa forma, a irrigação de pastagens tem por objetivo proporcionar uma umidade no solo de fácil disponibilidade às plantas, para que os vegetais tenham condições de um maior desenvolvimento vegetativo e, conseqüentemente, uma elevada produção de massa (PINHEIRO, 2002).

O manejo racional de qualquer projeto de irrigação deve considerar aspectos sociais e ecológicos (Lei 9.433 de 08/01/97 - Política Nacional de Recursos Hídricos) e procurar maximizar a produtividade, minimizar os custos, aumentar a eficiência no uso da água e da energia, mantendo as condições de umidade do solo, favoráveis ao bom desenvolvimento da planta, bem como melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo, pois isso afetará a vida útil do projeto.

O controle da umidade e a definição do momento de irrigar podem ser estabelecidos por intermédio de análise da curva de retenção da água no solo, concomitantemente com o uso de tensiômetros, que é um método direto para determinação da tensão de água no solo e indireto para determinação da porcentagem de água no solo (BERNARDO et al., 2006).

Em comparação com outros métodos de controle da irrigação, o tensiômetro tem como vantagens: o conhecimento em tempo real da tensão de água no solo e, indiretamente, o teor de água no solo; a utilização do conceito de potencial, medindo diretamente a energia de retenção da água pelo solo; a facilidade de uso, desde que convenientemente instalado, mantido e interpretado; o custo relativamente baixo e facilmente encontrado no mercado, possibilitando maior aplicação por parte de agricultores irrigantes (MOREIRA et al., 2012).

No Brasil, a irrigação de pastos foi introduzida com o intuito de aumentar a produção de forragem durante a época seca do ano, reduzindo-se a estacionalidade de produção das plantas forrageiras. No entanto, o aumento da produção de forragem nessa época com o uso da irrigação não é consistente, uma vez que o crescimento das plantas forrageiras também é determinado pela temperatura e fotoperíodo, além da quantidade de água e nutrientes.

Contudo, mesmo em locais onde a irrigação não aumentou a produção de forragem na seca, ela foi útil para melhorar a produção na época das águas ou em reduzir os períodos de veranicos durante a estação chuvosa.

Vários trabalhos foram realizados com o objetivo de estudar o comportamento de gramíneas tropicais sob condições irrigadas, porém as respostas obtidas têm sido controversas, dependendo da região, da espécie forrageira, do sistema de irrigação e do nível de insumos empregados (RODRIGUES et al., 2003).

Palieraqui et al. (2006) trabalhando com os capins Mombaça e Napier, observaram que a irrigação, além de aumentar a disponibilidade de ambas as forrageiras, aumentou o consumo de matéria seca pelos animais em condições de pastejo rotacionado. Mistura et al. (2006) também constataram o mesmo pois, avaliando a disponibilidade e a qualidade do capim- elefante com e sem irrigação adubado com nitrogênio e potássio, viram que o tratamento irrigado ensejou maiores produtividades de matéria seca total e lâminas foliares na matéria seca.

2.3 Forrageiras de alta capacidade de produção

2.3.1 *Panicum maximum* cv. Mombaça

Tal cultivar destaca-se pelo grande vigor, alta produção de massa e bom valor nutritivo. Dados da Embrapa Gado de Corte revelam nessa cultivar produção de 41 toneladas de matéria seca por hectare, por ano, apresentando, em média, 81,9% de folhas, 13,4% de proteína bruta nas folhas e 9,7% nos colmos. Para a espécie *Panicum maximum*, sistemas de pastejo rotativo são os mais indicados, devido às suas características de perfilhamento, alta produtividade de porte alto (JANK et al., 2005).

2.3.2 *Cynodon* spp. cv. Tifton 85

O tifton 85 possui boas características de produção e elevada capacidade de crescimento, apresentando grande potencial de uso como forrageira nas condições subtropicais e tropicais. São capazes de produzir grandes quantidades de matéria seca, com boa relação folha/colmo, resultando em um adequado valor nutritivo. Devido a essas características, são apropriadas para alimentar animais de alta produção, tanto sob a forma de pasto ou feno. Destaca-se por sua alta produção de matéria seca e teor de proteína bruta, chegando a produzir 14 t/ha/ano de MS e 15,2% de proteína bruta. Seu relvado atinge até 1m de altura e é forrageira resistente a cortes frequentes.

2.3.3 *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

A *Brachiaria* é o capim mais plantado no Brasil. O grande interesse pela espécie se prende ao fato de serem plantas de alta produção de matéria seca, boa adaptabilidade, facilidade de estabelecimento, persistência, bom valor nutritivo e mostrarem bom crescimento durante a maior parte do ano, inclusive no período seco. Além, da alta resistência a cigarrinha das pastagens, alto potencial de resposta à aplicação de fertilizantes, capacidade de cobertura do solo, bom desempenho sob condições de sombra, bom valor nutritivo da forragem e alta produção de raízes e sementes. Por outro lado, apresenta baixo grau de adaptação a solos mal drenados, resistência moderada à seca e necessidade de solos medianamente férteis para persistência em longo prazo (VALLE et al., 2000).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do Experimento

O estudo foi conduzido no período de março a agosto de 2015, em ambiente protegido, localizado na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), situada no município de Alegre, região sul do Estado do Espírito Santo, nas coordenadas geográficas latitude 20°45'50" Sul, longitude 41°31' 58" Oeste e altitude de 136,82 m.

A região apresenta clima do tipo "Aw", segundo a classificação de Köppen, ou seja, clima tropical quente e úmido, com verão chuvoso e inverno seco. A temperatura anual média é de 23,1°C, precipitação anual de 1.200 mm e umidade relativa média de 55%.

O ambiente protegido utilizado foi do tipo arco simples, com orientação Leste-Oeste e dimensões de 16,0 m de comprimento, 8,0 m de largura, pé-direito de 3,0 m e altura de arco de 1,2 m, coberto com filme de polietileno, e laterais constituídas de tela sombrite de 60%.

3.2 Preparo do solo e montagem do experimento

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Amarelo, predominante na região, e coletado na própria área experimental na profundidade de 0 a 0,30 m; posteriormente destorroado, passado em peneira e homogeneizado.

A correção do solo foi realizada de acordo com a análise química do mesmo (Tabela 1) e a quantidade de calcário aplicada, aos 40 dias antes do transplante das mudas, foi determinada pelo método de saturação por bases (VAN RAIJ, 1991) conforme equação 1.

Tabela 1. Atributos químicos do Latossolo Vermelho-Amarelo utilizado como substrato para plantio das forrageiras.

pH H ₂ O	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	t	T	V	m	M.O.
	mg.dm ⁻³			cmolc.dm ⁻³						%		g.kg ⁻¹	
5	1,04	75	5	0,61	0,44	0,7	3,38	1,26	1,96	4,64	27,15	35,7	8,11

pH: relação solo-água 1:2,5; P: extrator Mehlich-1 e determinação por colorimetria; K e Na: extrator de Mehlich-1 e determinação por espectrofotometria de chama; Ca e Mg: extrator HCl 1 mol.l⁻¹ e determinação por espectrometria de absorção atômica; Al: extrator KCl 1 mol.l⁻¹ e determinação por titulometria; H + AL: extrator de Acetato de Cálcio 0,5 mol.l⁻¹ pH 7,0; Matéria Orgânica: oxidação de carbono via úmida com dicromato de potássio em meio ácido (H₂SO₄).

$$NC = \frac{T(V2 - V1)}{PRNT} \quad (1)$$

em que:

NC = Necessidade de calagem;

V2 = Saturação de base para gramíneas (70%);

V1 = Saturação de base do solo;

T = CTC a pH 7,0;

PRNT= Poder redutor do calcário (82%).

Assim, para a correção do pH do solo foi feita a aplicação de 96,98 g calcário dolomítico com PRNT de 82% para cada vaso (40 dm³ de solo), a incorporação foi realizada com auxílio de betoneira.

O solo com calcário incorporado foi encubado por 40 dias, dentro dos vasos com capacidade de 50 litros (40 dm³ de solo), dispostos em fileiras simples, com espaçamento de 0,7 m x 0,3 m entre linhas e vasos, respectivamente.

O manejo da adubação química utilizado foi o proposto por Novais et al. (1991) para ambiente protegido. Foram aplicados diretamente nos vasos os produtos comerciais em dose única de 33,924 g de superfosfato simples (18% P₂O₅) e 2,078 g de cloreto de potássio (58% K₂O) por vaso horas antes do plantio, e 8,67 g de uréia (45% N) por vaso.

Porém, foi realizada uma alteração na aplicação de uréia, ou seja, foi feito o parcelamento desse fertilizante nitrogenado devido à aplicação superficial, o que pode reduzir a quantidade de N recuperado pelas plantas, devido às perdas de NH₃ por volatilização.

Assim, foi parcelada a uréia em três vezes de 2,889 g. A primeira aplicação aconteceu aos 7 dias após o plantio das mudas, a segunda aplicação após o corte de uniformização para o início dos tratamentos e a terceira aplicação após o segundo corte das forrageiras.

3.3 Sistema de irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, constituído por um manômetro, um filtro de disco, cano de pvc de ½ polegada, registros, tubos gotejadores (Tal Drip/17 mm)

com 3 metros de comprimento e espaçamento de 0,75 m entre os gotejadores, sendo um gotejador por vaso.

Após passar pelo filtro, a água seguia pelo manômetro para assegurar a pressão de funcionamento utilizada de 10,4 kPa e vazão de 2 L. h⁻¹.

Na Figura 1 encontra-se o esquema da disposição dos vasos e da irrigação com seus elementos.

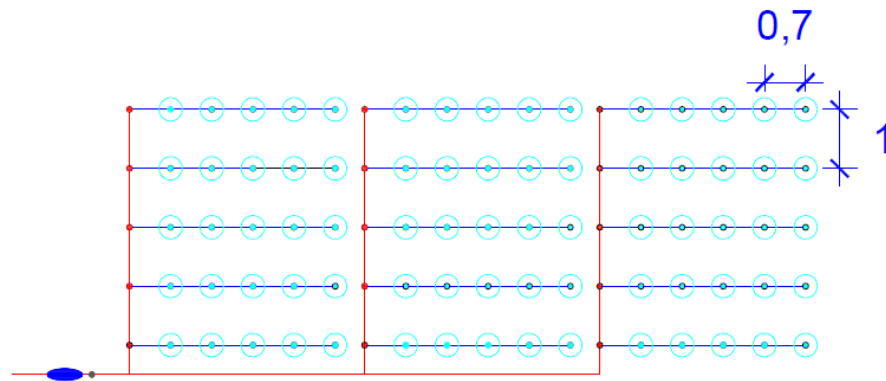


Figura 1. Esquema representativo da instalação da irrigação por gotejamento.

Cada linha de gotejamento possuía registro possibilitando sua irrigação individualmente. O momento de irrigar foi definido com base na tensão de água no solo determinada pela média de dois tensiômetros instalados ao longo da linha de gotejo, posicionados a 0,10 m das plantas e a 0,2 m de profundidade no solo. No momento de irrigar ligava-se o registro da linha de gotejamento por um tempo determinado pela equação 3.

3.3.1 Curva de retenção de água no solo

A curva de retenção de água no solo (Figura 2) foi obtida segundo EMBRAPA (2011), e utilizou o modelo proposto por Van Genuchten (1980) conforme equação 2 para determinar a umidade volumétrica do solo nas tensões trabalhadas.

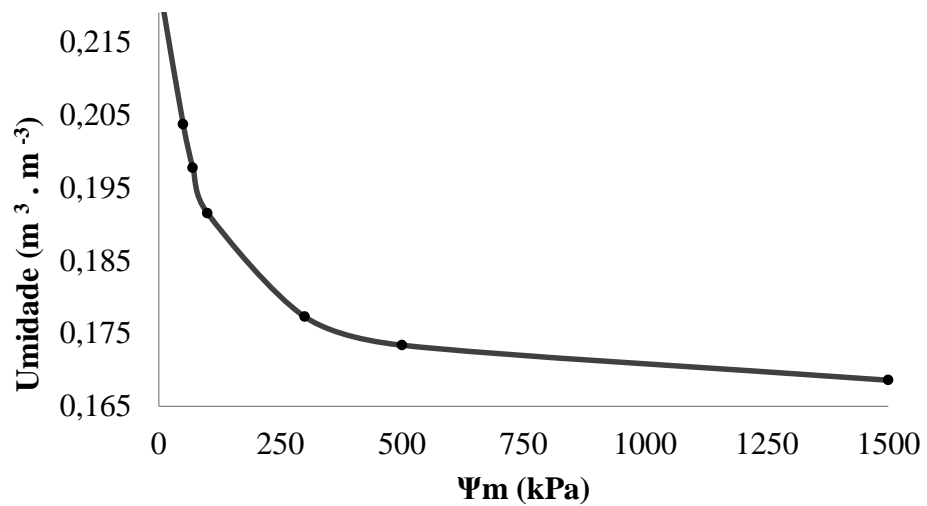


Figura 2. Curva de retenção de água no solo.

$$\theta_{\psi_m} = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{[1 + (\alpha\psi)^n]^m}$$

$$\theta_{\psi_m} = 0,165 + \frac{(0,221 - 0,165)}{[1 + (0,0237 \theta_k)^{1,7661}]^{0,4338}} \quad (2)$$

em que:

θ_{ψ_m} - umidade volumétrica na tensão requerida, $m^{-3} \cdot m^{-3}$,

θ_k - tensão requerida, kPa.

O tempo de irrigação foi determinado de acordo com a umidade requerida em cada tensão avaliada, baseado na equação 3.

$$Ti = \frac{(\theta_{cc} - \theta_t) \cdot (Cs \cdot Av)}{(ef \cdot q)} \cdot 1000 \quad (3)$$

em que:

Ti - tempo de irrigação por vaso, horas;

θ_{cc} - umidade volumétrica na tensão requerida capacidade de campo, $m^3 \cdot m^{-3}$;

θ_t - umidade volumétrica na tensão requerida (Tensiômetro), $m^3 \cdot m^{-3}$;

C_s - camada de solo considerada, $0,4 m^1$;

A_v – área do vaso, $0,145m^2$;

e_f - eficiência de aplicação, $0,9$.

q - vazão do emissor, $m^3 \cdot hora^{-1}$;

Na Tabela 2, encontram-se as características físico-hídricas do solo Latossolo Vermelho-Amarelo, utilizado como substrato.

Tabela 2. Características físico-hídricas do solo. Capacidade de campo (C_c), Ponto de murcha (P_m), Água disponível (A_d), Areia, Silte e Argila, Densidade do solo (D_s).

Profundidade (m)	Teor de água ($m^3 \cdot m^{-3}$)			Distribuição granulométrica (%)			Densidade do Solo ($g \cdot cm^{-3}$)
	C_c	P_m	A_d	Areia	Silte	Argila	
0 - 0,3	0,219	0,168	0,05	50	6	44	1,24

3.4 Delineamento experimental utilizado

Foram conduzidos três experimentos com avaliação de três forrageiras, sendo: I- Mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça), II- Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), e III- Tifton 85 (*Cynodon* spp. cv. Tifton 85), seguindo um esquema de parcelas subdivididas, 5 x 3, sendo, nas parcelas as tensões de água no solo em cinco níveis (20, 40, 50, 60 e 70 kPa) e nas subparcelas cortes em três níveis (1°, 2° e 3°), em um delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições.

As unidades experimentais foram irrigadas quando o tensiômetro indicava a tensão requerida pela parcela, a irrigação era acionada, e cessava quando transcorria o tempo necessário para que o solo retornasse a capacidade de campo, de acordo com a equação 3.

3.5. Procedimentos Experimentais

A produção de mudas das forrageiras dos Mombaça e Marandu foi por meio de sementes comerciais com pureza de 90% e viabilidade de 80% e semeadas manualmente em recipientes de 0,05 L, tendo como substrato o mesmo solo utilizado para preenchimento dos vasos definitivos e aos 20 dias após a emergência das plântulas essas foram plantadas nos vasos definitivos e aos 20 dias após a emergência das plântulas essas foram plantadas nos vasos de 40 dm³ já preenchidos com solo, 5 plantas/vaso (Figura 3).



Figura 3. Produção de mudas das forrageiras Mombaça e Marandu, muda de Tifton 85 e plantio no vaso.

À cultivar Tifton 85 a implantação da forrageira nos vasos foi via vegetativa, por mudas, adquiridas no IFES (Instituto Federal do Espírito Santo) campus de Alegre, ES, localizado no distrito de Rive e o plantio foi na profundidade de 0,10 m e também 5 mudas/vaso. No plantio dois terços das mudas foram enterrados, deixando-se o terço apical sobre o solo.

Após 40 dias do plantio das mudas nos vasos, foi realizado um corte para estimular o perfilhamento das gramíneas, 40 dias depois, foi realizado o corte para uniformização do sistema, dando início aos tratamentos através da leitura dos tensiômetros (Figura 4).



Figura 4. Corte com cutelo de poda para uniformização das forrageiras para início da irrigação com base no tensiômetro.

Os cortes e as coletas de forragem foram realizados com intervalos de 40 dias para Mombaça (Figura 5), 30 dias para Tifton 85 (Figura 6) e 40 dias para Marandu (Figura 7) (MARTHA et al. 2003). A altura de corte do nível do solo foi de 0,35 m para a Mombaça, 0,15 m para Tifton 85, e 0,25 m para a Marandu, adaptado de Corrêa (2000). A coleta da forragem foi feita de forma manual, com auxílio de uma régua graduada e cutelo de poda.

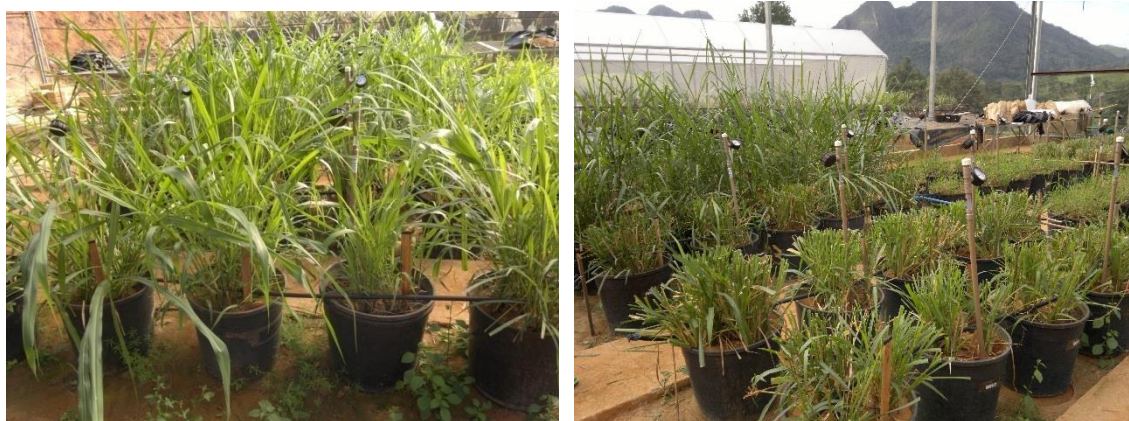


Figura 5. Forrageira Mombaça antes e após o corte.



Figura 6. Forrageira Tifton 85 antes e após o corte.



Figura 7. Forrageira Marandu antes e após o corte.

3.6 Características avaliadas

3.6.1 Massa verde

Toda a massa verde colhida (método direto) com auxílio de cutelo de poda foi acondicionada em sacos devidamente identificados, e imediatamente pesados em balança analítica para a determinação da massa verde (MV em g) (MANNETJE, 2000).

3.6.2 Massa seca

Após pesado para determinação da massa verde, o material foi conduzido à estufa com circulação de ar a 55 °C, por um período de 96 horas, para determinação da massa seca (MS em g) com o auxílio de balança analítica, adaptado de Silva e Queiroz (2002).

A secagem em menor temperatura e por maior tempo foi com o objetivo de não degradar as moléculas de proteína, sendo a mesma amostra para a análise de proteína pruta.

3.6.3 Proteína bruta, FDN e FDA

Após o 3º corte as amostras das forrageiras secas em estufa foram moídas em moinho do tipo Willey, em peneira de malha de um milímetro, acondicionadas em recipientes devidamente identificados e enviadas ao Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Alegre para determinação dos teores de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo métodos descritos por Silva e Queiroz (2002).

3.6.4 Massa seca de raiz

Ao fim dos níveis do fator corte, as plantas das unidades experimentais foram cortadas ao nível do solo e descartadas. O solo dos vasos passou por uma rigorosa e cuidadosa limpeza, por meio de água corrente e peneira e o material de raiz coletado foi acondicionado em sacos de papel devidamente identificados e encaminhados ao laboratório para serem acondicionados em estufa de circulação de ar na temperatura de 60° C até atingirem massa

constante. Sendo realizada a pesagem de massa seca de raiz (g), com o auxílio de balança analítica, adaptada de Fitter (1996).

3.6.5 Consumo total de água

Durante a condução do experimento foram registrados os momentos de irrigação (em horas como na Equação 3), assim, foi feita a avaliação do consumo total de água em litros (L) utilizada por cada unidade experimental em cada nível do fator tensão (20, 40, 50, 60 e 70 kPa) nos níveis do fator corte (1°, 2° e 3°) para os experimentos I, II e III.

3.6.6 Dados climáticos

Durante o período experimental foram registrados os valores de temperatura máxima, média, mínima e umidade relativa do ar com auxílio do termo-higrômetro, instalado no interior do ambiente protegido onde foi conduzido o trabalho.

A evapotranspiração de referência foi obtida pelo método de Hargreaves e Samani (1985).

Os dados de radiação solar foram obtidos através da estação meteorológica da área experimental da Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Alegre.

3.7 Análise estatística dos dados

Todas as características avaliadas foram submetidas à análise de variância e os efeitos entre os fatores quando significativos foram estudados utilizando o teste de Scott e Knott, em nível 5% de probabilidade. Com base na metodologia de Banzato e Kronka (1989).

O teste de Scott e Knott foi utilizado com o objetivo de formar grupos de médias mais definidos, possibilitando a interpretação dos resultados com mais objetividade e clareza.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Elementos meteorológicos

Na Figura 8 se encontram os valores médios mensais de umidade relativa, temperatura máxima, média e mínima obtidos durante o período estudado.

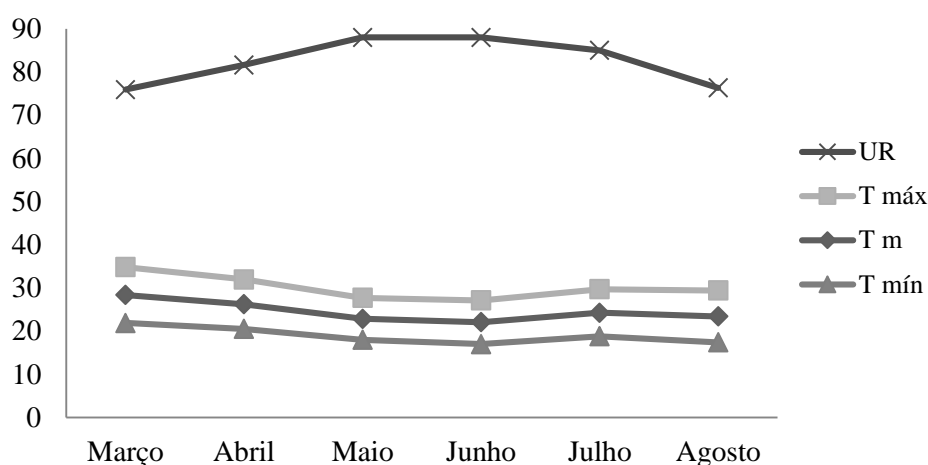


Figura 8. Variação mensal da umidade relativa do ar (UR) (%) e das temperaturas máxima (Tmáx), média (Tm) e mínima (Tmín) (°C) no período de março a agosto de 2015.

Os valores médios de umidade relativa (Figura 8) variaram entre 76 e 88%, observando-se valores máximos nos meses de maio e junho e mínimo no mês de março de 2015. As médias para os meses de março, abril, maio, junho e julho foram: 76; 82; 88; 88; 85; 76 %, respectivamente.

A umidade relativa do ar é muito importante para as plantas, visto que ela influencia o balanço hídrico através dos processos transpiratórios, uma vez que ocorrem por diferenças de pressão de vapor entre a atmosfera e a folha (OMETTO, 1981). Atua também na hidratação da cutícula e na redissolução de sais de herbicidas na superfície foliar (ROMAN et al. 2005).

Observa-se na Figura 8 que os valores médios de temperatura durante o período experimental variaram de 17 a 35°C, sendo a máxima no mês de março e a mínima no mês de junho de 2015. As médias para os meses de março, abril, maio, junho, julho e agosto foram: 28; 26; 23; 22; 24; 23 °C, respectivamente.

Tais médias de temperatura são comuns em região de clima tropical, onde se tem médias anuais de verão superiores a 24°C e de inverno acima de 15°C, não tendo efeito limitante no crescimento forrageiro. Nas regiões em que a temperatura média anual apresenta valores entre 10 a 20°C no período do verão e entre 5 a 15°C no período de inverno, a temperatura exerce papel tão importante quanto ao fator hídrico (SANTOS, 2006).

As espécies C₄ têm seu crescimento estimulado nas temperaturas de 30 a 35°C, com limite superior de 40 a 45°C e reduzem suas atividades metabólicas abaixo de 15 °C (ROCHA, 1991).

Haja vista que o metabolismo da planta varia em relação direta com a temperatura, quanto mais intenso o frio, menor o crescimento. Dessa forma, no mês de maio e junho ocorreram as menores temperaturas do período e também, as menores médias de crescimento das gramíneas Mombaça, Tifton 85 e Marandu.

Na Figura 9 se encontramos valores médios mensais da evapotranspiração de referência (ET_o) obtidos durante o período de duração do experimento.

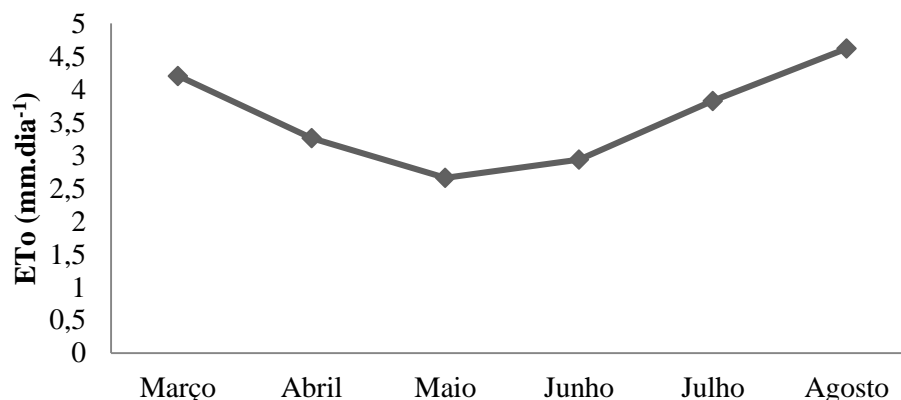


Figura 9. Variação mensal da evapotranspiração de referência (ET_o) (mm.dia⁻¹), no período de março a agosto de 2015.

Os valores médios mensais de ET_o durante o estudo variaram de 2,65 a 4,61 mm dia⁻¹, sendo mínimo em maio e máximo em agosto de 2015. Os valores médios de ET_o para os meses de março, abril, maio, junho, julho e agosto foram: 4,20; 3,25; 2,65; 2,93; 3,82; 4,61, respectivamente.

Normalmente a quantidade de água que se aplica em cultivos irrigados é calculada com base na quantidade de água consumida pela cultura, que pode ser estimada pela

evapotranspiração ou por meio da variação do teor de água no solo, dividida pela eficiência do sistema de irrigação (SANTOS, 2009).

A *Brachiaria brizantha* (planta de fisiologia C4), consome aproximadamente 300 g de água para cada grama de matéria seca produzida, sendo que, aproximadamente, 95% são perdidos pelo processo de transpiração e o restante aproveitado no seu metabolismo e crescimento vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2009). O conteúdo de água abaixo da condição ótima de hidratação do tecido vegetal é definido como déficit hídrico, e em condições de campo, as plantas estão constantemente sujeitas a déficits hídricos diurnos e sazonais.

Na Figura 10 se encontramos valores médios mensais da radiação solar (RadS) (MJ.m^{-2}) obtidos durante o período estudado.

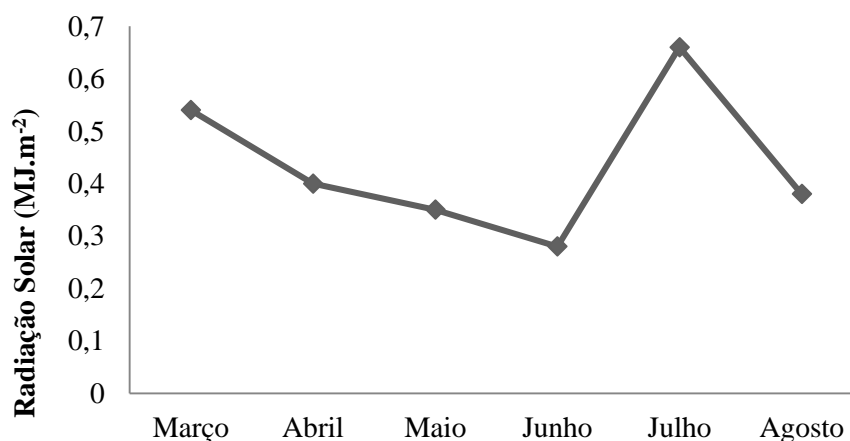


Figura 10. Variação mensal da radiação solar (RadS) (MJ.m^{-2}), no período de março a agosto de 2015.

Os valores médios mensais de RadS durante o estudo variaram de 0,28 a 0,66 MJ.m^{-2} , sendo mínimo em junho e máximo em julho de 2015. Os valores médios de RadS para os meses de março, abril, maio, junho, julho e agosto foram: 0,54; 0,40; 0,35; 0,28; 0,66; 0,38 MJ.m^{-2} , respectivamente.

A radiação solar é o fator responsável pelo desenvolvimento e florescimento das plantas. As pastagens podem responder aos diferentes níveis de irradiância por meio de adaptação e aclimatação fenotípica (CRUZ, 2010). A radiação é de grande importância no crescimento vegetal, na taxa fotossintética e condutância estomática, devido ao fato da radiação excitar as moléculas de clorofila das plantas, iniciando o fluxo de energia durante o processo de fotossíntese. O mesmo autor encontrou resultados em que pastagens tropicais e

subtropicais são eficientes quando relacionam a quantidade de radiação com a produção de massa seca. Para ter essa relação, as plantas devem estar sadias e supridas as suas necessidades hídrica e nutricional (SILVA JÚNIOR et al., 2010).

Dessa forma, analisando a Figura 10 verifica-se que os meses de maio e junho apresentaram as menores médias de RadS do período estudado, prejudicando a produção das gramíneas Mombaça, Tifton 85 e Marandu nesse período.

4.2 Consumo total de água

Na Figura 11 encontram-se os valores totais do consumo de água de cada unidade experimental em função de cada nível do fator tensão (20, 40, 50, 60 e 70 kPa) nos três níveis do fator corte (1º, 2º e 3º) para os experimentos: I- Mombaça, II- Tifton 85 e III- Marandu.

O maior consumo de água encontrado no Mombaça nível de 60 kPa no 1º, 2º e 3º corte, devido à maior produção de forragem nesse tratamento, e o menor consumo de água foi de 1,7 L em 40 kPa no 1º corte, devido à menor produção de forragem.

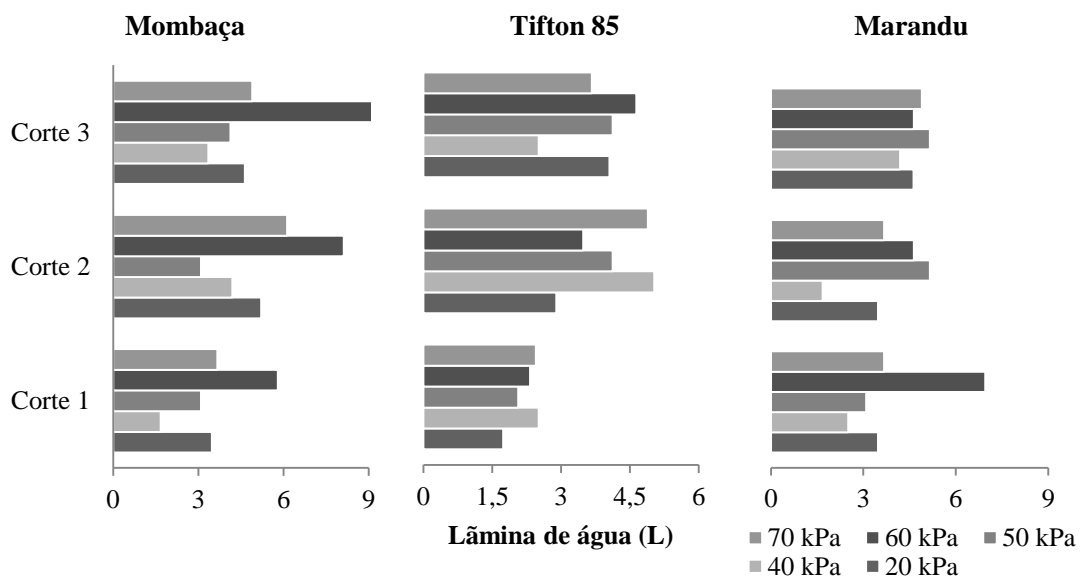


Figura 11. Valores do consumo total de água de cada unidade experimental em função de cada nível do fator tensão (20, 40, 50, 60 e 70 kPa) nos níveis do fator corte (1º, 2º e 3º) nos experimentos I- Mombaça, II- Tifton 85 e III- Marandu.

No Tifton 85, o menor valor de consumo de água foi de 1,7 L em 20 kPa no 1º corte, não interferindo negativamente na produção de massa seca. Como as unidades experimentais eram vasos com área exposta de solo relativamente pequena, certamente ocorreram perdas mínimas de água por evaporação do solo, sendo a saída de água do sistema controlada principalmente pela superfície das folhas do capim. Devido ao crescimento da forrageira Tifton 85 ser estolonífero houve maior cobertura da superfície do vaso em relação a Mombaça e Marandu, havendo maior conservação de água no vaso, sendo assim, também responsável pela menor demanda de água no período experimental.

No Marandu o menor consumo de água foi no nível de 40 kPa no 2º corte, refletindo em uma menor produção de massa seca desta forrageira.

4.3 Massa verde e seca de plantas

Na Tabela 3 segue a análise de variância para as variáveis massa verde (MV) e massa seca (MS) em grama (g) para os experimentos com as forrageiras Mombaça, Tifton 85 e Marandu nos níveis do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa) e nos níveis do fator corte (1º, 2º e 3º).

Tabela 3. Análise de variância referente às variáveis massa verde (MV) (g) e massa seca (MS) em grama (g) para os experimentos I- Mombaça, II- Tifton 85 e III- Marandu nos níveis do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa) e nos níveis do fator corte (1º, 2º e 3º).

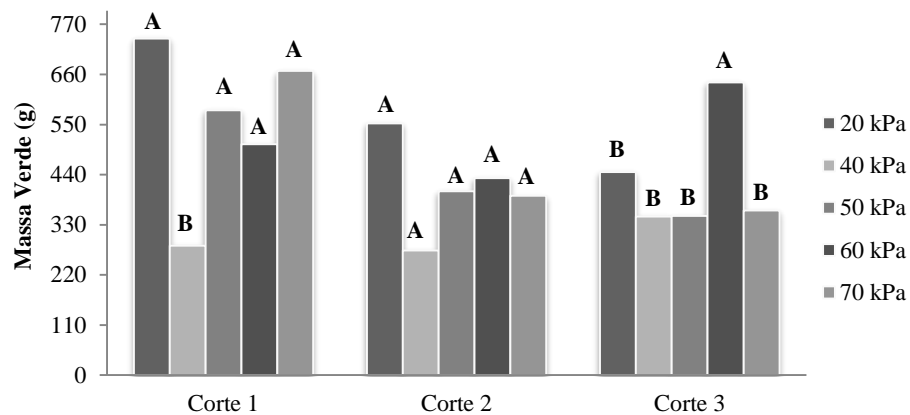
Fontes de variação	GL	Quadrado médio					
		MV			MS		
		Mombaça	Tifton 85	Marandu	Mombaça	Tifton 85	Marandu
Tensão	4	164873,0*	44356,6*	247071,7*	7337,5*	1551,8*	2998,5*
Erro A	20	80523,0*	913,0*	26761,8*	3177,0*	32,0*	10844,2*
Corte	2	155078,4*	217434,2*	535697,6*	5376,0*	10925,2*	924,3*
Tensão*Corte	8	58780,3*	7213,6*	12289,9*	1921,9*	329,4*	17878,3*
Erro B	40	3900,6	664,4	3571,9	161,9	30,8	540,9
Média Geral		465,4	330,2	637,8	90,8	66,3	116,4
CV%		13,4	7,8	9,4	14,0	8,4	9,2

* Significativo em 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo em 5% de probabilidade.

4.3.1 Experimento I- Mombaça

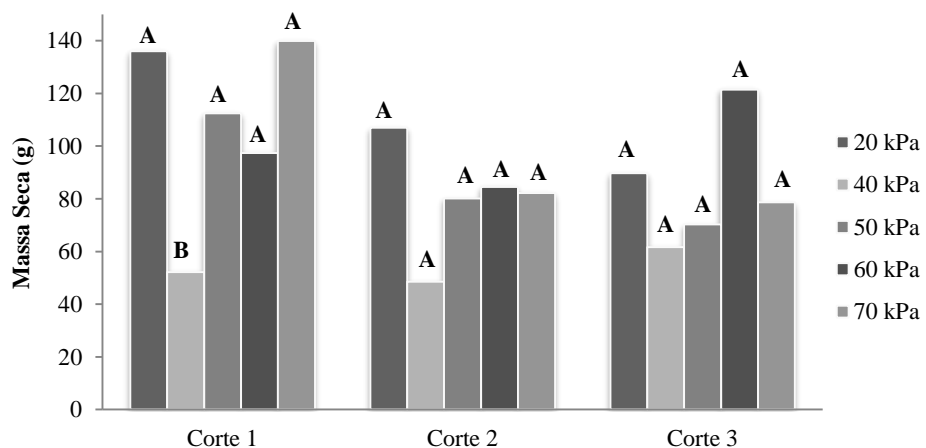
Verifica-se na análise de variância (Tabela 3) que a interação entre tensão e corte foi significativa para as variáveis MV e MS para a forrageira Mombaça.

Nas Figuras 12 e 13 se encontra o estudo dos níveis do fator corte (1°, 2° e 3°) nos níveis do fator tensão (20, 40, 50, 60 e 70 kPa), para as variáveis MV e MS, da forrageira Mombaça.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Figura 12. Massa verde em grama (g) da forrageira Mombaça em função dos níveis do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa) para cada nível do fator corte (1°, 2° e 3°).



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Figura 13. Massa seca em grama (g) da forrageira Mombaça em função dos níveis do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa) para cada nível do fator corte (1°, 2° e 3°).

Observa-se na Figura 12 que no 1º corte as tensões 20, 50, 60 e 70 kPa não diferiram entre si, se diferenciando de 40 kPa ($p < 0,05$). No 2º corte não houve diferença significativa entre os níveis do fator tensão, e no 3º corte apenas 60 kPa se diferenciou significativamente dos demais. Para MS, Figura 13, os dados mantiveram o mesmo comportamento da Figura 12 para o 1º e 2º corte, e no 3º corte não houve diferença significativa entre as tensões.

A produção de MV e MS nos níveis de 20 e 60 kPa do fator tensão, pode ser explicada pelo maior consumo de água (L) nessas tensões de água no solo. Resultado semelhante foi encontrado por Gargantini et al. (2005), onde na máxima reposição de água se obteve maior taxa de acúmulo de massa seca para o capim Mombaça.

Vanzela et al. (2006) avaliaram as respostas produtivas de pastagens de *Panicum* cv. Mombaça submetidas a diferentes lâminas de irrigação (0; 50; 100 e 150% da evapotranspiração de referência do tanque classe A e quatro doses de nitrogênio (0; 25; 50 e 100 kg de N/ha) no município de Iacri/SP e também observaram maior produção de forragem com o aumento da aplicação de água. Assim, a produtividade dessa forrageira é extremamente dependente da umidade do solo.

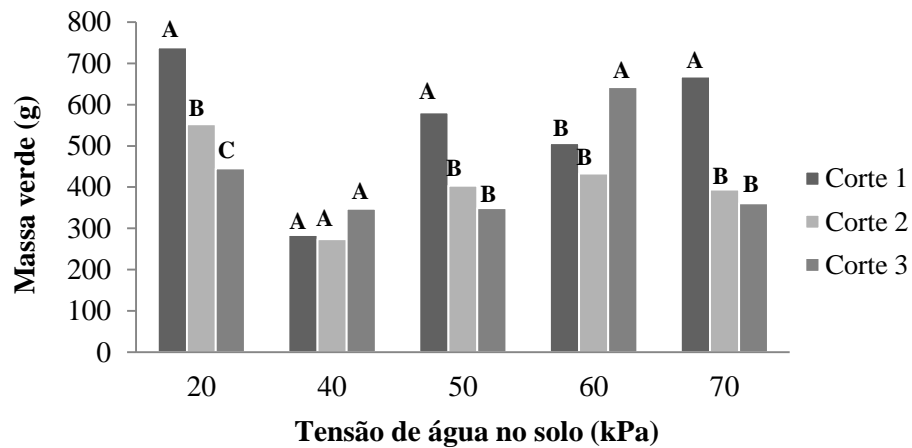
Segundo Rassini (2002), A água é a principal constituinte das células vegetais e tem participação fundamental nos processos: assimilação e alocação de carbono, assimilação e alocação de nutrientes, principalmente nitrogênio, e evapotranspiração. Esse autor, também apresenta que a água quando aplicada e associada ao nitrogênio há aumento de cinco a oito vezes a produção de massa seca das pastagens, enfatizando a importância da água no aumento e produção e no transporte de nutrientes.

O comportamento do 3º corte, também foi observado por Vitor (2006), que avaliou o efeito de diferentes lâminas de água associada a quatro doses de adubação nitrogenada sobre as respostas produtivas do capim elefante durante as estações chuvosa e seca do ano e observou que o aumento do fornecimento de água não afetou a produção de forragem, ou seja, não reduziu a estacionalidade de produção dessa planta forrageira.

De modo geral, as gramíneas forrageiras tropicais apresentam respostas diferenciadas em produção e valor nutritivo em relação à quantidade de água recebida, sendo que essas respostas parecem também estar associadas à espécie forrageira, à adubação, ao local, ao tipo de solo e à estação do ano (VOLTOLINI, et al. 2012)

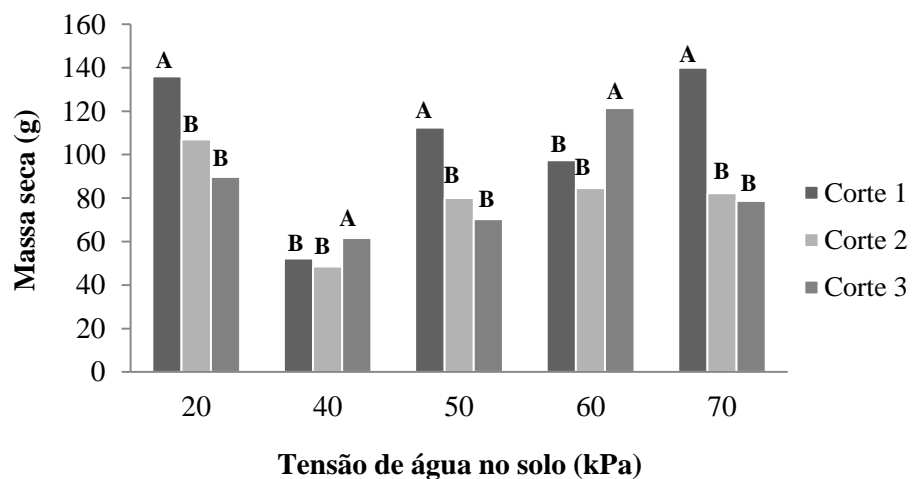
Nas Figuras 14 e 15 se encontra o estudo dos níveis do fator corte (1º, 2º e 3º) em cada nível do fator tensão (20, 40, 50, 60 e 70 kPa), para as variáveis MV e MS, da forrageira Mombaça.

Na Figura 14 a tensão de 20 kPa no 1º corte se diferiu significativamente dos níveis 2º e 3º, sendo que esses também diferiram entre si. Na tensão de 40 kPa não houve diferença entre os níveis de corte. As tensões de 50 e 70 kPa apresentaram comportamento semelhante, onde, o 1º corte se diferiu dos demais significativamente. Na tensão de 60 kPa o 3º corte se diferiu significativamente dos demais cortes ($p < 0,05$).



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Figura 14. Massa verde em grama (g) da forrageira Mombaça em função dos níveis do fator corte (1º, 2º e 3º) para cada nível do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa).



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Figura 15. Massa seca em grama (g) da forrageira Mombaça em função dos níveis do fator corte (1º, 2º e 3º) para cada nível do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa).

Na Figura 15 encontrou o mesmo comportamento da Figura 14 para as tensões de 50, 60 e 70 kPa. Na tensão de 20 kPa não houve diferença entre o 2º e 3º corte, porém esses diferiram do 1º corte. Na tensão de 40 kPa o 3º corte se diferiu dos demais cortes ($p < 0,05$).

Os valores de MV e MS encontrados no 1º corte podem ser explicados devido à menor competição entre plantas no início do experimento. Pois, a maioria das plantas forrageiras tropicais são plantas de sol e não apresentam tolerância desenvolvida ao sombreamento, apresentando redução no crescimento quando ocorre competição por luz devido ao sombreamento pelas plantas vizinhas.

Analisando os dados de temperatura e de ETo (Figura 8 e 9) pode-se explicar o comportamento das produções de MV e MS no 2º corte, pois, nesse período ocorreu a menor temperatura (17°C) e a menor ETo (2,7 mm.dia⁻¹) durante o trabalho.

Dessa forma, a deficiência hídrica no período de inverno, nem sempre é o fator limitante ao cultivo de forragem, em regimes cujas temperaturas médias são amenas, essa exerce papel tão importante quanto a umidade na produção de biomassa, pois as vias metabólicas são catalisadas por enzimas, que têm sua ação afetada pela temperatura, tendo a temperatura maior influência no crescimento da planta que na taxa fotossintética.

Como explica ROCHA (2001), temperatura afeta o crescimento através do seu efeito sobre o processo de divisão (mitose) e expansão celular, sendo que NABINGER (2002) relata que a taxa de aparecimento de folhas (filocromo) é “termo-dependente”, sendo também influenciada pela temperatura, pela taxa de expansão foliar e pela duração de vida das folhas. GOMIDE (1994) acrescenta que a temperatura ótima para o crescimento de forrageiras tropicais está entre 30 e 35°C e que o crescimento fica limitado quando a temperatura está abaixo de 15 °C. Com a elevação da temperatura irá ocorrer um aumento na evapotranspiração e na abertura dos estômatos, aumentando, conseqüentemente a entrada de CO₂ para a síntese de biomassa.

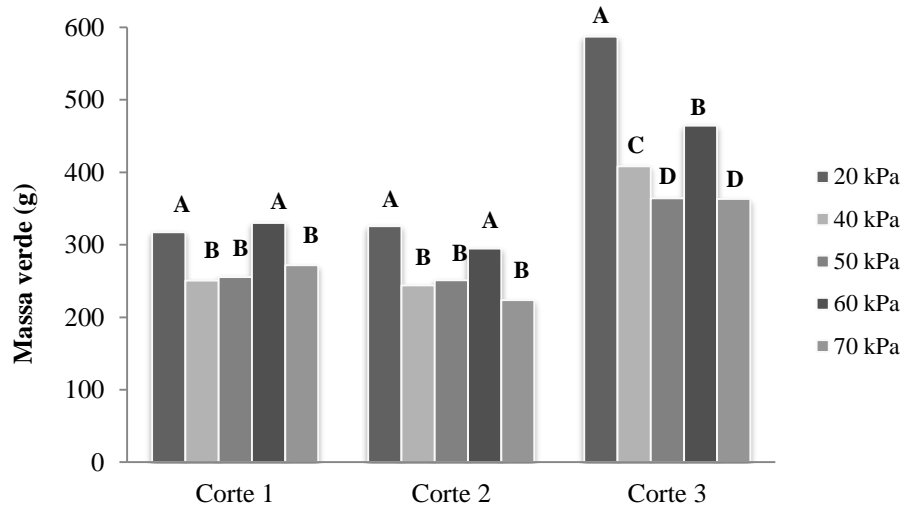
4.3.2 Experimento II- Tifton 85

Na análise de variância (Tabela 3) se verifica que a interação entre tensão e corte foi significativa para as variáveis MV e MS na forrageira Tifton 85.

Nas Figuras 16 e 17 encontra-se o estudo dos níveis do fator corte (1º, 2º e 3º) nos níveis do fator tensão (20, 40, 50, 60 e 70 kPa), para as variáveis MV e MS, na Tifton 85.

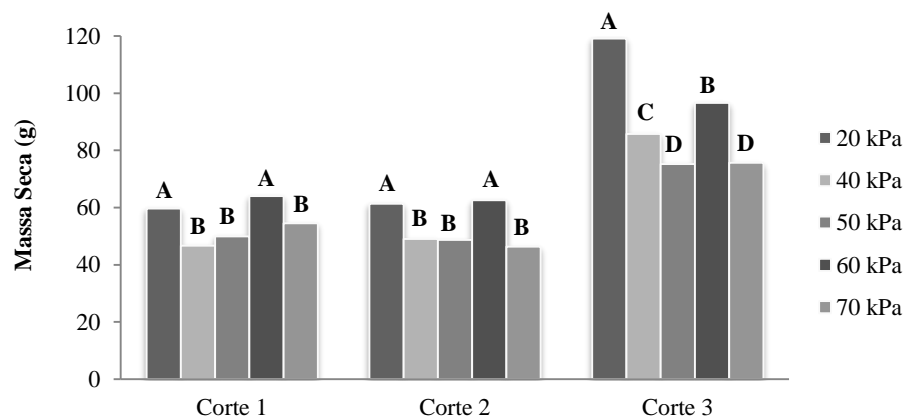
Na Figura 16 no 1º e 2º corte as tensões de 20 e 60 kPa se diferiram das demais, no 3º corte a tensão de 20 kPa se diferiu dos demais, sendo que as tensões de 60 e 40 kPa diferiram entre si e dos demais e as de 50 e 70 kPa não diferiram entre si ($p < 0,05$).

Para MS (Figura 17) os dados obtiveram o mesmo comportamento da MV (Figura 16).



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Figura 16. Massa verde em grama (g) da forrageira Tifton 85 em função dos níveis do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa) para cada nível do fator corte (1º, 2º e 3º).



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Figura 17. Massa seca em grama (g) da forrageira Tifton 85 em função dos níveis do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa) para cada nível do fator corte (1º, 2º e 3º).

A produção de MV e MS no 3º corte pode ter sido influenciada pela ETo (Figura 9) onde nos meses de julho e agosto se teve 3,8 e 4,6 mm.dia⁻¹, respectivamente, superior aos meses anteriores.

Analisando o 3º corte, as tensões de 20 e 60 kPa se diferiram das demais em MV e MS, sendo que nessas também houve maior consumo de água (L) (Figura 11). No entanto, Vilela et al. (2002) verificaram que a tensão de água no solo não afetou a produção Tifton 85 no período de outono/inverno. E Sanches (2014) trabalhando com Tifton 85 e aveia preta, sob sistema irrigado e sequeiro encontrou que a produtividade total da gramínea Tifton 85 foi maior em sistema irrigado.

Nas Figuras 18 e 19 encontra-se o estudo dos níveis do fator corte (1, 2 e 3) em cada nível do fator tensão (20, 40, 50, 60 e 70 kPa), para as variáveis MV e MS, na 2ª gramínea Tifton 85.

Nas Figuras 18 e 19 se verifica o mesmo comportamento estatístico para as variáveis MV e MS. O 3º corte se diferiu dos demais cortes em cada nível do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa) para MV e MS ($p < 0,05$).

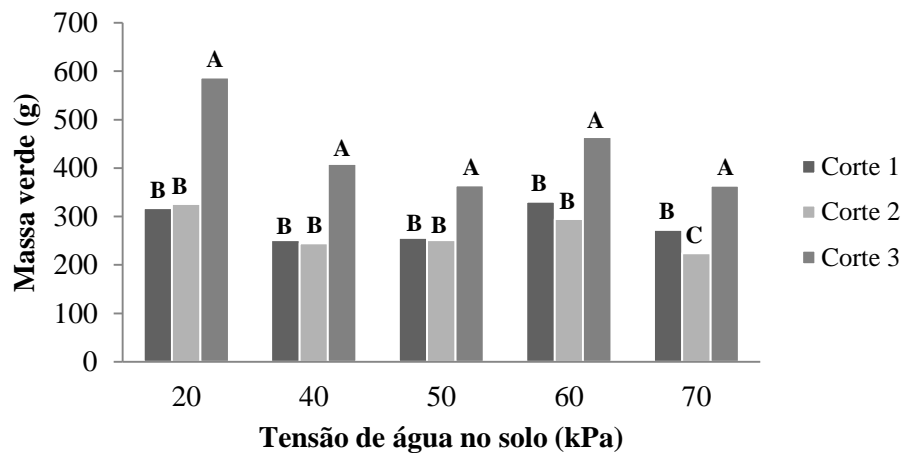
O 3º corte foi o que obteve maior consumo de água para todos os níveis do fator tensão (Figura 11) e verificou maior valor médio de ETo no período de julho/agosto (Figura 9). O autor Sanches (2014) também encontrou para a gramínea Tifton 85 maiores médias de produção no terceiro ciclo de pastejo e Oliveira et al. (2000) encontraram variação na produtividade do Tifton 85 irrigado entre os ciclos de pastejo, devido a temperatura.

As variáveis climáticas temperatura, ETo e a radiação solar (Figura 8, 9 e 10) encontradas no 1º e 2º corte influenciaram os valores de MV e MS, pois, para se alcançar alta produtividade, além da umidade do solo, a planta necessita de temperaturas ideais para atingir sua produção máxima, enquanto a umidade do solo é importante para o desenvolvimento e produção da planta, a temperatura ideal favorece o desenvolvimento através da assimilação de CO₂, água e nutrientes.

Estando de acordo com os resultados encontrados por Ferreira et al. (2005) onde, avaliando a produção de forrageiras do gênero *Cynodon*, sob efeito de diferentes idades ao corte (21, 42 e 63 dias), encontraram menores produções de matéria seca durante o outono e inverno, devido ao efeito da temperatura. Corrêa e Santos (2006), afirmam que as gramíneas tropicais do tipo C4 apresentam acúmulo de matéria seca máximo em temperaturas entre 30 e 35°C. No entanto, o crescimento reduz severamente com temperaturas médias mínimas inferiores a 17,5°C, associado à baixa intensidade luminosa.

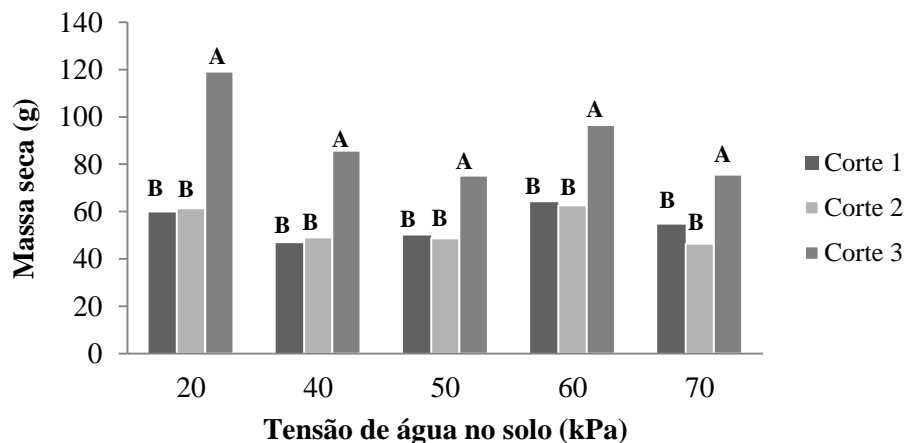
Teixeira et al. (2013) trabalhando com a gramínea Tifton 85 em Uberaba encontraram para o sistema irrigado maior disponibilidade de forragem a partir do quarto ciclo de pastejo (4º corte) e após o sétimo ciclo de pastejo encontraram as menores disponibilidades de forragem devido à temperatura próxima de 15 °C.

Dias et al. (2014) obtiveram maiores produtividades no segundo e terceiro ciclo de pastejo. Porém, Sanches (2014), não encontrou variação na produtividade de Tifton 85 ao longo dos ciclos de pastejo durante o período estudado.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Figura 18. Massa verde em grama (g) da forrageira Tifton 85 em função dos níveis do fator corte (1º, 2º e 3º) para cada nível do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa).



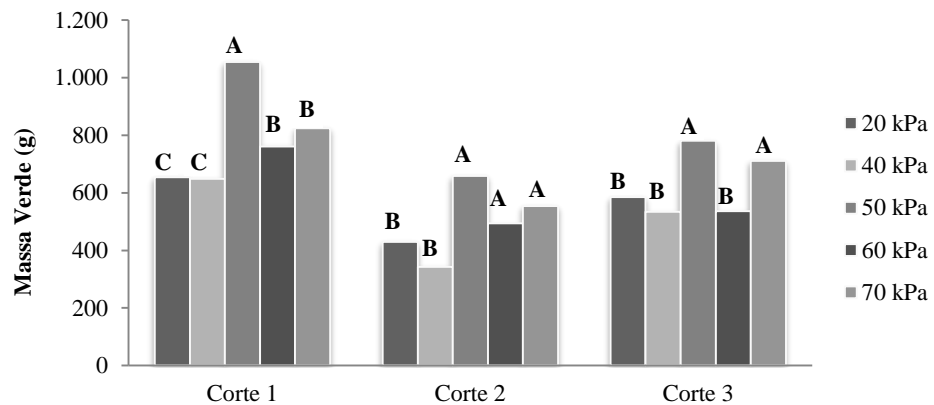
Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Figura 19. Massa seca em grama (g) da forrageira Tifton 85 em função dos níveis do fator corte (1º, 2º e 3º) para cada nível do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa).

4.3.3 Experimento III- Marandu

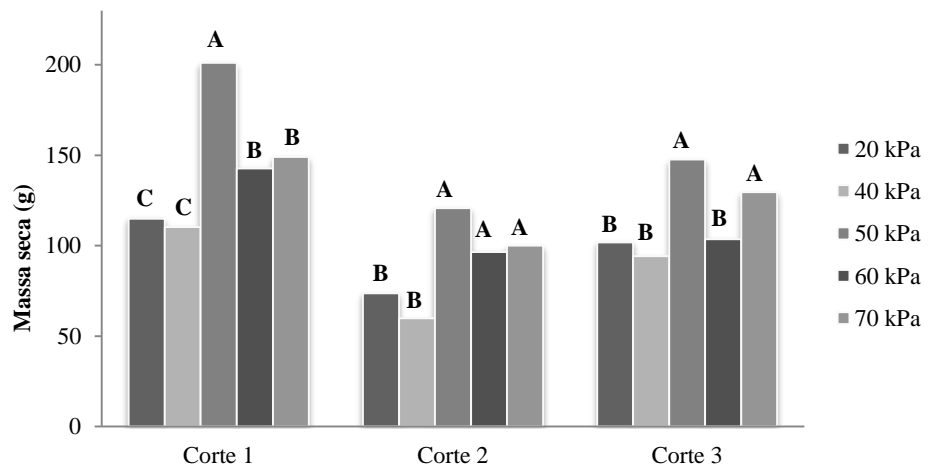
Verifica-se na análise de variância (Tabela 3) que a interação entre a tensão e o corte foi significativa para as variáveis MV e MS na forrageira Marandu.

Nas Figuras 20 e 21 se encontra o estudo dos níveis do fator corte (1°, 2° e 3°) nos níveis do fator tensão (20, 40, 50, 60 e 70 kPa), para as variáveis MV e MS, na Marandu.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Figura 20. Massa verde em (g) da forrageira Marandu em função dos níveis do fator tensões de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa) para cada nível do fator corte (1°, 2° e 3°).



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Figura 21. Massa seca em (g) da forrageira Marandu em função dos níveis do fator tensões de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa) para cada nível do fator corte (1°, 2° e 3°).

Na Figura 20 no 1º corte a tensão de 50 kPa se diferiu significativamente das demais tensões ($p < 0,05$), seguida pelas de 60 e 70 kPa que não diferiram entre si e as de 20 e 40 kPa não diferiram entre si. No 2º corte as tensões de 50, 60 e 70 kPa não diferiram significativamente entre si, porém diferiram das de 20 e 40 kPa e essas por sua vez não diferiram entre si. No 3º corte as tensões de 50 e 70 kPa não diferiram entre si, no entanto, diferiram das de 20, 40 e 60 kPa, sendo que essas não diferiram entre si.

Na MS (Figura 21) os dados mantiveram o mesmo comportamento da MV (Figura 20).

Na Figura 11 é possível observar que nas tensões de 50, 60 e 70 kPa requereram maior consumo de água nos três níveis do fator corte, resultado semelhante ao encontrado por Alencar et al. (2013), que com o aumento da lâmina de água ocorreu o aumento na produção de massa seca das gramíneas Mombaça, Pioneiro e Marandu. E Vitor et al. (2009) verificaram que a produção de matéria seca acumulada aumentou linearmente ($p < 0,10$) com as lâminas d'água aplicadas durante todo o período experimental ($p < 0,01$).

Analisando a redução da estacionalidade de produção de forragem, Dupas et al. (2010) avaliaram a produtividade de matéria seca e valor nutritivo de *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu, utilizando doses de nitrogênio e irrigação por aspersão em dois períodos do ano, estação chuvosa e seca, encontro que a irrigação promoveu aumento de 15% na produtividade de matéria seca.

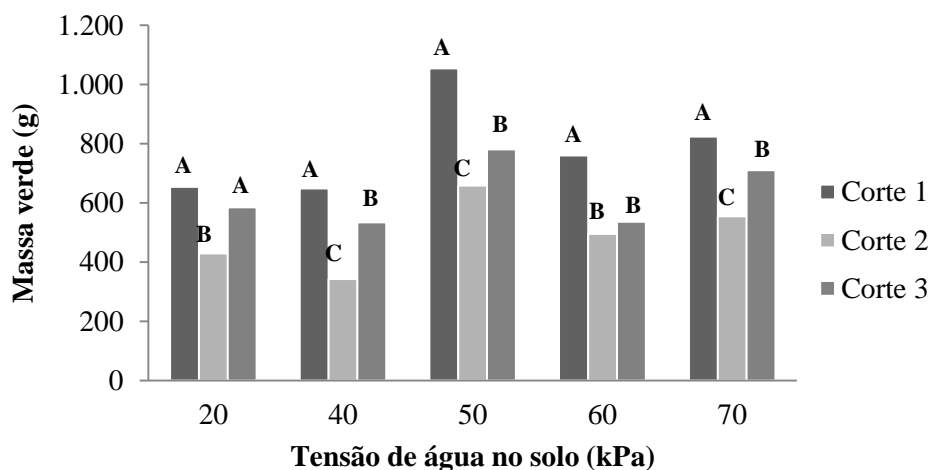
O capim Marandu necessita não apenas de um bom manejo de solo, mas, também, de adequada quantidade de nutrientes, água, temperatura e luminosidade para o bom desenvolvimento (HERRERA; HERNANDEZ, 1989), visto que existe resposta direta dos componentes do clima, solo, do manejo e das diferentes adubações (PEDREIRA et al., 2007).

As tensões de 20 e 40 kPa apresentaram as menores médias de MV e MS nos três níveis do fator corte, isso porque, apesar da cultivar Marandu ser uma planta robusta e de ampla adaptação climática, essa cultivar apresenta alta resistência à seca, e baixa tolerância a solos encharcados.

Nas Figuras 22 e 23 se encontra o estudo dos níveis do fator corte (1º, 2º e 3º) em cada nível do fator tensão (20, 40, 50, 60 e 70 kPa), para as variáveis MV e MS, na Marandu.

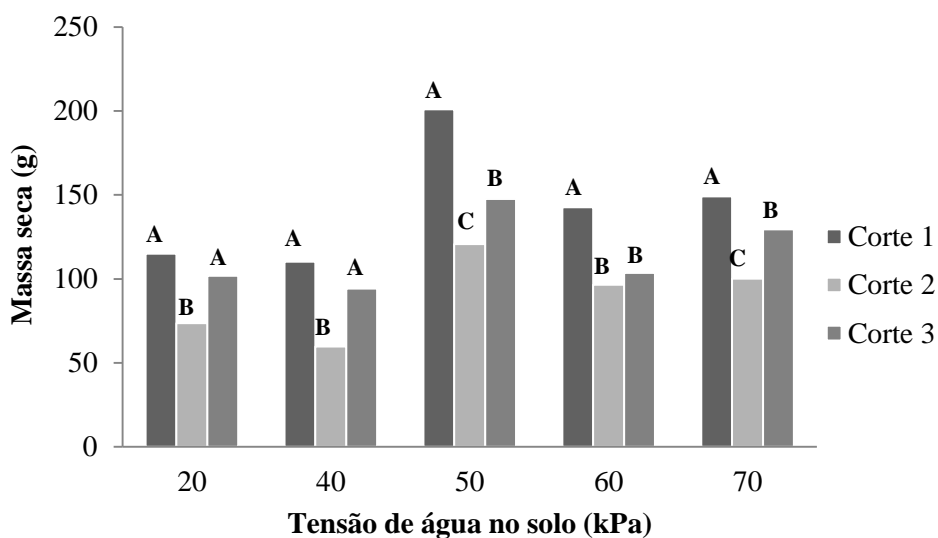
A figura 22, na tensão de 20 kPa o 1º e 3º corte não diferiram entre si significativamente diferindo do 2º corte ($p < 0,05$). Nas tensões de 40, 50 e 70 kPa o 1º corte se diferiu dos demais, e o 3º corte se diferiu do 2º, e em 60 kPa o 1º corte se diferiu dos demais.

A MS (Figura 23) obteve o mesmo comportamento estatístico da MV (Figura 22) para as tensões de 20, 50, 60 e 70 kPa. Na de 40 kPa não obteve diferença significativa para o 1° e 3° corte, diferindo do 2°.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Figura 22. Massa verde em gramas (g) da forrageira Marandu em função dos níveis do fator corte (1°, 2° e 3°) para cada nível do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa).



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Figura 23. Massa seca em gramas (g) da forrageira Marandu em função dos níveis do fator corte (1°, 2° e 3°) para cada nível do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa).

Os valores de MV e MS da Marandu no 2º e 3º cortes para todas as tensões podem estar relacionados ao aumento do perfilhamento e da densidade de plantas nas condições experimentais, havendo maior competição por luz e nutrientes. Resultado semelhante foi encontrado por Garcia et al. (2015) trabalhando com as forrageiras Marandu e Tifton 85 em vasos, ocorrendo redução na produção de biomassa com o passar dos cortes. Do mesmo modo Bennet et al. (2008) descreveram que a produção de biomassa em *Brachiaria brizantha* diminuiu no segundo e terceiro corte.

No 2º corte verificou menores valores, menores temperaturas e ETo do período (Figura 8 e 9), o que afetou a produtividade de MV e MS da Marandu. Alencar et al. (2013) também verificaram queda na produção do capim Marandu na estação outono/inverno, devido à temperatura amena, não respondendo a adubação. Lembrando que, a temperatura ideal para o crescimento dessa forrageira é de 30 a 35°C.

4.4 Massa seca de raiz

Na Tabela 4 segue a análise de variância para a variável massa seca de raiz em grama (g) para os experimentos I- Mombaça, II- Tifton 85 e III- Marandu nos níveis do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa).

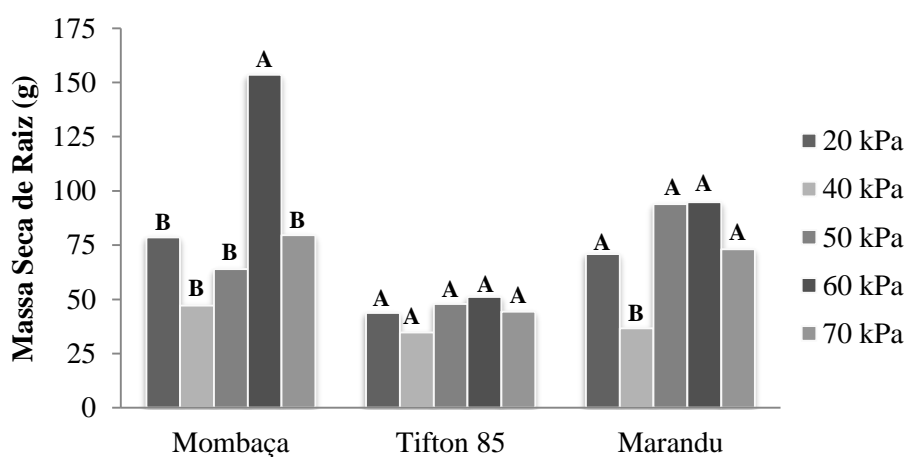
Verifica-se na análise de variância (Tabela 4) que a interação entre tensão e forrageira foi significativa para a variável massa seca de raiz nos experimentos I, II e III.

Tabela 4. Análise de variância referente à variável massa seca de raiz em grama (g) para os experimentos I- Mombaça, II- Tifton 85 e III- Marandu nos níveis do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa).

Fontes de variação	GL	Raiz
		Quadrado médio
Forageiras	2	6500,44*
Erro A	6	887,13*
Tensão	4	4149,29*
Tensão*Forrageiras	8	1313,56*
Erro B	24	498,63
Média Geral		67,60
CV%		33,03

* Significativo em 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo em 5% de probabilidade.

Na Figura 24 se encontra o estudo dos níveis do fator forrageira (Mombaça, Tifton 85 e Marandu) em função dos níveis do fator tensão (20, 40, 50, 60 e 70 kPa). Onde se verifica, que para a Mombaça a tensão de 60 kPa se diferiu significativamente das tensões de 20, 40 50 e 70 kPa e esses por sua vez, não diferiram entre si ($p < 0,05$). Dessa forma, não houve um incremento em massa de raiz nas menores tensões de água no solo. Para a Tifton 85 não houve diferença significativa entre os níveis do fator tensão. E para a Marandu as tensões de 20, 50, 60 e 70 kPa não diferiram entre si, no entanto, essas diferiram da tensão de 40 kPa.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Figura 24. Massa seca de raiz (g) dos experimentos I, II e III em função dos níveis do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa) para cada nível do fator forrageira (Mombaça, Tifton 85 e Marandu).

Na Figura 11, a tensão de 60 kPa da forrageira Mombaça possuiu maior consumo de água nos três níveis do fator corte (1°, 2° e 3°), com 5,8, 8,1 e 9,3 L respectivamente, o que representa um total de 43% superior ao menor valor total de consumo de água encontrado na tensão de 40 kPa com 9,2 L. Isso pode ser explicado pelo menor perfilhamento do nível 60 kPa do fator tensão havendo maior superfície do vaso exposta a penetração de luz, assim maior evaporação de água.

Entretanto, maior valor de massa seca de raiz não indica maior capacidade de absorção água e nutrientes, pois tal característica não aumenta em proporção ao aumento da massa seca de raiz (ALENCAR, 2007). Enquanto novas raízes com alta capacidade de absorção estão sendo produzidas, raízes mais velhas se tornam menos permeáveis (KRAMER, 1983). Porém, o aumento na quantidade de massa seca de raiz é importante para conservação e incremento de matéria orgânica do solo.

Para a Tifton 85 não houve diferença entre os níveis do fator tensões de água no solo, resultado semelhante foi encontrado por Alencar (2007) trabalhando com seis gramíneas no município de Governador Valadares, MG, sob influência de lâminas de água, também não observou efeito das lâminas de irrigação para a gramínea Estrela.

A produção de massa seca de raiz na tensão de 40 kPa para a forrageira Marandu pode ser elucidada quando se verifica a Figura 11, onde tal tensão apresentou menor consumo de água (8,3 L) durante todo o estudo, sendo que essa reduções em massa seca de raiz da Marandu também, foram verificadas por SANTOS et al. (2009) em função de déficit hídrico em condições controladas.

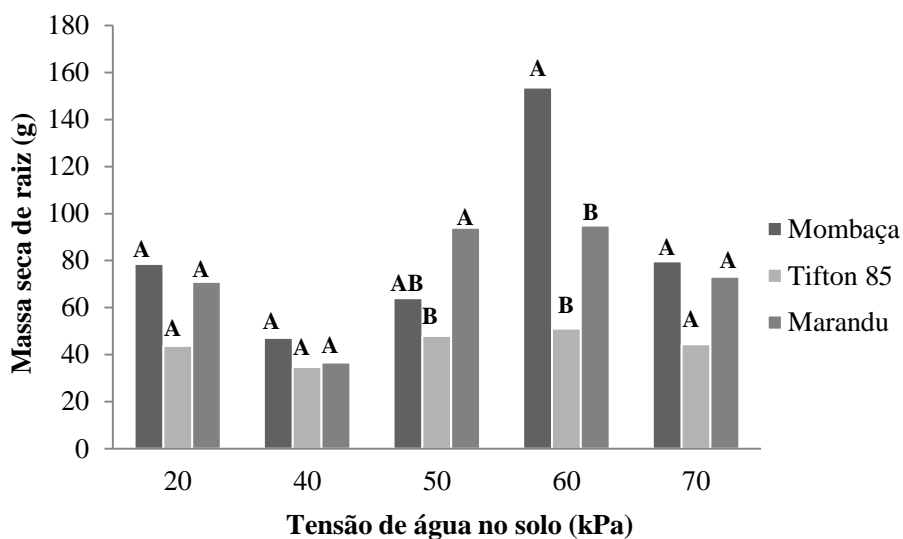
Quintino (2010), trabalhando com três variedades de *Brachiaria brizantha* (Marandu, Xaraés e Piatã) submetidas a duas disponibilidades hídricas (85 % da capacidade máxima de retenção de água e inundada), observou que, para o melhor desenvolvimento de raiz nas três cultivares, é recomendado utilizar a disponibilidade hídrica de 85%. No sistema inundado, as três *Brachiaria* demonstram redução acentuada na produção.

Para os níveis Mombaça e Marandu do fator gramínea, observa-se que as maiores médias de massa seca de raiz foram compatíveis aos maiores valores médios de MV e MS encontrados para essas gramíneas. Cecato et al. (2001), trabalhando com peso de raízes em pastagem de Coastcross, observaram que a produção de matéria seca de raízes aumentou à medida que se elevaram os níveis de resíduo de matéria seca da parte aérea.

Os valores encontrados para a Tifton 85 podem ter sido influenciados pelo seu manejo de corte que foi mais intenso com apenas 30 dias e com uma altura remanescente de 0,15 m. O manejo de forrageiras, por corte ou por pastejo, pode interferir diferentemente nas propriedades físicas do solo e indiretamente no desenvolvimento do sistema radicular. Quando há remoção da parte aérea, por meio do corte ou pastejo de forma muito intensa e frequente, há declínio da produção das plantas (SCHEFFER BASSO et al., 2002), ocorrendo primeira redução nas raízes e, posteriormente, na parte aérea (CECATO et al., 2001).

Na Figura 25 se encontra o estudo dos níveis do fator forrageira (Mombaça, Tifton 85 e Marandu) para cada nível do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa).

Podendo verificar que para as tensões de 20, 40 e 70 kPa não houve diferença significativa entre as forrageiras ($p < 0,05$). Em 50 kPa a Mombaça e a Marandu não diferiram entre si, e o Mombaça também não diferiu da Tifton 85. Para 60 kPa a Mombaça se diferiu da Tifton 85 e Marandu, sendo que esses não diferiram entre si.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Figura 25. Massa seca de raiz em grama (g) dos experimentos I, II e III em função dos níveis do fator forrageira (Mombaça, Tifton 85 e Marandu) para cada nível do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa).

Segundo Pires et al. (2001), o desenvolvimento das raízes depende de muitos fatores relativos ao solo, como a resistência mecânica, a umidade, a aeração e as características químicas. Esses autores citaram ainda que o desenvolvimento radicular também pode ser condicionado pelo método de irrigação, densidade de plantio e peculiaridade de cada cultivar.

O manejo de corte também pode ter influenciado na massa seca de raiz para o nível Tifton 85 do fator gramínea, para tais níveis de tensão. Esse comportamento deve-se à maior frequência de retirada de forragem no sistema manejado por corte (a cada 30 dias) em relação ao sistema manejado por pastejo (a cada 40 dias), além, da altura de 0,15 m do manejo de corte para essa gramínea. Após um corte no capim, a quantidade de raiz diminui, pois há um declínio na produção de forragem elaborado para ela. Dependendo da quantidade de resíduo deixado, há menor declínio ou não do crescimento do sistema radicular (CECATO et al., 2001).

4.5 Proteína bruta

Na Tabela 5 segue a análise de variância para a variável proteína bruta (PB) (%) para os experimentos I- Mombaça, II- Tifton 85 e III- Marandu nos níveis do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa), verificando que o fator tensão foi significativo para a variável PB nos três experimentos.

Tabela 5. Análise de variância referente à variável proteína bruta (PB) (%) para os experimentos I- Mombaça, II- Tifton 85 e III- Marandu nos níveis do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa).

Fontes de variação	GL	PB		
		Quadrado médio		
		Mombaça	Tifton 85	Marandu
Tensão	4	5,09*	5,85*	6,94*
Erro B	10	1,30	1,50	0,85
Média Geral		14,53	14,75	11,29
CV%		7,84	8,31	8,16

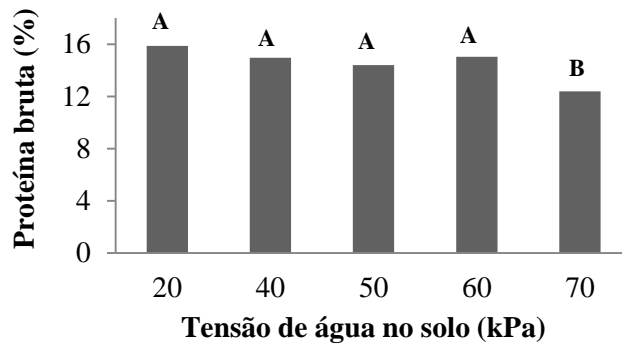
* Significativo em 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo em 5% de probabilidade.

Nas Figuras 26, 27 e 28 encontram-se os estudos dos níveis do fator tensão (20, 40, 50, 60 e 70 kPa) para os experimentos I, II e III.

Para a forrageira Mombaça, Figura 26, não houve diferença significativa entre as tensões de 20, 40, 50 e 60 kPa, essas diferiram da tensão de 70 kPa ($p < 0,05$). Na Tifton 85, Figura 27, as tensões de 40, 50 e 60 kPa não diferiram entre si, porém essas diferiram das de 20 e 70 kPa, e essas não diferiram entre si. Na Marandu, Figura 28, 50 kPa se diferiu significativamente das demais tensões, sendo que tais não diferiram entre si.

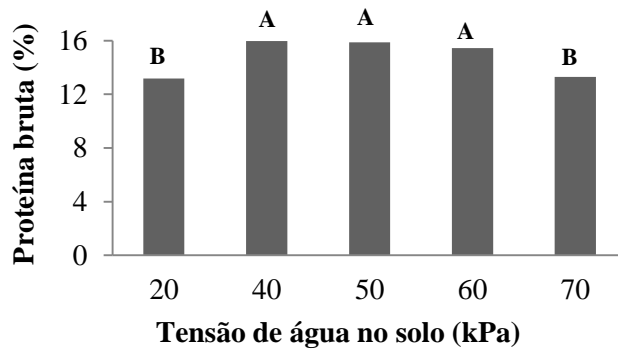
Alencar et al. (2010) trabalhando com Mombaça, Estrela e Marandu encontraram PB de 11,47, 10,70 e 12,63 % na estação outono/inverno, respectivamente, não diferiram entre si. E Corrêa e Santos (2003) obtiveram teores de PB 9 a 10% para a cultivar Marandu, 10 a 12% para as cultivares Tanzânia e Mombaça, e de 12 a 14% para a cultivar Coastcross.

Os valores encontrados por esses autores foram menores que o encontrado nesse trabalho, possivelmente, devido à condução do experimento em ambiente protegido e ao manejo de corte com 40 dias para Mombaça e Marandu e 30 dias para Tifton 85, priorizando na altura de colheita as folhas, constituindo um material de melhor qualidade nutricional.



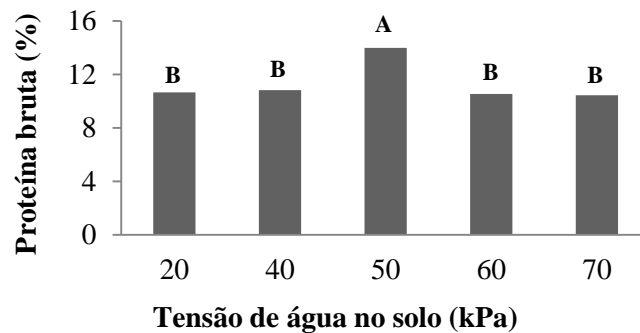
Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Figura 26. Teores de proteína bruta (PB) (%) da forrageira Mombaça, em função dos níveis do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa).



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Figura 27. Teores de proteína bruta (PB) (%) da forrageira Tifton 85, em função dos níveis do fator tensões de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa).



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Figura 28. Teores de proteína bruta (PB) (%) da forrageira Marandu, em função dos níveis do fator tensões de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa).

Os elevados teores de PB verificados na Mombaça podem ser explicados devido à maior produção de biomassa, sendo que altos teores de PB nas pastagens são desejáveis, pois em geral o requerimento protéico de ruminantes é um dos que apresentam maiores custos nos suplementos, sendo mais econômica sua obtenção via pastagem.

Os altos teores de PB, obtidos na Tifton 85 com cortes a cada 30 dias, também foram encontrados por Oliveira et al. (2000) trabalhando com diferentes idades de rebrota.

Os efeitos da umidade sobre as plantas forrageiras são bastante variáveis. Severas restrições hídricas promovem paralisação do crescimento e morte da parte aérea da planta, o que limitará a produção animal, tanto em razão da baixa qualidade quanto da disponibilidade de forragem. Deficiências hídricas reduzem a velocidade de crescimento, retardando a formação de caules, o que resulta em plantas com maiores proporções de folhas e conteúdo de nutrientes potencialmente digestíveis (VAN SOEST, 1994).

O estresse hídrico de curto período pode promover melhoria na qualidade da forragem, pois aumenta a digestibilidade da MS e reduz a relação colmo/folha (HALIM et al., 1989). A explicação para isso é que em estresse hídrico há redução do ritmo de crescimento da planta e, com isso, acúmulo de solutos (nutrientes) nas células, o que melhora sua qualidade.

Alguns autores observaram que o aumento do nível de irrigação pode proporcionar um decréscimo nos teores de % PB das forrageiras (BOTREL et al., 1991).

Sendo que Magalhães (2010) avaliou o efeito de diferentes lâminas de irrigação nas características estruturais e composição bromatológica *Andropogon gayanus* cv. Planaltina e da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e observou redução no crescimento e melhoria no valor nutritivo das gramíneas quando submetidas a uma menor lâmina de irrigação.

Soria (2002) trabalhando com cinco níveis de água no solo (0, 30, 70, 100 e 150% da capacidade de campo), verificou que o tratamento que visou repor a umidade no solo a 70% de sua capacidade de campo mostrou ser o que proporcionou os maiores valores de eficiência de uso de água. Este fato certamente está associado com as mais altas taxas de crescimento observadas sob condições de irrigação, causando, com isso, uma diluição dos níveis de nitrogênio na forragem produzida.

E Dupas et al. (2010) Analisando a redução da estacionalidade de produção da forrageira Marandu verificaram que os teores de PB foram de 10%, com e sem irrigação.

4.6 Fibra em detergente neutro e ácido

Na Tabela 6 segue a análise de variância para as variáveis fibra em detergente ácido (FDA) (%) e fibra em neutro (FDN) (%) para os experimentos I- Mombaça, II- Tifton 85 e III- Marandu nos níveis do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa).

Tabela 6. Análise de variância para as variáveis fibra em detergente ácido (FDA) (%) e fibra em neutro (FDN) (%) para os experimentos I- Mombaça, II- Tifton 85 e III- Marandu nos níveis do fator tensão de água no solo (20, 40, 50, 60 e 70 kPa).

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio					
		FDA			FDN		
		Mombaça	Tifton 85	Marandu	Mombaça	Tifton 85	Marandu
Tensão	4	16,24 ^{ns}	21,41 ^{ns}	9,59 ^{ns}	22,06 ^{ns}	117,60 ^{ns}	30,13 ^{ns}
Resíduo	10	20,71	59,04	15,09	18,51	38,01	101,24
Média Geral		40,97	39,68	40,19	63,89	70,93	67,49
CV%		11,11	19,36	9,67	6,73	8,69	14,9

* Significativo em 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo em 5% de probabilidade.

Verifica-se na análise de variância (Tabela 6) que o fator tensão não foi significativo para as variáveis FDA e FDN nos experimentos I, II e III.

Os teores de FDA têm relação com os teores de lignina dos alimentos, que determinam a digestibilidade da fibra, pois quanto menor o teor de FDA, menor será o teor de lignina e, consequentemente, melhor a digestibilidade do alimento.

Silva (2009) ao trabalhar com as gramíneas Tifton 85, Tanzânia e Marandu submetidas à irrigação não encontrou diferença ($p > 0,05$) entre as mesmas para os teores médios 77,46, 76,42 e 79,65% de FDN, respectivamente.

Segundo Balsalobre (2002), as plantas do gênero *Cynodon* são caracterizadas por possuírem alta proporção de FDN, apresentando, no entanto, teor de lignina relativamente baixo, o que lhes confere boa qualidade. O alto teor de FDN obtido para o Tifton 85 é uma particularidade desta forrageira, comumente retratada na literatura, que cita valores próximos a 80% de FDN (GONÇALVES et al., 2003).

O valor de FDN do capim Mombaça não ficou dentro daqueles normalmente encontrados por Euclides (1995) em seus estudos com cultivares de *Panicum maximum*, concluiu que valores de FDN inferiores a 55% são raros, superiores a 65% são comuns em tecidos novos, enquanto teores entre 75 e 80% são encontrados em forragem de maturidade avançada.

O capim Marandu apresentou teor de FDN superior ao encontrado por Andrade (2003) de 62,2 % na altura de 0,30 m, devido ao período de corte ter sido superior a 30 dias e com altura de corte de 0,25 m. Dupas et al. (2010) avaliaram a gramínea *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu, utilizando doses de nitrogênio e irrigação por aspersão em dois períodos do ano, estação chuvosa e seca e verificaram que a irrigação promoveu aumento de 15% na produtividade de matéria seca e aumentou os teores de fibra em detergente neutro.

Tendo em vista a carência de estudos sobre o desenvolvimento de forrageiras tropicais cultivadas em vasos sob ambiente protegido, vale ressaltar que o estudo deve ser conduzido em um intervalo de tempo maior (incluindo todas as estações do ano), a fim de determinar a influência de diferentes tensões de água no solo sobre o desenvolvimento das mesmas.

5 CONCLUSÕES

As tensões de água no solo em que a forrageira Mombaça foi submetida não proporcionaram diferenças nos resultados em relação à massa seca.

Para a Marandu os melhores resultados de massa seca foram obtidos nas tensões de 50, 60 e 70 kPa e para a forrageira Tifton 85 nas tensões de 20 e 60 kPa.

Na tensão de 60 kPa se obteve os mais expressivos resultados de massa seca de raiz para a Mombaça, para a Tifton 85 não houve diferença entre as tensões, e para a Marandu foi nas tensões de 20, 50, 60 e 70 kPa.

Os melhores resultados de proteína bruta foram obtidos para a Mombaça nas tensões de 20, 40, 50 e 60 kPa, para a Tifton 85 em 40, 50 e 60 kPa, e para a Marandu em 50 kPa.

Para as variáveis FDA e FDN o fator tensão não foi significativo.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, C. A. B. **Produção de seis gramíneas forrageiras tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio, na região leste de Minas Gerais.** 2007. 121 f. Tese (*Doctor Scientiae*)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.
- ALENCAR, C. A. B.; CUNHA, F. F.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; ROCHA, W. S. D.; ARAÚJO, R. A. S. **Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, p. 98-108, 2009.
- ALENCAR, D. C. A. B.; CUNHA, D. F. F.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; OLIVEIRA, D. R. A.; ARAÚJO, R. A. S. **Adubação nitrogenada e estações anuais na produção de capins irrigados no leste mineiro sob corte.** Revista Brasileira de Saúde Produção Animal, Salvador, v.14, n.3, p.413-425, 2013.
- ANA. **GEO Brasil: recursos hídricos: resumo executivo.** Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional das Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente: Brasília. 60 p. 2007.
- ANDRADE, D. E. M. **A irrigação e suas implicações sobre o capital natural em regiões áridas e semi-áridas: uma revisão.** Revista Ceres, Viçosa, v. 56, n. 4, p. 1-9, 2009.
- ANDRADE, F. M. E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim - Marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte.** 2003. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens), Piracicaba, ESALQ.
- BALSALOBRE, M. A. A. **Valor alimentar do capim Tanzânia irrigado.** 2002. 113 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola.** Jaboticabal, FUNEP, p. 247, 1989.
- BENETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; SILVA, K. S.; BERGAMASCHINE, A. F., FABRICIO, J. A.; **Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio.** Revista Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1629-1636, 2008.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação.** 8. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, p. 625, 2006.
- BOTREL, M.A.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. **Efeito da irrigação sobre algumas características agrônômicas de cultivares de capim-elefante.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.26, n.10, p. 1731-1736, 1991.

BRASIL. **Constituição Federal.** 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm> Acesso em: 10 fev.2016.

CECATO, U. CANO, C. C. P.; BORTOLO, M.; HERLING, V. R.; CANTO, D. M. W.; CASTRO, C. R. D. C. **Teores de carboidratos não-estruturais, nitrogênio total e peso de raízes em Coastcross-1 (*Cynodondactylon*(L.) Pers) pastejado por ovinos.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 644-650, 2001.

CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais). **Estudo de otimização energética.** Belo Horizonte: CEMIG, p. 22, 1993.

CHRISTOFIDIS, D. Distribuição da Irrigação no Brasil, 2004. In: **Irrigação no mundo e no Brasil.** Disponível em: <http://www.valmont.com.br/valley/mestre/irrig_mundo_e_brasil.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2016.

CORRÊA, L. A. Pastejo rotacionado para produção de bovinos de corte. In: **SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS**, 1., 2000, Lavras. Temas em evidência. Lavras: UFLA, p. 149-179. 2000.

CORRÊA, L. A.; SANTOS, P. M. **Irrigação de pastagens formadas por gramíneas forrageiras tropicais.** São Carlos: EMBRAPA, p.6, 2006.

CORRÊA, L. A.; SANTOS, P. M. **Manejo de utilização de plantas forrageiras dos gêneros Panicum, Brachiaria e Cynodon.** São Carlos: Embrapa, p. 27, 2003.

CRUZ, P.G.; SANTOS, P.M.; PEZZOPANE, J.R.M.; OLIVEIRA, P.P.A.; ARAUJO, L.C. **Modelos empíricos para estimar o acúmulo de matéria seca de capim-marandu com variáveis agrometeorológicas.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, p.675-681, 2011.

CRUZ, P. G. **Produção de forragem em Brachiaria brizantha: adaptação, geração e avaliação de modelos empíricos e mecanicistas para estimativa do acúmulo de forragem.** 2010. 102 f. Tese (Doutor em Ciências) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2010.

CUNHA, F. F.; SOARES, A. A.; PEREIRA, O. G.; LAMBERTUCCI, D. M.; ABREU, F. V. S. **Características morfogênicas e perfilhamento do *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia irrigado.** Ciência e Agrotecnologia, v. 31, n. 3, p. 628-635, 2007.

DIAS, D. K. U.; GOMES, E. P.; BILIBIO, C.; CARDOSO, E. A. D. S.; FILGUEIRA, L. Produtividade e qualidade nutricional do capim Tifton 85 fertirrigado com dejetos líquidos de

suíno tratado. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 43., Campo Grande, MS, 2014. **Anais...**Campo Grande: UFGD, p. 1-4, 2014.

DUPAS, E.; BUZETTI, S.; SARTO, A. L.; HERNANDEZ, F. B. T.; BERGAMASCHINE, 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, v. 39, n. 12, p. 2598-2603, 2010.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo.** 2.ed. Rio de Janeiro, p. 230, 2011.

EUCLIDES, V. P. B. **Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero Panicum.** In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, 1995, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, p. 245-276, 1995.

EUROPEAN FOOD INFORMATION COUNCIL.EUFIC.**Usoda água na produção de alimentos.** Publicado em: 02 fev. 2015. Disponível em: <http://www.eufic.org/article/pt/artid/Uso_da_agua_na_producao_de_alimentos/>. Acesso em: 12 abr. 2016.

FENG, Z. Z.; WANG, X. K. **Soil N and salinity leaching after the autumn irrigation and its impact on groundwater in Hetao Irrigation District, China.** Agricultural Water Management, v.7, p.131-143, 2005.

FERREIRA, G.D.G.; SANTOS, G.T.; CECATO, U.; CARDOSO, E.C., **Composição química e cinética da degradação ruminal de gramíneas do gênero Cynodon em diferentes idades ao corte.** Acta Scientiarum. Animal Sciences, v. 27, n. 2, p. 189-197, 2005.

FITTER, A. Characteristics and functions of root systems. In: WAISEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKAFI, U. (Eds.) Plant roots: the ridded half. 2.ed. New York: Marcel Dekker, p. 1 - 20, 1996.

GARCIA, G. O.; RIGGO, M. M.; CECÍLIO, R. A.; REIS, E. F.; BERTOSSI, A. P. A. Massa seca e extração de nutrientes por duas forrageiras fertirrigadas com esgoto doméstico tratado. Biosci, Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 215-226. 2015.

GARGANTINI, P. E.; HERNANDEZ, F. B. T.; VANZELA, L. S.; LIMA, R. C. Irrigação e adubação nitrogenada em capim Mombaça na região Oeste do Estado de São Paulo. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 15., 2005, Teresina. **Anais...** Teresina, PI: UNESP, 2005. 1-7 p.

GOMIDE, J. A. Formação e utilização de capineira. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; CARVALHO, A Eds. **Capim-elefante: produção e utilização.** Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL. p. 81-115, 1994.

GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C.; DAMASCENO, J. C.; CECATO, U; BRANCO, A. F. Determinação do consumo, digestibilidade e frações protéicas e de carboidratos do feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p. 804-813, 2003.

HALIM, R.A.; BUXTON, D.R.; HATTENDORF, M.J. et al., **Water stress effects on alfalfa forage quality after adjustment for maturity differences**. *Agronomy Journal*, v.81, p.189-194, 1989.

HARGREAVES, G.H.; SAMANI, Z.A. **Reference crop evapotranspiration from ambient air temperature**. Chicago: American Society of Agricultural and Biological Engineers Meeteng, p. 85 -2517, 1985.

HERRERA, R. S.; HERNANDEZ, Y. **Efecto de la edad de rebrote em alguns indicadores de la localidad de La bermuda cruzada** –1. III. Porcentaje de hojas y rendimientos de matéria seca y proteína bruta. *Pastos y Forrajes*, v. 12, n. 77, p. 77-81, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Rebanho bovino brasileiro cresce e chega a 212,3 milhões de cabeças de gado. **Portal Brasil, 2015**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/10/rebanho-bovino-brasileiro-cresce-e-chega-a-212-3-milhoes-de-cabecas-de-gado>> Acesso em: 10 fev. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA e ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Brasília: IBGE, 2007. Disponível em: <www.ibge.org.br>. Acesso em: 13 fev. 2016.

JANK,L.; VALLE, C. B. D.;PEREIRA, A. V.; BATISTA,L. A. R.; RESENDE, R. M. **S.Opções de novas cultivares de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais para Minas Gerais**.Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 28, n. 226, p. 26-35, 2005.

KRAMER, P. J. **Water relations of plant**. Orlando: Academic Press, p. 489,1983.

MACEDO, M. F. S. **Técnicas de irrigação, o desenvolvimento da agricultura e do agronegócio: uma análise à luz da proteção humana e da cidadania frente à crise hídrica nacional**. *Campo Jurídico, Revista de Direito Agroambiental e Teoria do Direito*. v. 3. n. 2. 2015. Disponível em: <<http://fasb.edu.br/revista/index.php/campojuridico/article/view/87/71>> Acesso em: 12 abr. 2016.

MAGALHÃES, J. A. **Características morfológicas e estruturais, produção e composição bromatológica de gramíneas forrageiras sob irrigação e adubação**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE. p. 139, 2010.

MANNETJE'T L. **Measuring biomass of grassland vegetation**. In: MANNETJE'T, L.; JONES , R.M. (Ed.) Field and laboratory methods for grassland and animal production research. Wallingford: CAB International, cap.7, p. 151-177, 2000.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Bovinos e Bubalinos**.2014 Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/bovinos-e-bubalinos>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

MARTHA, G. B. J.; BARIONI, L. G.; VILELA, L. BARCELLOS, A. DE O. **Área do Piquete e Taxa de Lotação no Pastejo Rotacionado**. Comunicado Técnico 101. EMBRAPA, p. 3, 2003.

MISTURA, C.; FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MOREIRA, L. M.; VITOR, C. M. T.; NASCIMENTO JR., D.; RIBEIRO JR., J. I. **Disponibilidade e qualidade do capim-elefante com e sem irrigação aduba do com nitrogênio e potássio na estação seca**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.2, p.372-379, 2006.

MOREIRA, J. A. A.; CARDOSO, A. F.; COSTA, L. L.; RODRIGUES, M. S.; PEIXOTO, N.; BRAZ, L. T. **Manejo da irrigação para otimização da produtividade e qualidade de frutos de tomateiro em sistema de plantio direto**. Irriga, Botucatu, v. 17, n. 4, p. 408 - 417, 2012.

MORGAN, K. T.; PARSONS, L. R.; WHEATON, T. A. **Comparison of laboratory and field, derived soil water retention curves for a fine sand soil using tensiometric resistance and capacitance methods**. PlantandSoil, v.234, p.153-157, 2001.

NABINGER, C. **Manejo da desfolha**.In: Simpósio sobre manejo de pastagens, 19., 2002, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, p. 133-158, 2002.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. **Ensaio em ambiente controlado**. In: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: EMBRAPA-SAE, p. 189-254, 1991.

OLIVEIRA, A. S.; COELHO, E. F.; FACCIOLI, G. G. **Manejo básico da irrigação na produção de fruteiras**. Brasília, DF: LK, p. 136, 2006.

OLIVEIRA, M.A. de; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R. **Rendimento e valor nutritivo do capim-Tifton 85 (Cynodon spp) em diferentes idades de rebrota**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n.6 (Supl. 1), p. 1949-1960,2000.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo, Agronômica Ceres, p. 440, 1981.

PALIERAQUI, J. G. B.; FONTES, C. A. A.; RIBEIRO, E. G.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; FERNANDES, A. M. **Influência da irrigação sobre a disponibilidade, a composição**

química, a digestibilidade e o consumo dos capins Mombaça e Napier. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.6, p.2381-2387, 2006.

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, S. C. **Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégia de pastejo.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 2, p. 281-287, 2007.

PINHEIRO, V. D. **Viabilidade econômica da irrigação de pastagem de capim-tanzânia em diferentes regiões do Brasil.** 2002. 85 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior e Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

PIRES, A. V. **Bovinocultura de corte.** Piracicaba: FEALQ, v. 1, p. 760, 2010.

PIRES, R. C. M. et al. Necessidades hídricas das culturas e manejo da irrigação. **Irrigação.** Piracicaba, SP: FUNEP; SBEA, p. 121-194, 2001. (Série Engenharia Agrícola, 1).

QUINTINO, A. C.; BONFIM-SILVA, E. M.; STIEVEN, A. C.; CORVALÃ, V. A.; SANTOS, R. G. **Características produtivas de braquiárias submetidas a duas disponibilidades hídricas.** Enciclopédia Biosfera, Centro científico conhecer - Goiânia, vol.6, n11; 2010.

RASSINI, J. R. **Manejo de água de irrigação para alfafa (*Medicago sativa L.*).** Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, n.6, p.1681-1688, 2001.

RASSINI, J. B. **Irrigação de pastagens: frequência e quantidade de aplicação de água em Latossolos de textura média.** Circular Técnica, 31. Embrapa Pecuária Sudeste. São Carlos. p. 7, 2002.

ROCHA, F. C. **Fisiologia vegetal e manejo da pastagem.** Trabalho da disciplina Tópicos avançados em forragicultura (Prof. Domicio Nascimento JR). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.2001 Disponível em: <<http://www.forragicultura.com.br/arquivos/FISIOLOGIAVEGETALMANEJOpastagens.pdf>> Acesso em: 03 fev. 2016.

ROCHA, G. L. R. **Ecosistemas de pastagens.** Piracicaba: FEALQ, p. 331, 1991.

RODRIGUES, B. H. N.; LOPES, E. A.; MAGALHÃES, J. A. Determinação do teor de proteína bruta no capim-tanzânia, sob diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 13., 2003, Juazeiro, BA. **Anais...** Viçosa: ABID, 2003. CD-ROM.

ROMAN, E. S.; VARGAS, L.; RIBEIRO, M. C. F. **Efeito do teor de umidade do solo na seletividade e na eficiência de carfentrazone-ethyl no controle de plantas daninhas na**

cultura da soja. Revista Brasileira de Herbicidas, Passo Fundo, 2005. Disponível em: <http://www.upf.br/rbherbicidas/download/RBH_Carfentrazone.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2016.

SANCHES, A. C. **Produtividade e valor nutritivo do capim Tifton 85 irrigado e sobressemeado com aveia.** 2014. P. 34. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Água e Solo) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2014.

SANTOS, F. G. **Aspectos morfológicos e índice climático de crescimento dos capins Brachiaria brizantha cv. Marandu, Cynodon dactylon cv. Tifton 85 e Panicum maximum cv. Tanzânia, para a região agropastoril de Itapetinga-BA.** 2006. p.113. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, 2006.

SANTOS, P. M.; ALTOÉ, J.; VALLE, C. B., GODOY, R. Tolerância ao estresse por déficit hídrico de genótipos de Brachiaria brizantha. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 2009, Ceará. **Anais...** Ceará: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2009.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; SOARES, G. C.; DALL'AGNOL, M. **Efeito de frequência e altura de corte em dois genótipos de Bromus auleticustrin, exness.** Revista Brasileira de Agrociência, v. 8, n. 3, p. 191-194, 2002.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos).** 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, p. 235, 2002.

SILVA, D. M. W. R. **Características estruturais, produtivas e bromatológicas das gramíneas Tifton 85, Marandu e Tanzânia submetidas à irrigação.** Itapetinga: UESB, 2009. 54 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia - Produção de Ruminantes).

SILVA, F. F.; SÁ, J. F.; SCHIO, A. R.; ÍTAVO, L. C. V.; SILVA, R. R.; MATEUS, R. G. **Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, p. 371-389, 2009.

SILVA JÚNIOR, L. C.; LUCAS, F. T.; BORGES, B. M. M. N.; SILVA, W. J. **Influência da radiação fotossinteticamente ativa no crescimento e Desenvolvimento de forrageiras tropicais.** FAZU em Revista, Uberaba, n. 7, p. 63- 67, 2010.

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

SORIA, L.G.T. **Produtividade do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia) em função da lâmina de irrigação e de adubação nitrogenada.** Piracicaba: ESALQ, 2002. 170 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Irrigação e Drenagem).

TAIZ, L.; ZAIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Porto Alegre: Artmed, 4. ed. p. 820, 2009.

TEIXEIRA, A. M.; JAYME, D. G.; SENE, G. A.; FERNANDES, L. O.; BARRETO, A. C.; RODRIGUES JÚNIOR, D. J.; COUTINHO, A. C.; GLÓRIA, J. R. **Desempenho de vacas Girolando mantidas em pastejo de Tifton 85 irrigado ou sequeiro.** Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v. 65, n. 5, p. 1447-1453, 2013.

UNESCO. **Relatório da ONU alerta para possível crise mundial de água.** Revista Veja Ciência, 2015. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/relatorio-da-onu-alerta-para-possivel-crise-mundial-de-agua>> Acesso em: 10 fev. 2016.

VALENZUELA, J. C. **Agro-environmental evaluation of irrigation land I.** Water use in Bardenas irrigation district (Spain). *Agricultural Water Management*, v. 96, p.179-187, 2009.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 17., Piracicaba, 2000. **Anais.** Piracicaba: FEALQ, p. 65-108, 2000.

VAN GENUCHTEN, M. Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.

VAN LOO, E.N. **Tillering, Leaf expansion and growth of plants of two cultivars of perennial ryegrass grown using hydroponics at two water potentials.** *Annals of botany oxford*, v.70, n. 6, p. 511- 518, 1992.

VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: CERES/POTAFOS, p. 343, 1991.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; GARGANTINI, P. E.; LIMA, R. C. Qualidade de forragem sob irrigação na região Oeste do estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 16., 2009, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABID, 2009. 1 CD-ROM.

VILELA, L.; GUERRA, A. F.; LEITO, G. G.; MARCELINO, K. R. A. **Produtividade do *Cynodon* spp. cv. Tifton 85 sob diferentes tensões de água no solo e doses de nitrogênio.** Planaltina, DF. EMBRAPA, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n. 36, p. 20, 2002.

VITOR, C. M. T. **Adubação nitrogenada e lâmina de água no crescimento do capim-elefante**. 2006. 77 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VOLTOLINI, T. V.; CAVALCANTI, A. C. R.; MISTURA, C.; CÂNDIDO, M. J. D.; SANTOS, B. R. C. **Pastos e manejo do pastejo em áreas irrigadas**. Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. EMBRAPA. p. 265 - 298. 2012.