

FERNANDO FRANÇA DA CUNHA

**IRRIGAÇÃO DE *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia
EM AMBIENTE PROTEGIDO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2005**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

Cunha, Fernando França da, 1980- C972i
Irrigação de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia 2005
em ambiente protegido / Fernando França da Cunha.
– Viçosa : UFV, 2005.

viii, 87f. : il. ; 29cm.

Inclui anexo.

Orientador: Antônio Alves Soares.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 73-82.

1. *Panicum maximum* - Irrigação. 2. Pastagens -
Manejo. 3. *Panicum maximum* - Raízes. 4. Água – Uso.
5. Evapotranspiração. 6. Produtividade. 7. Morfogênese.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 631.587

FERNANDO FRANÇA DA CUNHA

**IRRIGAÇÃO DE *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia
EM AMBIENTE PROTEGIDO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Aprovada: 14 de fevereiro de 2005.

Prof. Odilon Gomes Pereira
(Conselheiro)

Prof. Gilberto Chohaku Sedyama
(Conselheiro)

Prof. Luiz Cláudio da Costa

Ph.D. Hans Raj Gheyi

Prof. Antônio Alves Soares
(Orientador)

Aos meus pais, Pedro e Maura

... à quem dedico esta realização!

AGRADECIMENTOS

À meus familiares, em especial aos meus pais Pedro Fernandes da Cunha e Maura Eulália França da Cunha, pelo amor e carinho, pela formação moral e pelo sacrifício e empenho para a minha formação profissional.

À Simone Quintão Silva, uma pessoa especial que sempre esteve presente, me dando carinho e confiança, sendo fundamental para realização desse curso.

À Universidade Federal de Viçosa, por meio do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização do curso.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Antônio Alves Soares, pela orientação competente, profissionalismo, dedicação e franqueza.

Ao professor e companheiro de futebol Odilon Gomes Pereira, pelos conselhos aos quais sempre pude recorrer.

Aos professores Everardo Chartuni Mantovani e Gilberto Chohaku Sedyama, pela colaboração e assistência durante os trabalhos.

Ao amigo Franklin Vitor Souza Abreu, pelo incentivo e pela colaboração na realização dos trabalhos de campo.

Aos amigos Daniel Lambertucci, Darik Souza, Guilherme Ferreira e Roberto, pela contribuição durante o experimento.

À amiga Patrícia Luís e aos professores Mauro Martinez e Edson Vieira por terem me apresentado à Engenharia Agrícola e propiciado o início de toda esta empreitada.

Aos amigos do laboratório de Hidráulica pela receptividade e convivência durante todos esses anos, em especial a Wendy Ataíde e Marcelo Rossi.

Aos professores, colegas, funcionários e estagiários do DEA.

Aos amigos com os quais convivi nas repúblicas Dend'água e Tico-meu, pelo companheirismo e histórias que guardarei na lembrança.

A todos que contribuíram ou torceram pelo sucesso deste trabalho.

BIOGRAFIA

Fernando França da Cunha, filho de Pedro Fernandes da Cunha e Maura Eulália França da Cunha, nasceu em Patos de Minas, MG, em 17 de janeiro de 1980.

Em 1997, concluiu o 2º grau na “Escola Estadual Dom Lustosa”, no município de Patrocínio, MG.

Em 1999, matriculou-se no curso de Graduação em Agronomia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), diplomando-se em agosto de 2003.

Em agosto desse mesmo ano, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Engenharia Agrícola, área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais, da UFV, submetendo-se à defesa de tese em fevereiro de 2005.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. <i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Tanzânia	3
2.2. Irrigação de pastagens	5
2.3. Efeito do clima na produção de forragem	8
2.4. Características morfogênicas	10
2.5. Valor nutritivo de forrageiras	12
2.6. Sistema radicular	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1. Descrição da área experimental	16
3.2. Características do solo	18
3.3. Cultivo da forrageira	19
3.4. Monitoramento do experimento	19
3.5. Esquema de montagem	22
3.6. Dados meteorológicos	23
3.7. Densidade de perfilhos	24
3.8. Avaliação morfogênica	25
3.9. Produtividade e teor de matéria seca	26
3.10. Eficiência do uso da água	27
3.11. Composição bromatológica e DIVMS	27
3.12. Sistema radicular	28
3.13. Análise estatística	32

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1. Dados meteorológicos.....	33
4.2. Consumo de água	38
4.3. Densidade de perfilhos.....	39
4.4. Características morfogênicas	42
4.4.1. Taxa de aparecimento de folhas (TApF).....	42
4.4.2. Taxa de alongamento de folhas (TAIF).....	43
4.4.3. Taxa de alongamento de colmo (TAIC).....	44
4.4.4. Número de folhas emergentes (NFEm).....	45
4.4.5. Número de folhas expandidas (NFEx).....	47
4.4.6. Número de folhas vivas (NFV)	47
4.5. Produtividade de matéria seca.....	49
4.6. Teor de matéria seca	52
4.7. Eficiência do uso da água.....	53
4.8. Composição bromatológica e DIVMS.....	58
4.9. Sistema radicular	62
5. RESUMO E CONCLUSÕES	71
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
7. ANEXOS.....	83

RESUMO

CUNHA, Fernando França da, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2005, **Irrigação de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia em ambiente protegido.** Orientador: Antônio Alves Soares. Conselheiros: Odilon Gomes Pereira, Everardo Chartuni Mantovani e Gilberto Chohaku Sedyama.

Objetivou-se estudar o efeito de diferentes turnos de rega e níveis de irrigação sobre *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia. O capim foi cultivado em recipientes sob condições de ambiente protegido no período de janeiro a outubro de 2004. As irrigações foram realizadas com turnos de rega de 1, 4 e 7 dias, e lâminas de irrigação para restabelecer 50, 75 e 100% da disponibilidade total de água no solo. Aos 46 dias após a semeadura, procedeu-se o corte de uniformização. A partir de então, foram realizados quatro cortes para avaliação. A evapotranspiração da cultura (ETc) foi obtida por meio de quatro lisímetros de drenagem. Foram avaliados durante o experimento a densidade populacional de perfilhos, características morfogênicas, produtividade e teor de matéria seca (MS), eficiência do uso da água (EUA), composição bromatológica, digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS), a distribuição e a profundidade efetiva do sistema radicular. O perfilhamento foi maior para maior nível de irrigação. O clima proporcionou maior efeito nas características morfogênicas que os tratamentos. Turno de rega diário proporcionou maiores taxa de aparecimento de folhas (TApF) no período em que a temperatura e a radiação foram superiores, período esse responsável também pelas maiores taxas de alongamento de colmo (TAIC). A taxa de alongamento de folhas (TAIF) foi superior no tratamento que apresentou o menor consumo de água. Os fatores estudados não proporcionaram efeito expressivo no número de folhas emergentes (NFEm), expandidas (NFEx) e vivas (NFV). A produtividade de MS aumentou à medida que aumentou o nível de irrigação e diminuiu o turno de rega. O teor de MS foi maior conforme se aumentou o nível de irrigação. Os valores de EUA foram menores no corte realizado no período de menores temperaturas, mostrando o efeito da sazonalidade. Existiu uma relação diretamente proporcional entre a EUA e o fator turno de rega. O teor de proteína bruta (PB) foi maior quanto menor foi a quantidade de água aplicada. Os teores de DIVMS foram inversamente proporcionais aos teores de fibra em detergente ácido (FDA). A profundidade efetiva do sistema radicular foi maior quanto maiores o turno de rega e o nível de irrigação.

ABSTRACT

CUNHA, Fernando França da, M.S., Universidade Federal de Viçosa, february of 2005, **Irrigation of *Panicum maximum* Jacq. cv Tanzania in greenhouse**. Advisor: Antônio Alves Soares. Committee Members: Odilon Gomes Pereira, Everardo Chartuni Mantovani and Gilberto Chohaku Sedyama.

The aim of this work was to study the effect of different irrigation frequency and levels of irrigation on *Panicum maximum* Jacq. cv Tanzania. The grass was cultivated in recipients inside greenhouse, in the period of January to October 2004. The irrigations were performed with a frequency of 1, 4 and 7 days, in order to reestablish soil water content to 50, 75 and 100% of the total available water in the soil. Forty-six days after the seeds had been sowed, an unifomization cut was performed, and after that, four cuts for evaluation were accomplished. The crop evapotranspiration (ET_c) was obtained by means of four drainage lysimeters. During the experiments the tiller population density, morphogenetical characteristics, yield and the grass dry matter content (DM), water use efficiency (WUE), chemical composition of the grass, in vitro dry matter digestibility (IVDMD), the root distribution and the effective root depth were evaluated. The tillering was bigger for the highest level of irrigation. The climate provided a more significant effect on the morphogenetical characteristics than the treatments. The irrigation frequency provided a larger leaf appearance rate (LAR) in the period when temperature and radiation were higher. This period was also responsible for the biggest steam elongation rate (SER). The leaf elongation rate (LER) was superior in the treatment that showed the least consumption of water. The studied factors did not provide an expressive effect on the emerging leaf numbers (EmLN), expanded leaf numbers (ExLN) and living leaf numbers (ALN). The productivity of DM increased for the irrigations that reestablished higher soil moisture and irrigation frequency. The grass dry matter increased with the irrigation depth. The WUE values were smaller in the cut accomplished in the periods of low temperatures, showing the effect of seasonality. A proportional relation between the WUE and the irrigation frequency occurred. The crude protein (CP) increased as the irrigation depth decreased. The IVDMD were inversely proportional to the acid detergent fiber (ADF). The effective root depth was larger as the irrigation frequency and the irrigation depth increased.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem se firmado no mercado internacional como grande produtor e exportador de carne bovina. O rebanho de bovino é de 167 milhões de cabeças (ANUALPEC, 2004). Do ano de 1997 para o ano de 2002, a exportação brasileira passou de 500.000 t/ano para 1.200.000 t/ano, significando um aumento de 20% na exportação ao ano (BALSALOBRE et al., 2003). A produção de carne bovina brasileira no ano de 2003 foi de aproximadamente 4,98 milhões de toneladas. O aumento da produção é da ordem de 240.000 t/ano, o que significa cerca de 1,2 milhões de animais abatidos a mais por ano (IBGE, 2004).

As pastagens, devido seu baixo custo de produção em relação aos concentrados, representam a forma mais prática e econômica de alimentação de bovinos, constituem a base de sustentação da pecuária do Brasil. Sabe-se, entretanto, que os resultados econômicos que vêm sendo obtidos pela maioria dos pecuaristas, com a produção de bovinos em pasto, podem ser considerados muito modestos tendo em vista o grande potencial do País. Isso é explicado principalmente por esses sistemas de produção serem desprovidos de planejamento e controle.

A irrigação de pastagens não tem sido feita de modo correto e, na maioria das vezes, ocorre aplicação excessiva de água, ocasionando prejuízos ao meio ambiente ao longo do tempo e redução na produção de matéria seca. Como exemplo desses problemas podem ser citados: o consumo desnecessário de energia elétrica e de água; lixiviação dos nutrientes e a maior compactação do solo, que repercutem na diminuição da vida útil da pastagem. Para que isso não aconteça, precisa-se de um bom manejo da irrigação, que é um recurso para racionalizar a aplicação de água às culturas de maneira complementar às precipitações pluviais, necessitando de certos procedimentos para determinar a frequência de irrigação (turno de rega), bem como medir a quantidade de água a ser aplicada (lâmina de irrigação) (RASSINI, 2001).

O uso da técnica de irrigação de pastagens vem apresentando grande expansão, principalmente na região Centro-Oeste. Já existem aproximadamente 80 pivôs irrigando áreas de 100 ha cada um, em média, na região central do Brasil. Segundo VILELA (1999), 25% das vendas de equipamentos de pivô central pela “Valmont Irrigation do Brasil” são destinadas à pecuária.

No passado, as pesquisas com irrigação de pastagens estavam concentradas, principalmente, na região Sudeste do país, onde experimentos foram realizados quase na sua totalidade nos estados de São Paulo e Minas Gerais, em regiões onde predominam temperaturas de inverno que não permitem que as forrageiras tropicais se desenvolvam em seu potencial (LADEIRA et al., 1966; PEREIRA, 1966; ANDRADE, 1972; GHELFI FILHO, 1972; CARVALHO et al., 1975; entre outros). Assim, os resultados pouco animadores, obtidos nesses experimentos, geraram uma crença de que a irrigação de pastagens durante o período seco do ano não era uma técnica viável, pensamento este que ainda está arraigado nos dias atuais. Isto para aquela época, era absolutamente verdadeiro, pois a pecuária mais desenvolvida estava concentrada em grande parte naquela região, onde foram realizados tais experimentos. Hoje em dia, com a migração da pecuária – principalmente a de corte – para a região Centro-Oeste, a situação mudou e aquela generalização não é mais válida. Além do mais, a maioria daqueles cultivares já não são utilizados e as técnicas empregadas como adubação não são as mesmas.

A literatura concernente ao desempenho agrônômico e econômico de pastagens irrigadas no Brasil, ainda é bastante restrita e seu uso é uma realidade fundamentada em experiências empíricas de produtores e que, ainda não encontra alicerces na pesquisa científica. Portanto, há necessidade de se determinar o desempenho de cultivares de forrageiras irrigadas, que apresentem adequadas características agrônômicas e de consumo pelos animais, tais como os apresentados pelo cultivar Tanzânia.

Do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de diferentes turnos de rega e níveis de irrigação sobre:

- características morfogênicas e perfilhamento do *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia;
- produtividade e teor de matéria seca do capim;
- composição bromatológica e digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca; e
- eficiência do uso da água e desenvolvimento do sistema radicular.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia

As plantas do gênero *Panicum* pertencem à família *Gramíneae*, tribo *Paniceae*, que possui cerca de 80 gêneros e mais de 1.460 espécies (CARRIEL, 1979).

As espécies forrageiras foram selecionadas durante anos pela população de animais ruminantes. Em muitos países, poucas espécies nativas de capim são atualmente utilizadas para alimentação de seus rebanhos (EL-KHARBOTLY et al., 2003). Face a isto, espécies exóticas estão sendo multiplicadas para que exista um aumento na produção animal (PEACOCK et al., 2003).

O *Panicum maximum* é uma espécie perene e se caracteriza por formar touceiras, podendo apresentar o sistema radicular profundo entre 45 e 150 cm (MOLINARI, 1952). A planta pode apresentar altura entre 60 e 200 cm, limbos foliares verde-escuros, com 35 mm de largura, terminando em pontas finas, panículas entre 12 e 40 cm de altura e espiguetas abertas, entre 3 e 3,5 mm de longitude (SKERMAN & RIVEROS, 1992).

A espécie *Panicum maximum* tem seu centro de origem na África tropical, sendo encontradas formas nativas até a África do Sul, em margens florestais, como capim pioneiro ocupando o solo recém-desmatado e em pastagens sob sombra de árvores; porém, é na região Leste africana que se encontra o maior potencial de diversidade da espécie (JANK, 1995). Segundo SKERMAN & RIVEROS (1992), essa espécie é distribuída dentro de uma faixa bastante ampla do globo terrestre, nas zonas equatoriais de ambos os hemisférios, mas com maior predominância na zona equatorial úmida compreendendo desde 28 °N até 16 °S de latitude, e altitude que varia desde o nível do mar até aproximadamente 2.500 m.

O cerrado brasileiro possui uma área de 204 milhões de hectares, sendo que 50 milhões de hectares são de pastos cultivados, e a maioria deles com espécies de origem

africana (SILVA et al., 2004). Segundo MEISSNER (1997), os cultivares de *Panicum* produzem satisfatoriamente nos sub-tropicos e ainda melhor nos trópicos úmidos.

A introdução dessa espécie no Brasil ocorreu por meio da importação de escravos africanos que utilizavam a forragem como cama nos navios. A baixa variabilidade das populações introduzidas é explicada em função dessa espécie ter sido retirada basicamente da região Oeste da África, que possui populações marginais e altamente homogêneas (Chase, 1944 citado por MÜLLER, 2000).

De acordo com ARONOVICH (1995), a espécie *Panicum maximum* chegou a ocupar área superior a seis milhões de hectares no Brasil e, provavelmente, pelo manejo incorreto da pastagem, essa área pode ter sofrido redução. Essa diminuição de área tem sido verificada após alguns ciclos de pastejo, evidenciando a queda na produção de matéria seca e conseqüente decréscimo na produção de carne e leite. Portanto, a questão fundamental para uma nova expansão de área de *Panicum maximum* está fundamentada no conhecimento das exigências da planta forrageira, as quais têm restringido a sua persistência nessas áreas de exploração.

Segundo JANK (1995), o *Panicum maximum* sempre despertou muito interesse entre pesquisadores devido a seu alto potencial produtivo, com excelentes respostas à adubação e ampla adaptabilidade. JONES & PALMER (2000), comparando *Panicum maximum* com seis leguminosas, observaram que essa espécie apresentou maior digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca.

Nos últimos tempos, observou-se o lançamento de novos cultivares da espécie *Panicum maximum*, dentre elas o Tanzânia, lançado em 1990 pelo Centro Nacional de Pesquisa com Gado de Corte (EMBRAPA). O capim-Tanzânia é uma planta cespitosa, ou seja, apresenta-se com pequena porcentagem de ocupação da superfície do solo, possui altura média de 1,3 m e folhas decumbentes com largura média de 2,6 cm. Lâminas e bainhas são glabras, sem cerosidade e os colmos são levemente arroxeados. As inflorescências são do tipo panícula, com ramificações primárias longas, e secundárias longas apenas na base. As espiguetas são arroxeadas, glabras e uniformemente distribuídas, e o vertículo é glabro (SAVIDAN et al., 1990). É uma gramínea de estação quente, bem adaptada às condições de meio ambiente do Brasil, de elevada produção de matéria seca e de alto valor nutritivo, constituindo-se uma forrageira altamente promissora para ser utilizada sob pastejo.

O potencial de utilização deste capim pode ser verificado por meio dos resultados obtidos durante a avaliação dos acessos no banco de germoplasma da EMBRAPA Gado de Corte, em que produziu 33 t ha⁻¹/ano de matéria seca total, sendo

26 t ha⁻¹/ano de matéria seca foliar (80%), e teve, em média, 12,7% de proteína bruta nas folhas e 9% nos colmos (SAVIDAN et al., 1990; JANK, 1995).

CECATO et al. (2001b) destacam o capim-Tanzânia como alternativa para melhorar a eficiência dos sistemas de produção de bovinos de corte na região Noroeste do Paraná, devido à elevada produção de matéria seca e alto valor nutritivo. Até utilizando água residuária se conseguiu produzir satisfatoriamente bem com esse cultivar. GHERI et al. (2003), aplicando soro ácido de leite, obtiveram aumento de produção de matéria seca aplicando 390 m³ ha⁻¹, acumulada em três ciclos.

GOMIDE & GOMIDE (2000), comparando o perfilhamento de quatro cultivares de *Panicum maximum*, Tanzânia, Mombaça, Vencedor e Centenário, observaram que a estabilização de perfilhos por planta no Tanzânia foi superior a outros cultivares. Enquanto que o Tanzânia se estabilizou em 15 perfilhos por planta, os outros cultivares se estabilizaram em 10 perfilhos por planta.

A produtividade do capim-Tanzânia é bastante afetada pela fertilidade do solo, pois esse capim é considerado muito exigente em adubação. A maior produção de matéria seca do capim-Tanzânia devida à adubação nitrogenada tem sido relatada por diversos autores (FORNI et al., 2000; QUEIROZ NETO, 2001; PINHEIRO, 2002; SORIA, 2002). EUCLIDES et al. (1999), trabalhando com três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo, observaram que a taxa de lotação e produtividade foram maiores para o capim-Tanzânia recebendo uma adubação de 100 kg N ha⁻¹/ano comparado a 50 kg N ha⁻¹/ano.

2.2. Irrigação de pastagens

Segundo AGUIAR et al. (2004), nas reuniões da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), os trabalhos sobre irrigação em pastagens foram poucos até 2000 (apenas cinco trabalhos), seis em 2001 e mais de dez trabalhos em 2002. Esta evolução demonstra uma renovação do interesse da comunidade científica sobre o assunto.

Alguns fatores como irregularidades do regime pluvial tornam-se uma restrição ao desenvolvimento agrícola, pois mesmo dentro de estações chuvosas, observa-se períodos de déficit hídrico. A evapotranspiração da pastagem geralmente excede a precipitação pluvial, sendo assim, a distribuição de água de maneira artificial em pastagens por meio de irrigação é a garantia para se produzir como planejado, sem que a

falta de chuvas altere os índices de produtividade e de rentabilidade previamente estabelecidos.

Segundo LOURENÇO (2004), em situações de déficit hídrico, as plantas apresentam mecanismos de aclimação genética, alterando o padrão de distribuição de carboidratos (osmoregulação), direcionando-os para regiões mais prioritárias (sistema radicular).

Em uma revisão feita por CÂNDIDO (2003), o efeito mais imediato da deficiência hídrica é o fechamento dos estômatos, que provoca a redução na condutância estomática. Isso afeta diretamente o processo fotossintético na fase de absorção do gás carbônico (CO₂), devido à diminuição na concentração de Ribulose-1,5-bi-fosfato no ciclo de Calvin. O déficit hídrico desencadeia a síntese de ácido abscísico (ABA) a partir dos carotenóides das raízes, provocando diversos efeitos como o desenvolvimento prematuro do processo reprodutivo e aceleração da senescência, quando as folhas mais velhas sofrem dessecação e, posteriormente, abscisão. Então, a intensidade da deficiência hídrica num certo período de tempo determinará o nível de queda na produção de uma pastagem.

Segundo HILLESHEIM (1994), a irrigação em pastagens é preconizada para atender a duas finalidades: a primeira seria a de diminuir o efeito da sazonalidade, com objetivo de aumentar a produção na estação seca e com isso alcançar maior equilíbrio durante o ano; a segunda seria a de obter, simplesmente, aumento de produção de matéria seca durante o ano, independente da sazonalidade.

O primeiro objetivo se baseia no fato de que a sazonalidade seria provocada pela escassez de chuvas no período da estação seca. Neste sentido, um dos trabalhos esclarecedores, realizado por GHELFI FILHO (1972), teve como objetivo estudar três níveis de irrigação comparados com uma testemunha. O autor observou que em nenhum dos três níveis de irrigação foi constatada alteração na produção estacional, o que contradiz o primeiro objetivo, no qual a irrigação é preconizada para pastagens. Mesmo que a irrigação fosse utilizada somente no período seco, com a finalidade específica de "corrigir" o efeito da seca, pouco êxito se obteria para equilibrar a produção, ou seja, a indisponibilidade de água no solo no período seco não é tão importante, uma vez que a evapotranspiração é reduzida nesta época do ano.

A segunda finalidade de irrigar a pastagem, de acordo com HILLESHEIM (1994), seria obter incremento da produção de matéria seca, independente do período do ano. QUEIROZ NETO (2001) e PINHEIRO (2002) verificaram que a irrigação pode contribuir para a obtenção de incrementos de matéria seca.

Segundo RODRIGUES et al. (2004), em áreas de menor latitude, a irrigação tem a oportunidade de mostrar maior viabilidade técnico-econômica, em comparação com outras regiões do País localizadas em maiores latitudes, pois são áreas que apresentam temperatura e radiação solar mais constantes.

A irrigação de pastagens vem apresentando grande expansão, principalmente na região Centro-Oeste (VILELA, 1999). Existem áreas de pastagens irrigadas por pivô central, em início de desenvolvimento, para taxas de lotação de 10 unidades animal por hectare (UA/ha) na primavera-verão e de seis UA/ha no outono-inverno e que buscam ganhos médios da ordem de 800 g/UA/dia. Já em pastagens não irrigadas a taxa de lotação é de oito UA/ha na primavera-verão e de 1 a 1,5 UA/ha no outono-inverno. Tais valores levam em consideração que, em ambos os casos, foi realizada a adubação de acordo com a análise do solo. A capacidade de produção de forragem na seca sob sistemas irrigados é de 50 a 60% do que se produz na primavera-verão e sem irrigação é de 10 a 20% do que se produz no mesmo período. Atualmente existem cerca de 200 milhões de hectares de pastagens no País, sendo aproximadamente metade cultivadas pelo homem, com expansão anual de cinco milhões de hectare (AGUIAR, 1998).

A resposta à associação da adubação nitrogenada com a irrigação também tem se mostrado satisfatória tanto no período seco, como no chuvoso, durante os veranicos (ALVIM et al., 1998 e SORIA et al., 2003). PEREIRA et al. (1965), estudando o efeito da irrigação e adubação em 10 gramíneas, dentre elas o capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) e o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), na época seca em duas regiões do Estado de Minas Gerais, concluíram que a adubação sem irrigação aumentou a produção de massa verde em 56% numa localidade, enquanto que na outra, não houve diferença entre os tratamentos. Em ambos os locais as produções aumentaram de 62 a 72% como consequência apenas da irrigação. A interação irrigação versus adubação aumentou a produção em 209 e 176% em cada uma das duas regiões.

Os benefícios da irrigação são intensificados apenas quando associados à adubação, porém a formação de pastagens nas regiões tropicais e subtropicais é quase sempre relegada às terras de baixa fertilidade (ANDRADE et al., 2000). TOMAR et al. (2003) trabalhando na Índia, relatam que as áreas constituídas de solos degradados são normalmente deixadas para pastos e a produtividade de forragem nessas terras é pequena, mostrando que essa má conduta não é exclusiva dos produtores brasileiros. Além disso, não há nenhuma administração do pasto, e assim, a rentabilidade fica prejudicada.

2.3. Efeito do clima na produção de forragem

Segundo SORIA (2002), o crescimento das gramíneas é influenciado por alguns elementos climáticos, tais como a água provinda de precipitações pluviométricas, temperatura e luz, as quais determinam de modo marcante todo o desenvolvimento dessas plantas, quando não é considerado o potencial genético da planta.

A pluviosidade afeta diretamente o crescimento das plantas e a produção de matéria seca nas regiões tropicais e subtropicais (CROWDER & CHHEDA, 1982), e as maiores concentrações de plantas da espécie *Panicum maximum* ocorrem em regiões cujos índices pluviométricos anuais apresentam-se superiores a 760 mm (ROCHA, 1991) e 1000 mm (SKERMAN & RIVEROS, 1992). Para essas plantas, McCOSKER & TEITZEL (1975) atribuíram uma exigência média anual de 1300 mm.

Segundo BURKART (1975), sob condições de temperaturas médias anuais superiores a 29 °C e de inverno acima de 15 °C (características das regiões tropicais e subtropicais), o fator temperatura perde importância e as condições hídricas assumem papel preponderante na fenologia das plantas. Entretanto, em regiões cujas temperaturas médias anuais são de 10 °C e 20 °C e de inverno entre 5 °C e 15 °C, a temperatura exerce papel tão importante quanto a umidade do solo. A taxa de crescimento de espécies do gênero *Panicum* apresenta-se extremamente baixa sob temperaturas médias inferiores a 14 °C (SKERMAN & RIVEROS, 1992), ou inferiores a 15 °C (COOPER & TANTON, 1968; McWILLIAM, 1978 e GOMIDE, 1994). MEISSNER (1997), em estudos realizados no continente africano, observou-se que os estresses nas forrageiras nativas, particularmente a queda de temperatura nas estações secas, refletem em deficiências minerais e conseqüentes quedas nos teores protéicos dos capins.

Segundo revisão feita por GOMIDE (1993), o capim-Tanzânia apresenta taxa fotossintética máxima entre 30 °C e 35 °C e segundo CROWDER & CHHEDA (1982) muitas espécies tropicais apresentam altas taxas de crescimento à temperatura de 35 °C e algumas a 38 °C.

Para completarem cada fase de desenvolvimento, as plantas necessitam de determinada quantidade de energia. Existem vários métodos na literatura que relacionam o grau de desenvolvimento de uma cultura com a temperatura do ar, sendo o mais empregado a soma das unidades térmicas ou graus-dia.

O conceito de graus-dia baseia-se no acúmulo térmico, dentro dos limites de temperatura nos quais a planta se desenvolve, definidos pelas temperaturas basais inferior e superior. Cada grau de temperatura acima da temperatura-base corresponde a

um grau-dia. Cada cultivar possui uma temperatura-base, que pode variar em função da fase fenológica da planta, sendo comum adotar-se um valor médio para todo o ciclo da cultura para facilitar sua aplicação (CAMARGO, 1984).

O conceito de graus-dia contém uma série de aproximações que se tornam motivo freqüente de críticas ao seu uso. Dentre essas aproximações, destacam-se a temperatura-base, que é assumida como única durante o ciclo da planta; e as temperaturas diurnas e noturnas, que têm igual importância no seu crescimento e desenvolvimento. WANG (1960) e MASSIGNAM & ANGELOCCI (1993) explicam que as plantas respondem diferentemente aos mesmos elementos climáticos durante as fases de desenvolvimento, enfatizando o fato de que a exigência em graus-dia é constante somente naquela amplitude em que existe a linearidade entre o crescimento relativo e a temperatura.

Segundo WANG et al. (2002), com o aumento de graus-dia que é associado com maiores temperaturas e abundante energia solar, observam-se maiores produtividades das pastagens.

VILLA NOVA et al. (1999), trabalhando com pastagem, desenvolveram uma curva de produção em função da unidade fototérmica, que correlaciona graus-dia com fotoperíodo para explicar o acúmulo de forragem.

Segundo SORIA (2002), a luz solar pode afetar o desenvolvimento e florescimento das gramíneas, de modo que o seu efeito poderia ser dividido em três diferentes componentes: resposta à duração da radiação recebida (fotoperiodismo), a qualidade de luz (comprimento de ondas), e a irradiação (energia radiante). Estes três componentes interagem durante todo o crescimento da planta e principalmente no momento do florescimento.

Os locais que predominam o *Panicum maximum* (ambientes tropicais e subtropicais) são caracterizados por elevados índices de radiação (acima de 300 cal cm⁻²/dia), não se constituindo fator limitante ao crescimento de plantas dessa espécie (ROLIM, 1980 e ALCÂNTARA & BUFARAH, 1985).

A sazonalidade da produção de plantas forrageiras sempre preocupou pesquisadores e pecuaristas, pois as baixas temperaturas e a conseqüente queda de produção de capim fazem com que os produtores intensifiquem o uso de concentrados ou de forragens conservadas na alimentação do rebanho, onerando, conseqüentemente, o custo de produção (BOTREL et al., 2002). Isto levou os pesquisadores a realizarem, já nas décadas de 60 e 70, muitos experimentos para avaliar a viabilidade da prática da irrigação, durante o período seco do ano, como uma forma de resolução do problema da

sazonalidade (PEDREIRA, 1965; LADEIRA et al., 1966; PEREIRA et al., 1966; GHELFI FILHO, 1972; CARVALHO et al., 1975).

Com o objetivo de estudar a curva de crescimento do capim-Colômbio, PEDREIRA (1965) promoveu cortes periódicos da pastagem e observou que os rendimentos de matéria seca por unidade de área se estabilizaram logo após as coletas realizadas no mês de maio, época em que ocorreu a maior intensidade de florescimento; assim a curva de crescimento tomou a posição horizontal para cair em seguida, descrevendo uma sigmóide, com a produção de matéria seca no inverno perfazendo 9% dos valores anuais totais.

GHELFI FILHO (1976), trabalhando com a prática de irrigação em capim-Colômbio, obteve acréscimos de 48% na produção de matéria seca dessa forrageira, quando irrigada no período de inverno; porém, com a persistência do problema da sazonalidade de produção. O mesmo autor constatou que as maiores médias de produção foram obtidas nos tratamentos submetidos a maiores lâminas de água. Por meio dos dados meteorológicos, observou-se que as temperaturas médias mínimas no período de 1948 a 1970, nos meses de abril e setembro, variaram entre 15,1 °C a 9,5 °C, com temperaturas médias mínimas inferiores a 11 °C no período de junho e agosto. Dessa forma, a alteração não significativa da distribuição de produção de forragem no capim-Colômbio irrigado obtida pelo autor, comparada com a testemunha no período de inverno, pôde ser relacionada a baixas temperaturas vigentes no período estudado. (ROLIM, 1980).

SANTOS et al. (2003) determinaram, em seu trabalho para região Sudeste do Brasil, que se deve aumentar o período de tempo em 10 dias no ciclo do capim-Tanzânia no período de inverno para contornar o problema da queda de produção. Enquanto que nos outros meses, o ciclo seria de 38 dias, no inverno deveria ser de 48 dias.

2.4. Características morfogênicas

O sucesso na utilização de pastagens depende não só da disponibilidade de nutrientes ou da escolha da planta forrageira a ser utilizada, como também da compreensão dos mecanismos morfofisiológicos e de sua interação com o ambiente, ponto fundamental para suportar tanto o crescimento quanto a manutenção da capacidade produtiva da pastagem. Os estudos de fluxo de tecidos por meio de

processos morfogênicos vêm se constituindo em importante ferramenta para avaliação da dinâmica de folhas e perfilhos em comunidade de plantas forrageiras (GARCEZ NETO et al., 2002).

A morfogênese vegetal é definida como sendo a dinâmica de geração e expansão da forma da planta no espaço (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996), e segundo FAGUNDES et al. (2005), é geneticamente programada, porém influenciada por fatores ambientais como a temperatura, disponibilidade hídrica e de nutrientes, dentre outros.

A morfogênese de uma forrageira durante seu crescimento vegetativo é caracterizada por três fatores: a taxa de aparecimento, a taxa de alongamento e a longevidade das folhas (CHAPMAN & LEMAIRES, 1993).

O aparecimento de folhas exerce um papel central na morfogênese, devido à sua influência direta sobre cada um dos três componentes estruturais da pastagem (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996). A relação direta da taxa de aparecimento foliar com a densidade de perfilhos determina o potencial de perfilhamento para um dado genótipo, pois cada folha formada sobre uma haste representa o surgimento de um novo fitômero, ou seja, a geração de novas gemas axilares. Portanto, a taxa de aparecimento foliar determina grandes diferenças na estrutura da pastagem devido ao seu efeito sobre o tamanho e a densidade de perfilhos (NABINGER & PONTES, 2001).

A taxa de alongamento das folhas parece ser a variável morfogênica que, isoladamente, mais se correlaciona diretamente com a massa seca da forragem (HORST et al., 1978). O alongamento foliar está restrito a uma zona na base da folha em expansão que está protegida pelo conjunto de bainhas das folhas mais velhas ou pseudocolmo, e é função do comprimento dessa zona de alongamento e da taxa de alongamento por segmento foliar (SKINNER & NELSON, 1995).

A duração de vida da folha é o intervalo de tempo na qual uma dada folha permanece verde, ou seja, do seu aparecimento até a senescência (SBRISSIA, 2004). Segundo MARASCHIN (1996), a duração de vida da folha determina o número máximo de folhas vivas por perfilho, indicando a máxima quantidade de material vivo por área e a duração da fase de corte e início da senescência foliar. De acordo com CÂNDIDO (2003), tecidos senescentes são menos apreciados pelo animal e portanto, têm menor valor forrageiro, representando maior perda de biomassa vegetal, ao mesmo tempo em que não são capazes de fotossintetizar e contribuir para o crescimento da vegetação. Assim, a quantidade de tecido senescente pode ser usada para estimar o grau de ineficiência de utilização da forragem produzida numa pastagem.

2.5. Valor nutritivo de forrageiras

O conceito do termo “valor nutritivo” refere-se à composição química da forragem e sua digestibilidade (GERDES et al., 2000). VAN SOEST (1994) determinou que o valor nutritivo pode ser influenciado por dois fatores: a) quantidade de conteúdo celular da matéria seca, que determina a proporção de nutrientes completamente disponíveis para digestão pelos microrganismos, sendo compreendido por proteína, entre outros; e b) a proporção de parede celular na planta e seu grau de lignificação. Estes componentes são afetados por fatores fisiológicos, morfológicos, ambientais e por diferença entre espécies.

O valor nutritivo da forragem, ao longo do ano, em áreas irrigadas é diferente quando comparada com pastagens não irrigadas. Durante períodos de veranicos e, principalmente durante o inverno, ocorre queda no valor nutritivo dos pastos. A suplementação de água por meio da irrigação pode alterar a composição bromatológica e a qualidade nutritiva dessas plantas.

Além da composição química, a disponibilidade de forragem pode influenciar o consumo. Em pastagens, deve-se trabalhar numa situação de oferta de forragem não limitante, para avaliação consistente do consumo (MERTENS, 1994). O desempenho dos animais está diretamente ligado ao consumo e qualidade de matéria seca das pastagens, pois determina a quantidade de nutrientes ingeridos, os quais são necessários para atender as exigências de manutenção e produção animal (GOMIDE, 1993).

A proteína bruta (PB) das plantas forrageiras inclui tanto a proteína verdadeira quanto nitrogênio não protéico (NNP). A proteína verdadeira, dependendo da maturidade da planta, pode representar até 70% da PB nas forragens verdes. O NNP inclui substâncias como glutamina, ácido glutâmico, asparagina, ácido aspártico, ácido γ -amino-butírico, ácidos nucleicos e pequenas quantidades de outras substâncias nitrogenadas como o nitrato e outras substâncias insolúveis. A proteína verdadeira e o NNP são normalmente de elevada disponibilidade, assim como a qualidade da proteína verdadeira nas folhas (HEATH et al., 1985).

Segundo MINSON (1990), as gramíneas de clima tropical possuem teores de PB inferiores aos das espécies de clima temperado. Enquanto essas apresentam teores de PB inferiores a 10%, as gramíneas de clima temperado apresentam teores de PB de 16,6%. Esse baixo valor protéico encontrado nas gramíneas de clima tropical é devido à via fotossintética C₄, às altas proporções de caule, e aos feixes vasculares das folhas.

A digestibilidade é a medida de proporção do alimento consumido que é digerido e metabolizado pelo animal. A princípio, a digestibilidade potencial de todos os componentes da planta, exceto a lignina, é de 100%, contudo, a digestão completa nunca acontece devido às incrustações de hemicelulose e celulose pela lignina, que tem efeito protetor contra a ação dos microrganismos do rúmen (WHITEMAN, 1980).

Segundo VAN SOEST (1994), a concentração de fibra em detergente neutro (FDN) é o componente da forragem mais consistentemente associado ao consumo. Os componentes indigestíveis de um alimento são recuperados na FDN, enquanto que o detergente ácido divide a FDN nas frações solúveis e insolúveis em ácido sulfúrico a 1 N. A fração solúvel em ácido compreende a hemicelulose e as proteínas da parede celular, enquanto que o resíduo, ou fibra em detergente ácido (FDA), recupera a lignina, a celulose e as frações não carboidratos menos digestíveis.

A digestibilidade “*in vitro*” é obtida pelo método descrito por TILLEY & TERRY (1963) e seu valor é semelhante ao da digestibilidade aparente “*in vivo*”. A digestibilidade verdadeira “*in vitro*” é obtida pela substituição do segundo estágio de digestão com pepsina do método de TILLEY & TERRY (1963) por extração com detergente neutro. O uso de FDN nas fezes e no conteúdo ruminal é o método mais conveniente para separação do material indigestível dos contaminantes microbianos e metabólicos (VAN SOEST, 1994).

A digestibilidade “*in vitro*” da matéria orgânica (DIVMO) é outro fator que apresenta alguma correlação com o consumo voluntário, pois facilita o processo de degradação e passagem da forragem pelo trato digestivo. Baixa digestibilidade implica em maior tempo de retenção da forragem no rúmen, promovendo limitações de consumo de ordem física. Entretanto, 40 a 60% das variações de consumo entre as forrageiras podem ser atribuídas às diferenças na digestibilidade (REIS & RODRIGUES, 1993).

As gramíneas de clima tropical também apresentam digestibilidade menor que aquelas de clima temperado. Segundo MINSON & McLEOD (1970), as gramíneas de clima tropical são em média 13% menos digestíveis que as espécies de clima temperado. Assim, enquanto a maioria dos capins de clima temperado tem digestibilidade superior a 65%, poucas espécies tropicais atingem este patamar. AKIN (1989) comentou que a menor digestibilidade das gramíneas tropicais quando comparadas com as de clima temperado se deve principalmente às diferenças anatômicas e à temperatura a que são submetidas.

2.6. Sistema radicular

Segundo CECATO et al. (2001a), as condições físicas do solo, nutrientes, umidade, temperatura, presença de pragas e moléstias, competição com outras plantas, presença de microrganismos e grau de desfolha têm grande influência na produção de forrageiras e, conseqüentemente, na produção animal. Estes fatores atuam diretamente sobre o sistema radicular, que é o suporte e a base para a produção de perfilhos e folhas, e, portanto, de forragem.

As raízes são responsáveis pela absorção de água e nutrientes, e pelo suporte mecânico das plantas. O sistema radicular das gramíneas é do tipo fasciculado. Segundo BLANCHART et al. (2004), o sistema radicular é importante também para manter a atividade biológica, porosidade do solo e estabilidade de agregados.

De acordo com GIACOMINI et al. (2004), a produtividade da parte aérea é o reflexo do que acontece com o sistema radicular. Logo, qualquer fator que limite o desenvolvimento de raízes pode prejudicar a produção de massa seca da planta forrageira.

É amplamente reconhecido que a remoção da parte aérea por meio do corte ou pastejo de forma muito intensa e freqüente leva ao declínio da produção das plantas. Primeiro, ocorre prejuízo nas raízes que, posteriormente, se manifesta na parte aérea (CECATO et al., 2001a). CORSI & NASCIMENTO Jr. (1994) relataram que quando a produção de matéria seca diminui sensivelmente a ponto de ser notada por meio da lotação animal, a planta forrageira já reduziu drasticamente o sistema radicular, o perfilhamento, a expansão de folhas novas e os níveis de reservas de carboidratos nas raízes e base de hastes.

A capacidade do sistema radicular em absorver água e nutrientes não aumenta em proporção ao aumento do comprimento ou da área radicular. Enquanto novas raízes com alta capacidade de absorção estão sendo produzidas, raízes mais velhas se tornam menos permeáveis (KRAMER, 1983). Segundo HOPKINS (1995), as modificações anatômicas que ocorrem durante a maturidade dos tecidos, por suberização, cutinização, formação de tecidos secundários, entre outros, determinarão o padrão de absorção pelas partes mais velhas das raízes.

Na maioria das culturas, estudos sobre distribuição do sistema radicular são considerados fundamentais no fornecimento de subsídios para técnicos de adubação, tratos culturais e manejo da irrigação. Além disso, a distribuição do sistema radicular

está relacionada com a resistência ao déficit hídrico (OKUYAMA & COLASANTE, 1987).

VIEIRA (1983) relata que a distribuição do sistema radicular no solo não é uniforme, sendo maior o movimento de água em que as raízes estão mais concentradas. Nestes locais, o esgotamento da água do solo é muito mais rápido.

Um dos fatores que influenciam na distribuição de raízes no solo é a densidade aparente do solo. BELTRAME et al. (1981), estudando a resistência à penetração das raízes, observaram que essa resistência é diretamente proporcional à massa específica (densidade aparente) do solo e inversamente proporcional à umidade.

DOORENBOS & PRUITT (1977), estudando a absorção de água no perfil do solo, concluíram que a maioria das plantas retira 40% do total de água utilizada do quarto superior do perfil abrangido pelo sistema radicular, e 30, 20 e 10% do total de água utilizada pelas plantas é retirada, respectivamente, da segunda, terceira e quarta frações do perfil do solo explorado pelas raízes.

A profundidade efetiva do sistema radicular deve ser tal que, pelo menos, 80% das raízes da cultura esteja nela contida (BERNARDO, 1995).

O método mais indicado para a coleta de amostras volumétricas de solo e raiz é o do trado (manual ou mecânico), por não necessitar da abertura de trincheiras. Este método permite amostragem rápida sem grandes danos às plantas, podendo ser realizada em parcelas experimentais pequenas e fornecer informações precisas quanto à distribuição quantitativa das raízes no perfil do solo. O pequeno volume das amostras é desvantajoso quando se trabalha em culturas com baixa densidade radicular e pequeno número de repetições, podendo não representar com exatidão a distribuição radicular da cultura estudada. O método do trado não é adaptado para estudos morfológicos de raízes e o volume da amostra de solo não é determinado com exatidão, pois ocorre a compactação desta no momento da coleta e o volume do solo pode variar com a profundidade (KÖPKE, 1981).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Descrição da área experimental

O trabalho foi realizado na Estação Experimental de Irrigação e Drenagem do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa – DEA/UFV, localizado no município de Viçosa-MG. O clima de Viçosa é classificado pelo método de Köppen como Cwa, ou seja, temperado quente, com inverno seco e verão chuvoso. As coordenadas geográficas são 20° 45' de latitude Sul e 42° 51' de longitude Oeste, e a altitude é de 651 m.

Uma bancada experimental foi instalada sob condições de ambiente protegido (Figura 1), para que as chuvas não influenciassem nos resultados do trabalho. Nessa estrutura, foram colocados recipientes com as plantas a serem avaliadas e lisímetros para estimativa de perda de água.

O ambiente protegido apresentou as seguintes características: a) dimensões: 6,0 x 8,0 x 3,0 m; b) na cobertura da estufa utilizou-se filme plástico polietileno de alta densidade de 150 micra, transparente, instalado com peça única; c) o telado lateral de fechamento do ambiente protegido foi feito por meio de sombrite 30% e d) a mureta perimetral em concreto foi construída com 30 cm de altura e 6 cm de largura.

Os recipientes foram de metal com 0,6 m de diâmetro e 1,0 m de altura, de modo a minimizar o efeito do confinamento do sistema radicular. Este foi um parâmetro importante avaliado pelo efeito dos tratamentos. Instalaram-se drenos na parte inferior dos recipientes, para que fosse coletada a água percolada daqueles que serviram como lisímetros, ou o excesso em caso de percolação em qualquer tratamento. Os drenos foram construídos da seguinte forma: a primeira camada foi constituída de brita e a segunda de areia. Uma mangueira protegida com um “bidin” foi conectada ao fundo dos recipientes, para que a água fosse retirada dos coletores que estavam abaixo do nível dos recipientes (Figura 2). O interior do recipiente foi coberto com plástico preto, não permitindo contato do solo com a sua parede.



Figura 1 – Vista frontal do ambiente protegido onde foi conduzido o experimento.



Figura 2 – Vista dos coletores da água percolada dos recipientes.

3.2. Características do solo

O solo utilizado no experimento foi retirado dos primeiros 50 cm de profundidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, oriundo do campus da UFV. A análise química do solo foi realizada no Laboratório de Química de Solo, do Departamento de Solos da UFV, e os resultados foram: pH em H₂O = 5,0; Al³⁺ = 0,0 cmol_c.dm⁻³; H + Al³⁺ = 1,65 cmol_c.dm⁻³; Ca²⁺ + Mg²⁺ = 0,6 cmol_c.dm⁻³; Ca²⁺ = 0,5 cmol_c.dm⁻³; K⁺ = 18,0 mg.dm⁻³; P = 0,5 mg.dm⁻³; SB = 0,65 cmol_c.dm⁻³; CTC (t) = 0,65 cmol_c.dm⁻³; CTC (T) = 2,3 cmol_c.dm⁻³; V = 28%; e MO = 0,91 dag.kg⁻¹.

A partir dos resultados da análise química do solo foram feitas correções da acidez e fertilidade, segundo recomendações da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1999). A cada corte, foram realizadas duas adubações em cobertura, com Potássio (K₂O) e Nitrogênio [(NH₄)₂SO₄], via fertirrigação, utilizando cloreto de potássio e sulfato de amônia, respectivamente. As doses de K₂O e (NH₄)₂SO₄ para cada adubação foram respectivamente de 80 e 100 kg ha⁻¹, que equivalem a 40 e 50 mg dm⁻³ respectivamente, na primeira camada de 20 cm de solo. No estabelecimento do experimento e no corte 1, foi realizada apenas uma aplicação de K₂O e (NH₄)₂SO₄ com a mesma dosagem. No início do experimento, acreditou-se que uma adubação por corte fosse suficiente, mas foi observado que não, pois as plantas começaram a apresentar sintomas de deficiência nutricional no corte 2. Em trabalhos utilizando vasos, é observado que os autores aplicam doses altas de fertilizantes, pois a quantidade de solo explorado pelas raízes é limitante e a planta sofre facilmente a falta de fertilidade do solo. A adubação aqui utilizada foi baseada em trabalhos de campo, pois acreditou-se que os recipientes teriam dimensões o suficiente para que o solo compreendesse todas as raízes. Sabe-se que as pastagens respondem a irrigação apenas quando o solo está com fertilidade satisfatória, então foi decidido a partir do corte 2, aplicar duas doses de K₂O e (NH₄)₂SO₄ por corte.

A densidade e a curva de retenção de água no solo, obtida pelo método do extrator de Richards, foram determinadas no Laboratório de Água e Solo do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. Os resultados de capacidade de campo, ponto de murchamento e densidade foram 38%, 23% e 1,05 g cm⁻³, respectivamente.

3.3. Cultivo da forrageira

A semeadura foi realizada em 26/01/2004, utilizando-se sementes com valor cultural de 28%. Após as plântulas atingirem uma altura de 5 cm, efetivou-se um desbaste, deixando-se um estande de 20 plantas por unidade amostral.

Aos 46 dias após a semeadura procedeu-se o corte de uniformização. A partir de então, foram realizados quatro cortes aos 31, 37, 61 e 52 dias de idade, correspondendo aos cortes 1, 2, 3 e 4, respectivamente. As plantas foram cortadas ao atingirem cerca de 1,0 m de altura.

3.4. Monitoramento do experimento

Quando se trabalha com manejo da irrigação variando lâminas, normalmente os pesquisadores buscam aplicar uma percentagem de água que foi evapotranspirada pela cultura (ETc). Nesse trabalho, fixou-se um nível de água no solo a ser atingido após cada irrigação, definido conforme equação 1.

$$U_{SAI} = \left[\frac{(CC - PM) T}{100} \right] + PM \quad (1)$$

em que,

U_{SAI}	=	Umidade do solo após a irrigação (% em peso);
CC	=	Capacidade de campo do solo (% em peso);
PM	=	Ponto de murchamento (% em peso);
T	=	Tratamento, fator lâmina de irrigação (%).

Os níveis de irrigação que definiram o teor de água máximo no solo foram de 50, 75 e 100% da disponibilidade total de água no solo. Por exemplo, para o nível de irrigação de 75%, quando se realizava a irrigação, o teor de água no solo se elevava para: $PM + [(CC - PM) 75\%]$.

Os turnos de rega propostos para o trabalho foram de 1, 4 e 7 dias. A seleção do turno de rega de 1 dia foi devido a irrigação de pastagem ser em quase que na totalidade por pivô, equipamento que possui intensidade de aplicação de água muito alta forçando o irrigante a trabalhar com aplicação de pequenas lâminas. O turno de rega de 7 dias foi

selecionado como limite porque a partir dessa frequência a planta apresentaria elevado estresse hídrico em períodos em que a evapotranspiração fosse elevada. A seleção do turno de rega de 4 dias foi devido ser intermediário entre as outras frequências testadas.

Para determinação da evapotranspiração da cultura, utilizaram-se quatro lisímetros de drenagem, que constituíram de recipientes de mesmas dimensões e características dos demais utilizados no experimento. As irrigações nesses recipientes foram realizadas à noite e a cada 24 horas, ocasião em que media-se a percolação determinando-se a evapotranspiração da cultura, conforme a equação 2. A lâmina aplicada correspondia à evapotranspiração mais 10% para garantir que o solo se mantivesse próximo à capacidade de campo.

$$ETc_{i-1} = LA_{i-1} - LP_i \quad (2)$$

em que,

$$\begin{aligned} ETc_{i-1} &= \text{Evapotranspiração da cultura no dia } i-1 \text{ (mm);} \\ LA_{i-1} &= \text{Lâmina de água aplicada no dia } i-1 \text{ (mm);} \\ LP_i &= \text{Lâmina de água percolada medida no dia } i \text{ (mm).} \end{aligned}$$

A ETc correspondeu ao tratamento de turno de rega de 1 dia e nível de irrigação de 100%. Para os outros tratamentos, a lâmina de irrigação aplicada foi conforme equação 3.

$$LA_i = \sum_{i-TR}^i ETajc = \sum_{i-TR}^i ETc Ks \quad (3)$$

em que,

$$\begin{aligned} ETajc &= \text{Evapotranspiração ajustada da cultura (mm);} \\ Ks &= \text{Coeficiente de umidade do solo (adimensional).} \end{aligned}$$

O valor de Ks foi calculado por meio da equação 4 proposta por BERNARDO (1995):

$$Ks = \frac{\ln(LAA+1)}{\ln(CTA+1)} \quad (4)$$

em que,

CTA = Capacidade total de água do solo (mm);

LAA = Lâmina atual de água no solo (mm).

A LAA e a CTA foram obtidas pelas equações 5 e 6, respectivamente, sugeridas por BERNARDO (1995):

$$LAA = \frac{(Ua - PM)}{10} Da Z \quad (5)$$

$$CTA = \frac{(CC - PM)}{10} Da Z \quad (6)$$

em que,

Ua = Umidade atual do solo (% em peso);

Da = Densidade aparente do solo (g cm^{-3});

Z = Profundidade efetiva do sistema radicular (cm).

Observa-se que para o turno de rega de 1 dia e para o nível de irrigação de 100%, a CTA é igual a LAA, resultando em um valor de Ks igual a 1, isso faz a evapotranspiração nesse tratamento ser igual a evapotranspiração nos lisímetros.

Para os demais tratamentos, com turno de rega de 4 e 7 dias, os valores de Ks e LAA foram atualizados diariamente conforme a estimativa da ETajc.

O volume de água aplicado, em cada tratamento, foi calculado multiplicando-se a lâmina de água evapotranspirada pela área de seção transversal dos recipientes. O fornecimento de água às plantas foi realizado manualmente utilizando-se um regador.

Semanalmente, foram realizadas amostragens nos recipientes dos diversos tratamentos para determinação do teor de água no solo pelo método padrão de estufa para aferição das umidades de solo obtidas pela estimativa da ETc com os lisímetros. O local de onde se retirava a amostra de solo de cada recipiente foi mantido sempre o mesmo, para que não prejudicasse o sistema radicular. Depois de retirada, o orifício que se fazia era preenchido com um novo material de solo, para que na próxima semana pudesse fazer nova aferição.

3.5. Esquema de montagem

O experimento foi montado em esquema fatorial 3 x 3 (3 turnos de rega e 3 níveis de irrigação), com 4 repetições, no delineamento inteiramente casualizado (DIC). As Figuras 3 e 4 mostram o esquema de como os recipientes foram dispostos na bancada.

	2.7.75	2.7.100	1.1.50	2.1.75	4.1.100		1.1.75
	1.4.100	2.1.50		Lisímetro	4.7.75	3.1.100	
4.1.75	1.4.75	2.4.75	2.4.100	3.7.50	3.1.50	1.1.100	Lisímetro
4.4.100	2.7.50	1.7.75	4.4.75	Lisímetro	1.4.50	3.7.100	4.7.100
1.7.100	4.1.50	Lisímetro	2.4.50	3.1.75		1.7.50	4.4.50
3.7.75		3.4.75	3.4.100		2.1.100	3.4.50	4.7.50

Figura 3 – Esquema de como foram distribuídos os tratamentos x.y.z (x-repetição; y-turno de rega e z-nível de irrigação) no interior do ambiente protegido.



Figura 4 – Vista de como foram distribuídos os recipientes no interior do ambiente protegido.

3.6. Dados meteorológicos

Foi instalada, dentro do ambiente protegido, uma estação meteorológica automática, com sensores de temperatura, umidade relativa, velocidade de vento, radiação solar e precipitação. Os dados foram armazenados a cada 12 minutos e registrados em médias horárias e, posteriormente, convertidos em médias diárias. Esses dados foram utilizados para calcular a ETo pelo software REF-ET versão 2.0, pelo modelo de Penman Monteith (padrão FAO, 1998), para efeito de comparação com os lisímetros.

A unidade fototérmica definida por VILLA NOVA et al. (1983) foi determinada pela seguinte equação:

$$UF = \frac{\left(\frac{GD}{2}\right)^{\frac{nf}{ni}+1}}{\frac{nf}{ni} + 1} \quad (7)$$

em que,

- UF = Unidades fototérmicas correspondentes ao período de n dias;
- GD = Graus-dia médios do período de n dias (°C dia);
- nf = Valor do fotoperíodo no final do corte (horas e décimos);
- ni = Valor do fotoperíodo no início do corte (horas e décimos).

Os graus-dia foram determinados a partir da diferença entre a temperatura média diária e a temperatura basal inferior, que foi considerada como 15 °C (COOPER & TANTON, 1968; McWILLIAM, 1978), pelas seguintes equações:

$$GD = (T - 15) - C \quad (8)$$

em que,

- T = Temperatura média do ar no período (°C);
- C = Correção da temperatura base superior.

Observa-se que a equação 8 deve ser utilizada quando a temperatura mínima do ar no período for maior que 15 °C, que corresponde à temperatura base inferior. Quando Tm for menor que 15 °C, a equação 9 deverá ser utilizada.

$$GD = \frac{(Tx - 15)^2}{2(Tx - Tm)} - C \quad (9)$$

em que,

T_x = Média das temperaturas máximas do ar no período (°C);

T_m = Média das temperaturas mínimas do ar no período (°C).

A correção da temperatura base superior só deverá ser feita quando a temperatura média do ar (T) no período for maior que 30 °C. A equação 10 para o cálculo de C é a seguinte:

$$C = \frac{(Tx - 30)^2}{2(Tx - Tm)} \quad (10)$$

Os valores de n (nf ou ni), para qualquer dia do ano, podem ser obtidos pelas equações 11 e 12:

$$n = 0,1333 \arccos(-tg \delta \ tg \phi) \quad (11)$$

$$\delta = 23,45 \operatorname{sen} \left[\frac{360}{365} (Dj - 80) \right] \quad (12)$$

em que,

δ = Declinação solar (graus e décimos);

ϕ = Latitude do local (graus e décimos; negativa Sul, positiva Norte);

Dj = Dia Juliano (número de ordem a partir de 01 de Janeiro).

3.7. Densidade de perfilhos

Para avaliar o número de perfilhos por recipiente, procedeu-se a contagem dos perfilhos vivos após cada corte. Considerou-se perfilhos mortos, os que apresentaram cor amarronzada.

3.8. Avaliação morfológica

Foram avaliados a taxa de aparecimento de folhas (TApF), taxa de alongamento de folhas (TAIF) e colmo (TAIC), número de folhas emergentes (NFEm), expandidas (NFEx) e vivas (NFV). Dois perfilhos de cada unidade experimental (recipiente) foram selecionados e marcados com anéis coloridos de fio telefônico após cada corte a 9 cm do nível do solo. Com auxílio de uma régua, foram efetuadas medições do comprimento das lâminas foliares e do colmo dos perfilhos marcados, duas vezes por semana para o corte 3, e três vezes por semana para os demais cortes, anotando-se os valores em planilhas previamente preparadas.

O comprimento da lâmina emergente foi medido do seu ápice até a lígula da última folha expandida, enquanto a lâmina expandida teve seu comprimento medido da lígula até seu ápice. O comprimento do colmo foi medido do nível do solo até a lígula da última folha expandida, conforme GOMIDE & GOMIDE (2000).

A partir dos dados obtidos das planilhas referentes ao estudo de crescimento de folhas, foram calculadas as seguintes variáveis:

- Taxa de aparecimento de folhas (TApF, folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹) – subtraindo o número de folhas surgidas por perfilho, pelo número de dias envolvidos;

- Taxa de alongamento de folhas (TAIF, cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) – subtraindo os comprimentos iniciais das lâminas de seus comprimentos finais, dividiu-se a diferença obtida pelo número de dias decorridos na avaliação e multiplicados pelo número de perfilhos considerados;

- Taxa de alongamento de colmo (TAIC, cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) – subtraindo os comprimentos iniciais dos colmos de seus comprimentos finais, dividiu-se a diferença obtida pelo número de dias decorridos na avaliação e multiplicados pelo número de perfilhos considerados;

- Número de folhas emergentes (NFEm, folhas perfilho⁻¹) – obtido no final do período de crescimento, considerando como folhas emergentes ou em expansão aquelas que não apresentavam lígula exposta;

- Número de folhas expandidas (NFEx, folhas perfilho⁻¹) – obtido no final do período de crescimento, considerando o número de folhas expandidas de cada perfilho, ou seja, com lígula exposta; e

- Número de folhas vivas (NFV, folhas perfilho⁻¹) – obtido no final do período de crescimento, somando o número de folhas em expansão e expandidas do perfilho.

3.9. Produtividade e teor de matéria seca

Os cortes do capim, foram realizados de forma manual, utilizando-se uma tesoura de cortar grama, à altura de 9 cm do solo (Figuras 5a e 5b).

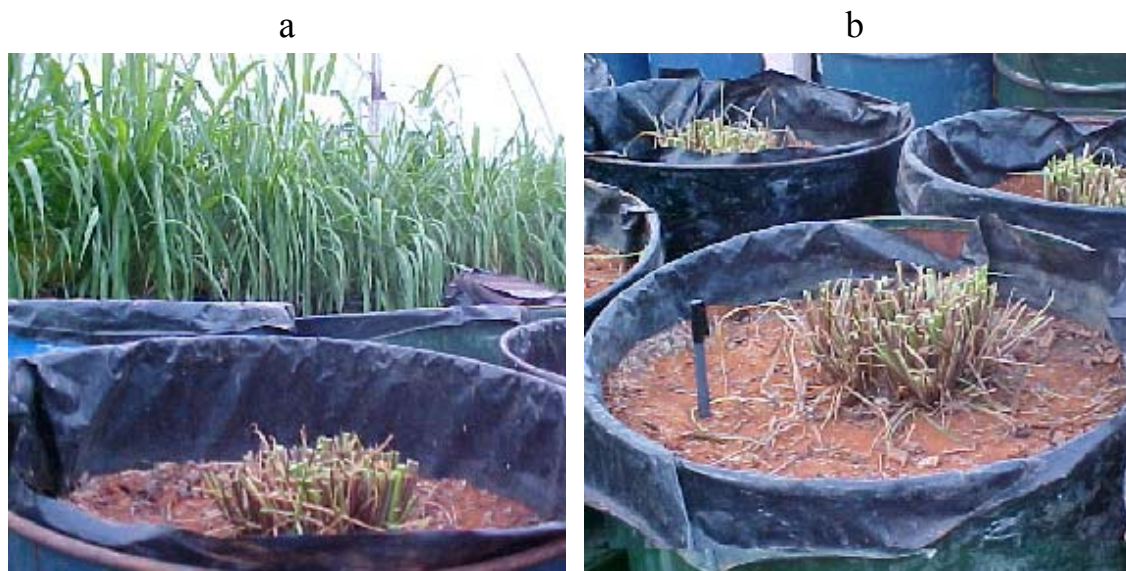


Figura 5 – Vistas internas da área experimental após realização do primeiro corte no capim-Tanzânia.

Após o corte do capim de cada recipiente, o material foi colocado em saco de papel, identificado e levado à estufa com circulação forçada de ar à 65 °C, durante 72 h. A forragem, depois de seca, foi pesada em balança digital (precisão: 0,01 g), assim como o saco de papel que depois, por diferença, tinha apenas o peso seco da forragem. O material seco foi levado ao moinho, passado em peneira de 1 mm de diâmetro e acondicionado em recipiente devidamente identificado. A secagem definitiva foi obtida tomando-se sub-amostras em torno de 2 gramas do material pré-seco e transferindo-as para estufa a 105 °C, por 24 h (SILVA & QUEIROZ, 2002). O teor de matéria seca (MS) foi determinado por:

$$MS = \frac{P_{MS\ 65\ ^\circ C} \cdot ASE}{100} \quad (13)$$

em que,

- MS = Teor de matéria seca (g);
- $P_{MS65^\circ C}$ = Peso do material pré-seco em estufa ventilada a 65 °C, 72 h;
- ASE = Percentual de matéria seca obtida pela secagem da $MS_{65^\circ C}$ em estufa a 105 °C, 24 h (%).

3.10. Eficiência do uso da água

Uma das formas de se definir eficiência do uso da água por uma cultura é por meio da relação entre a matéria seca produzida e a quantidade de água aplicada (KRAMER & BOYER, 1995).

A eficiência do uso da água foi determinada pela razão entre a MS produzida em cada corte, pela quantidade de água utilizada nesse período, seguindo orientações de PIETERSE et al. (1997).

O denominador da equação 14 representa a lâmina total de água utilizada pela forragem em mm para cada período de crescimento.

$$EUA = \frac{MS}{L} \quad (14)$$

em que,

- EUA = Eficiência do uso da água (kg MS m⁻³);
- MS = MS produzida no período (g MS recipiente⁻¹);
- L = Lâmina de água utilizada no período de produção (L recipiente⁻¹).

3.11. Composição bromatológica e digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS)

Nas amostras pré-secas do capim, referentes ao terceiro corte, foram determinados os teores de matéria seca a 105 °C, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo métodos descritos por SILVA & QUEIROZ (2002). Avaliou-se ainda a digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS), segundo técnica de TILLEY & TERRY (1963), descrita por SILVA & QUEIROZ (2002), adotando-se apenas o primeiro estágio. Essas determinações foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa.

3.12. Sistema radicular

Após o último corte e retirada das touceiras (Figuras 6a e 6b), foram realizadas amostragens em dois pontos na seção transversal e em diversas profundidades para o estudo de distribuição de raízes (Figuras 6c e 6d). Os recipientes possuíam 100 cm de altura, porém a profundidade máxima explorada pelas raízes foi de 70 cm, sendo que os 30 cm restantes ficaram para o sistema de drenagem e bordadura. A retirada das amostras com material de solo e raízes foi realizada com auxílio de um trado tipo Uhland (Figura 7a) e o anel possuiu dimensões de 6,7 e 7,0 cm para o diâmetro e altura, respectivamente (Figura 7b).

Os pontos de amostragem foram: a) no centro do recipiente, que também equivalia o centro da touceira, e b) na periferia, distanciado a 25 cm do centro do recipiente, a cada 10 cm de profundidade, resultando dessa forma em sete camadas avaliadas num total de 14 amostras por recipiente. As raízes, contidas nas amostras, foram submetidas a uma rigorosa e cuidadosa limpeza, por meio de água corrente e peneiras (Figuras 7c e 7d) e colocadas em saco de papel identificado e levadas à estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, durante 72 h. Em seguida foi feita a pesagem em balança de precisão (10^{-5} g), obtendo-se valores de matéria seca de raiz (MSR) por amostra (g/recipiente), que foram transformados para densidade de MSR (g dm^{-3}). Os valores obtidos de densidade em cada ponto foram inseridos no *software Surf*, que possibilitou a extrapolação para todo o recipiente.

Para observar se a quantidade de raízes nos pontos amostrados representaria a quantidade de raízes na camada inteira, uma repetição de cada tratamento foi submetida a avaliação. Inicialmente foram retiradas amostras do centro e da periferia da camada a ser avaliada (Figura 8a) e, em seguida, do restante da camada (Figuras 8b e 8c). As raízes foram separadas do solo cuidadosa e rigorosamente com água corrente e peneiras (Figura 8d). O mesmo procedimento de ensacamento e pesagem foi feito para obter a MSR. A soma da MSR contida no restante da camada e nas amostragens no centro e periferia resultou na MSR da camada inteira, que foi transformada para valores de densidade de MSR. A partir dos valores de densidade de raiz no centro (CEN), periferia (PER) e na camada inteira (TOT), ajustaram-se regressões para se obter a equação que melhor representasse os valores amostrados.

A profundidade efetiva do sistema radicular do capim-Tanzânia foi obtida pelos primeiros 80% de peso das raízes distribuídas no recipiente. Para cada camada, foi determinada a porcentagem de peso do sistema radicular do capim-Tanzânia.

a



b



c



d



Figura 6 – Vista da avaliação da distribuição do sistema radicular: a) arranquio da touceira; b) superfície do solo depois da touceira retirada; c) amostras retiradas no centro e na periferia da 1ª camada; e d) amostragem na última camada.

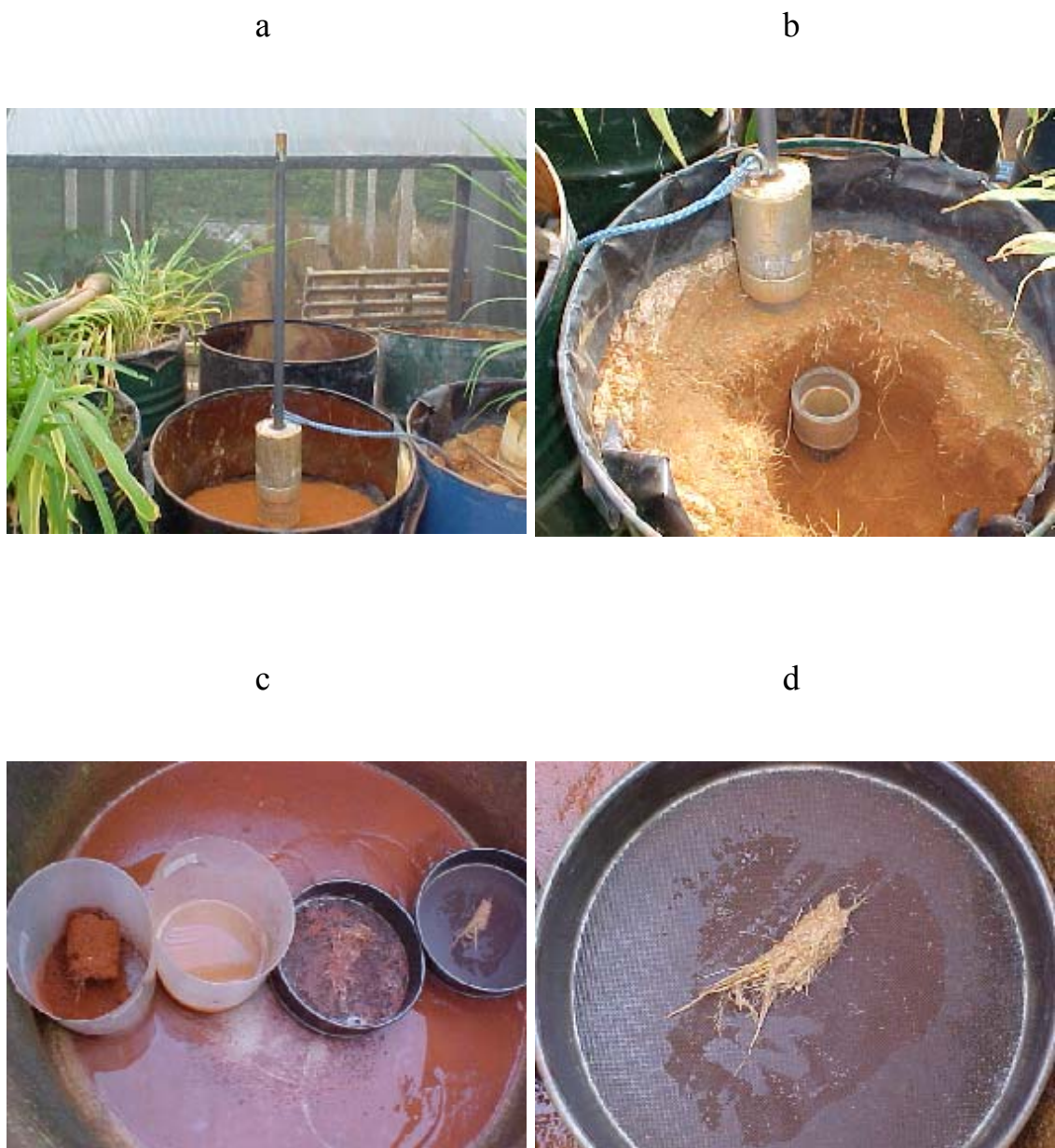


Figura 7 – Vista da avaliação da distribuição do sistema radicular: a) trado do tipo Uhl; b) cápsula do trado com o anel coletor de solo; c) rotina para limpeza das raízes; e d) raízes depois de limpa.



Figura 8 – Vista da avaliação da distribuição do sistema radicular: a) amostragem inicial com trado do tipo Uhlund; b) retirada de todo o solo da 1ª camada; c) solo da 1ª camada a ser separado das raízes; e d) raízes depois de limpa.

3.13. Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância para comparação das variáveis dependentes nos diferentes tratamentos. Para as observações sucessivas no tempo, analisou-se por parcelas subdivididas no tempo (*Split Plot in Time*), onde foi determinado para todas as avaliações feitas no capim, se existia interação entre os fatores estudados e cortes, obtendo significância, as médias dos fatores foram testadas dentro de cada nível pelo método Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para as interações que não foram significativas, o mesmo teste foi feito, mas utilizando apenas as médias dentro de cada fator que apresentou efeito isolado.

Para as análises que não foram subdivididos no tempo, considerou apenas interação entre os fatores estudados na forma do fatorial 3 x 3 (3 níveis de irrigação e 3 turnos de rega) e o efeito isolado de cada, procedendo o teste de média quando apropriado como já descrito.

Para os resultados de amostragem do sistema radicular, foram feitas regressões para se obter a melhor equação de ajuste, entre a amostragem e determinação no recipiente inteiro.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Dados meteorológicos

A variação da radiação solar, temperatura e umidade relativa obtidas por meio de uma estação meteorológica instalada dentro do ambiente protegido e a evapotranspiração de referência (ETo) calculada utilizando o programa REF-ET versão 2.0, pelo modelo de Penman-Monteith FAO 56, são mostradas nas Figuras 9, 10, 11 e 12, respectivamente. Os valores de precipitação e velocidade de vento foram nulos devido ao experimento se encontrar sob uma estrutura de ambiente protegido. Essa estrutura possuía telas laterais (sombrite 30%) que serviam como barreiras para o fluxo de ar.

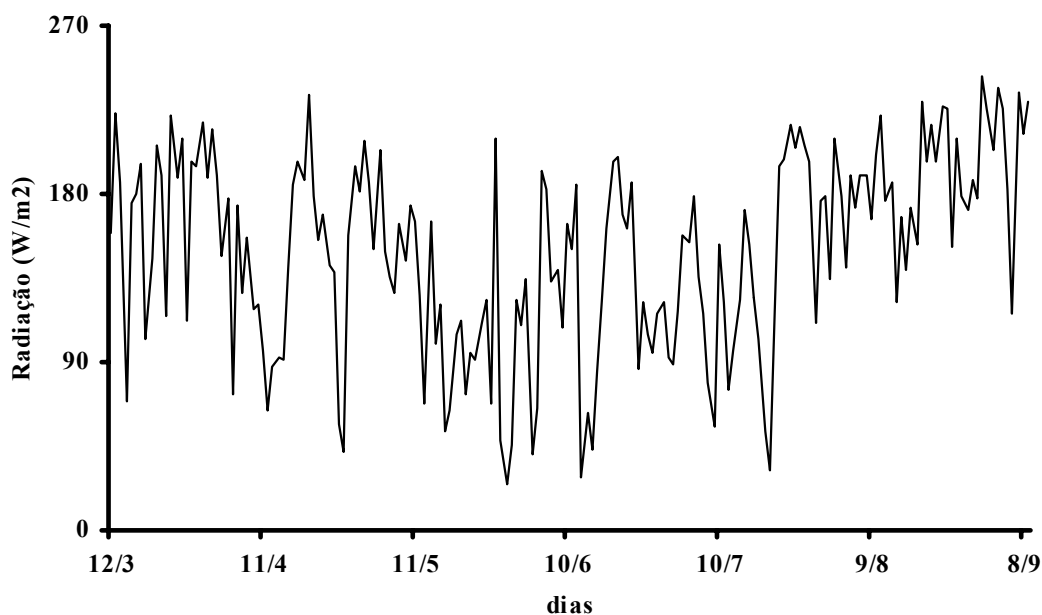


Figura 9 – Radiação solar média diária ($W m^{-2}$) dentro do ambiente protegido cultivado com capim-Tanzânia durante o experimento.

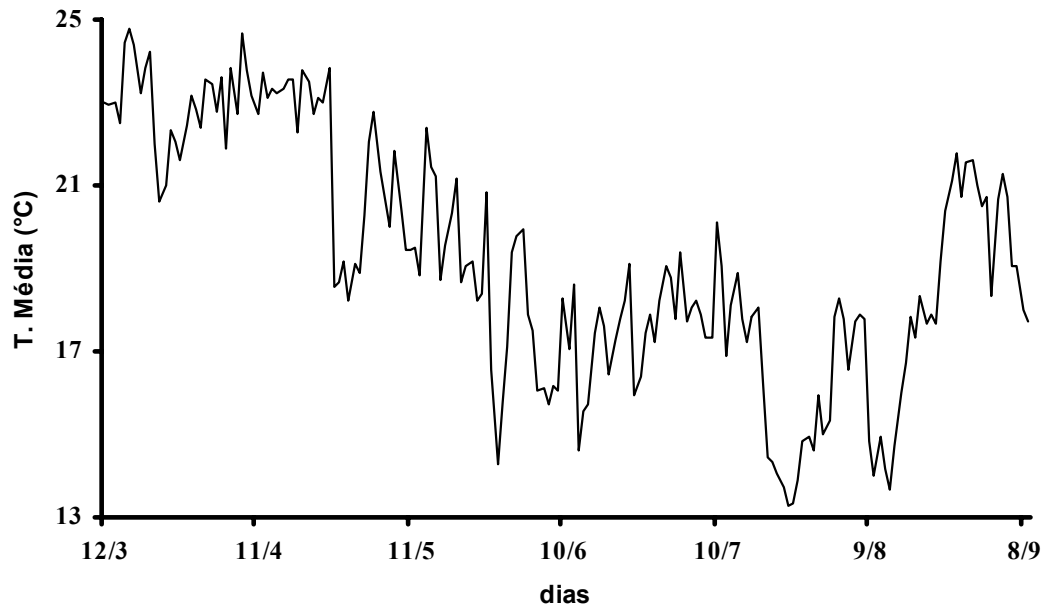


Figura 10 – Temperatura média diária (°C) dentro do ambiente protegido cultivado com capim-Tanzânia durante o experimento.

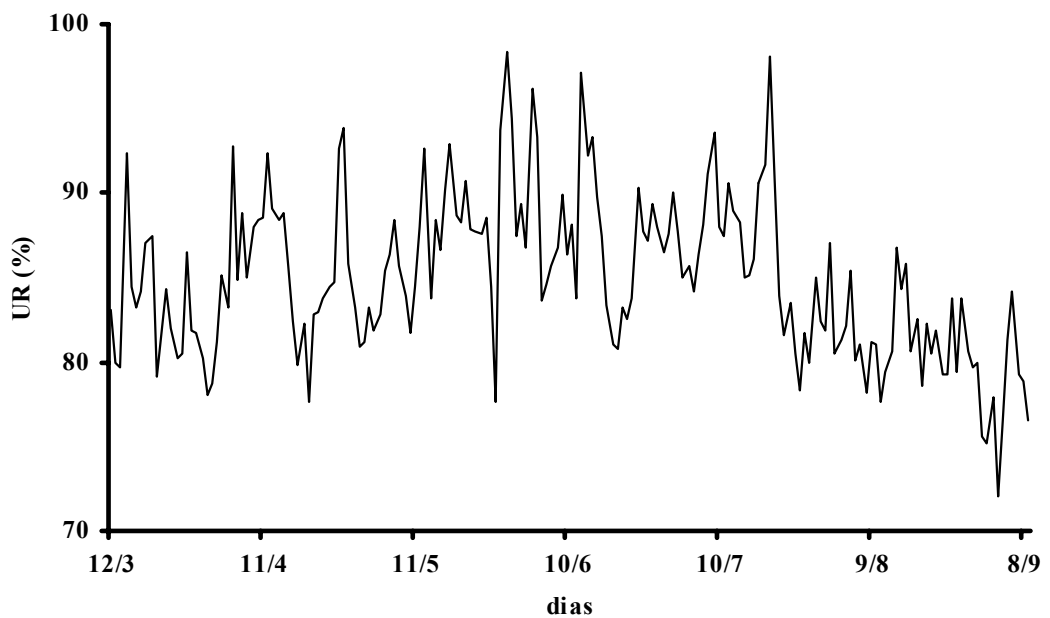


Figura 11 – Umidade relativa média diária (%) dentro do ambiente protegido cultivado com capim-Tanzânia durante o experimento.

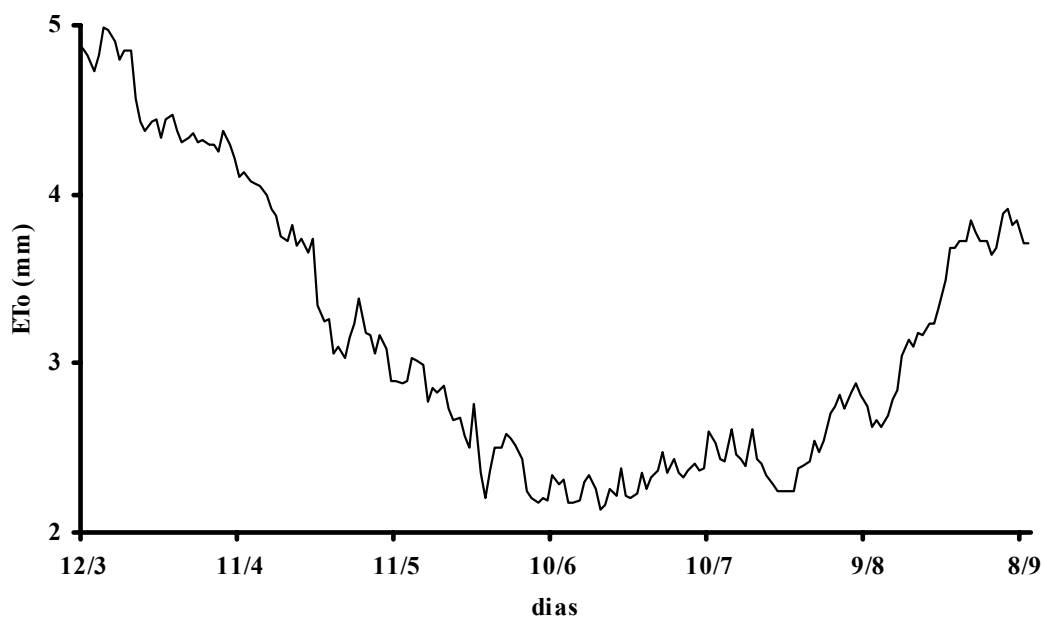


Figura 12 – Evapotranspiração de referência (mm/dia) dentro do ambiente protegido cultivado com capim-Tanzânia, estimada pelo modelo de Penman-Monteith Padrão FAO 1998 durante o experimento.

Os valores de radiação solar apresentaram grandes oscilações durante todo o período experimental e variaram de 42 a 242 $W m^{-2}$. Esse comportamento influenciou os valores de temperatura e conseqüentemente os valores de evapotranspiração de referência (ETo). Os valores médios de temperatura durante o experimento variaram de 13,3 a 24,8 °C, sendo máximos entre os meses de março a maio e de agosto e setembro, e mínimo entre os meses de junho e julho. Os valores de ETo durante o estudo variaram de 2,1 a 5,0 mm/dia, sendo máximos e mínimos nos mesmos meses apresentados para valores de temperatura.

Os valores de umidade relativa também oscilaram nos meses avaliados e variaram de 72 a 98%. A umidade relativa é inversamente proporcional à radiação solar e temperatura, comportamento esse observado quando os valores se apresentaram máximos entre os meses de junho e julho e mínimo nos outros meses de estudo.

Os valores de evapotranspiração da cultura (ETc), obtidos pelos lisímetros de drenagem e os valores de Kc calculados pela relação ETc e ETo, são apresentados nas Figuras 13 e 14.

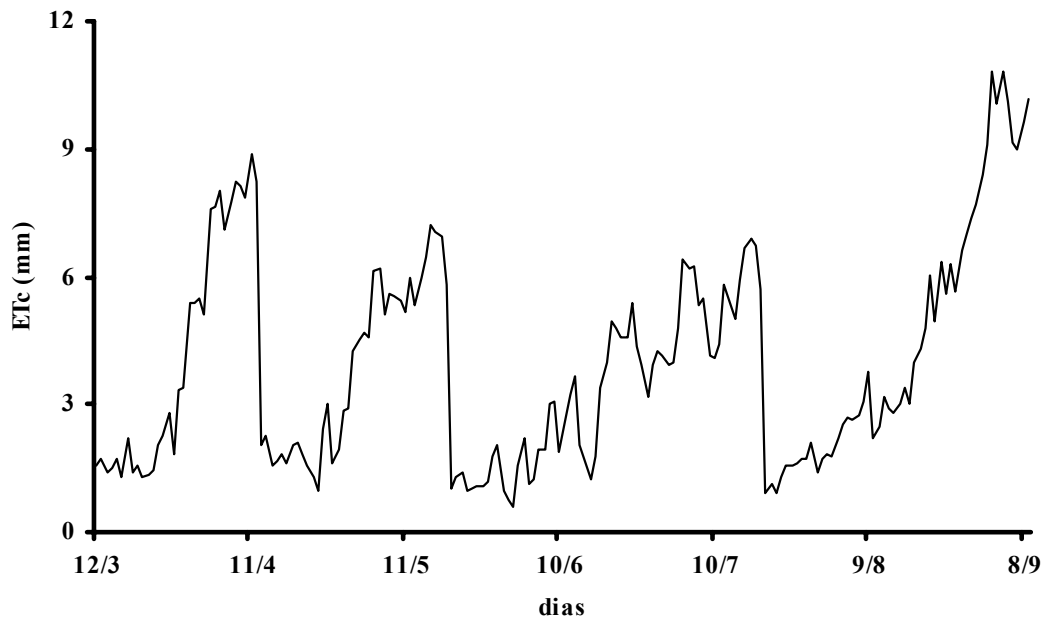
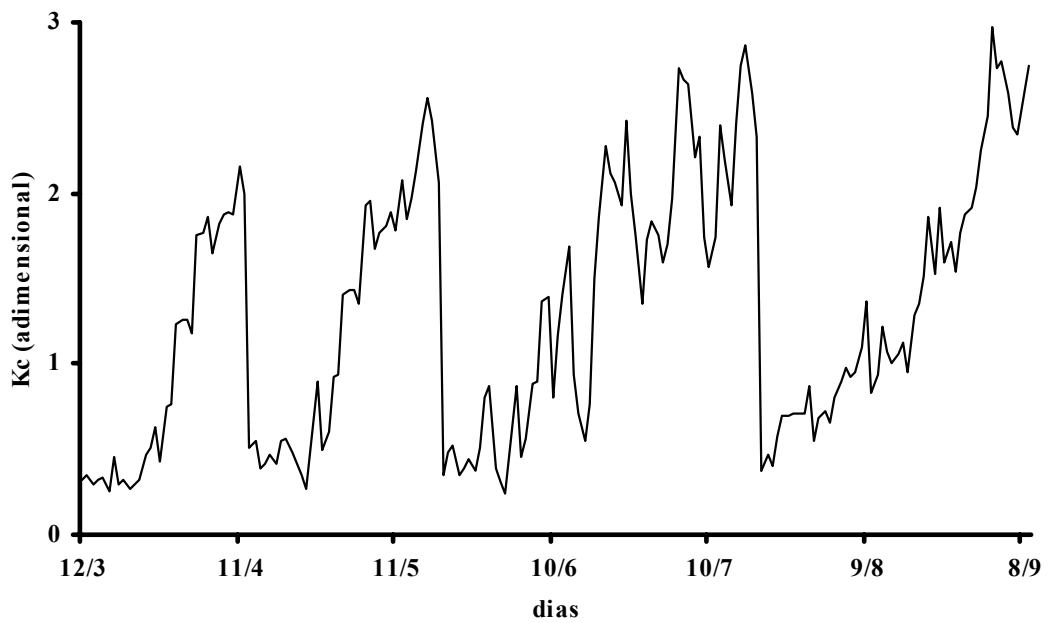


Figura 13 – Valores diários de evapotranspiração da cultura, ETc (mm d⁻¹) dentro do ambiente protegido cultivado com capim-Tanzânia.



Os valores diários de evapotranspiração da cultura (ETc) apresentaram picos de 8,9; 7,1; 6,8 e 10,8 mm para os cortes 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Esses valores foram encontrados próximos do dia de corte, quando o capim apresentava-se em pleno desenvolvimento.

Observa-se que os valores de Kc decresceram para 0,3 após cada corte. Obteve-se valores de Kc de 2,2; 2,6; 2,8 e 2,9 para os cortes 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

Os valores diários de ETc e Kc foram superestimados devido ao efeito “buquê”. A ETc é proporcional ao índice de área foliar para as mesmas condições de água no solo (FEARNSIDE, 1997). A água evapotranspirada pela planta que deveria ser retirada da superfície do solo compreendido dentro da área respectiva ao seu sombreamento foi retirada da área do recipiente, que foi inferior à área de sombreamento da touceira, resultando em maiores valores de ETc e conseqüentemente de Kc.

Na Tabela 1 estão apresentadas a temperatura do ar e a unidade fototérmica calculadas para cada corte.

Tabela 1 – Temperatura média (Tm), graus-dia (GD), fotoperíodo inicial e final (ni e nf) e unidades fototérmicas (UF) nas épocas correspondentes a cada corte, em Viçosa-MG, (Lat = 20,75 °S)

Corte	Período	Idade (dias)	Tm (°C)	GD	ni (horas)	nf (horas)	UF
1	12/03 – 12/04	31	23,0	253,9	12,6	11,6	5671,6
2	12/04 – 19/05	37	21,2	234,6	11,6	10,9	5473,6
3	19/05 – 19/07	61	17,7	215,8	10,9	10,9	5730,5
4	19/07 – 09/09	52	17,3	212,7	10,9	11,8	7920,1

Apesar de existir uma diferença entre as idades do capim por ocasião dos cortes, essa diferença não foi verificada nas UF, que foram de 5671,6; 5473,6 e 5730,5 para os cortes 1, 2 e 3, respectivamente. A idade do capim no corte 3 apresentou quase o dobro do corte 1, porém a temperatura média e o fotoperíodo nesse corte foram menores que o corte 1 e dessa forma houve uma compensação, fazendo com que as UF entre esses cortes se apresentassem semelhantes.

PINHEIRO (2002), trabalhando com o capim-Tanzânia, em intervalos de corte de 36 dias, obteve em períodos de temperaturas mais baixas, valores de 2.232 UF. O maior valor por ele observado foi de 15.993 UF, no mês de fevereiro.

4.2. Consumo de água

As lâminas de água aplicadas nos diferentes cortes sofreram aumento quando avaliadas dentro de um mesmo tratamento (Tabela 2). Isso se deve às condições do clima, principalmente pela variação da temperatura (Figura 10), que resultou em diferentes taxas evapotranspirométricas e também pelas diferentes idades do capim nos diferentes cortes.

Tabela 2 – Lâmina de água em função do turno de rega e do nível de irrigação aplicada para os quatro cortes do capim-Tanzânia

Corte	Tratamento								
	1:50	1:75	1:100	4:50	4:75	4:100	7:50	7:75	7:100
	Lâmina de água (mm)								
1	87	109	128	69	77	103	56	68	88
2	92	109	121	66	80	95	58	71	95
3	137	161	209	92	146	159	81	113	190
4	156	192	248	129	188	230	111	153	193
Total	471	570	707	356	491	587	306	405	567

1, 4 e 7 representam os turno de rega em dias; e 50, 75 e 100, os níveis de irrigação em porcentagem.

Dentro de cada turno de rega, observou-se que a lâmina de água aplicada foi maior conforme se aumentava o nível de irrigação, resultados esses esperados, pois quando se mantêm o solo com maior teor de água, maior é o coeficiente de umidade do solo (K_s) e conseqüentemente maior é a evapotranspiração da cultura.

Ao analisar a lâmina de água aplicada para atender o mesmo nível de irrigação nos diferentes turnos de rega, observou-se que ela diminuía com o aumento do turno de rega. Nos tratamentos constituídos de turno de rega de 1 dia, o teor de água no solo no momento antes da irrigação sempre estava próximo a capacidade de campo, proporcionando valores de K_s próximos de 1. Já no turno de rega de 7 dias, o teor de água no solo, no momento antes das irrigações, estava bem abaixo da capacidade de campo, proporcionando valores menores de K_s . Diante disso, os tratamentos com turno de rega menor consumiram mais água em relação aos tratamentos de turno de rega maior para o mesmo nível de irrigação.

4.3. Densidade de perfilhos

Nas Figuras 15, 16 e 17, é apresentada a densidade populacional de perfilhos (perfilhos recipiente⁻¹) do capim-Tanzânia, em função dos diferentes turnos de rega e níveis de irrigação para os quatro cortes avaliados.

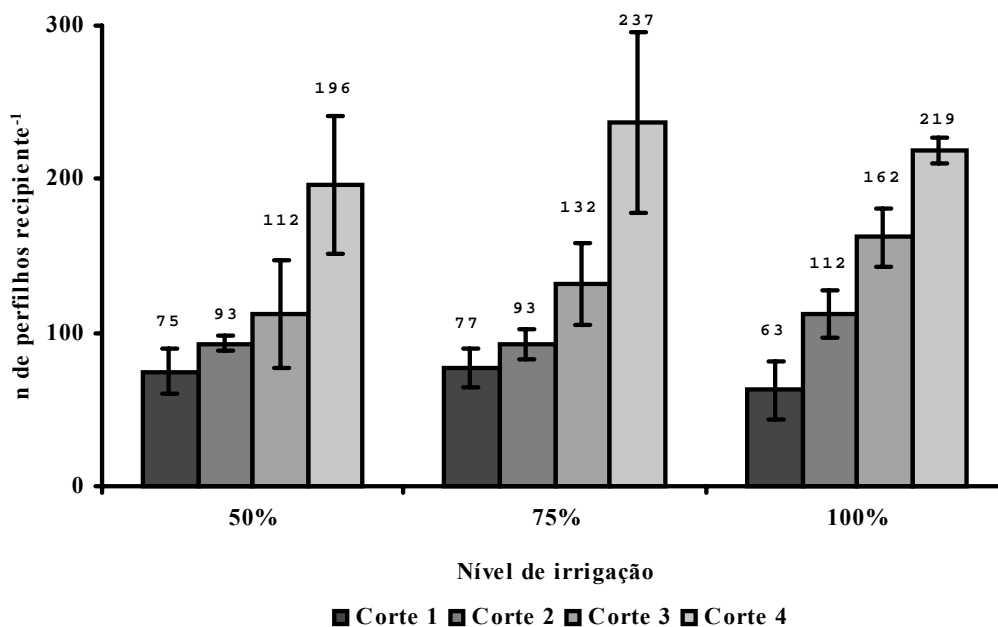


Figura 15 – Número total de perfilhos do capim-Tanzânia para o turno de rega de 1 dia, para os níveis de irrigação de 50, 75 e 100% nos quatro cortes avaliados. As barras em cada coluna representam os desvios padrão.

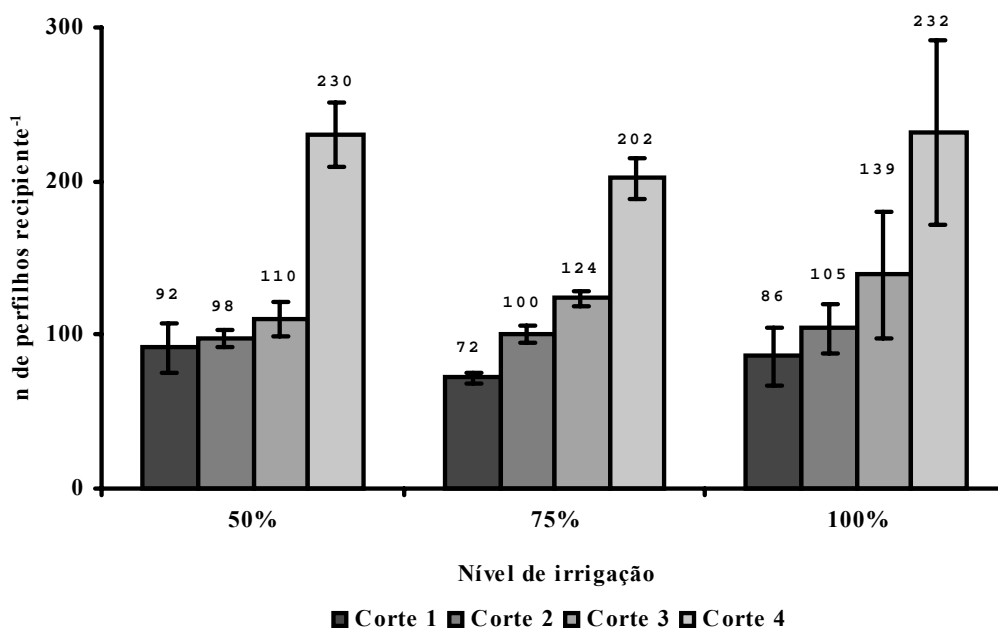


Figura 16 – Número total de perfilhos do capim-Tanzânia para o turno de rega de 4 dias, para os níveis de irrigação de 50, 75 e 100% nos quatro cortes avaliados. As barras em cada coluna representam os desvios padrão.

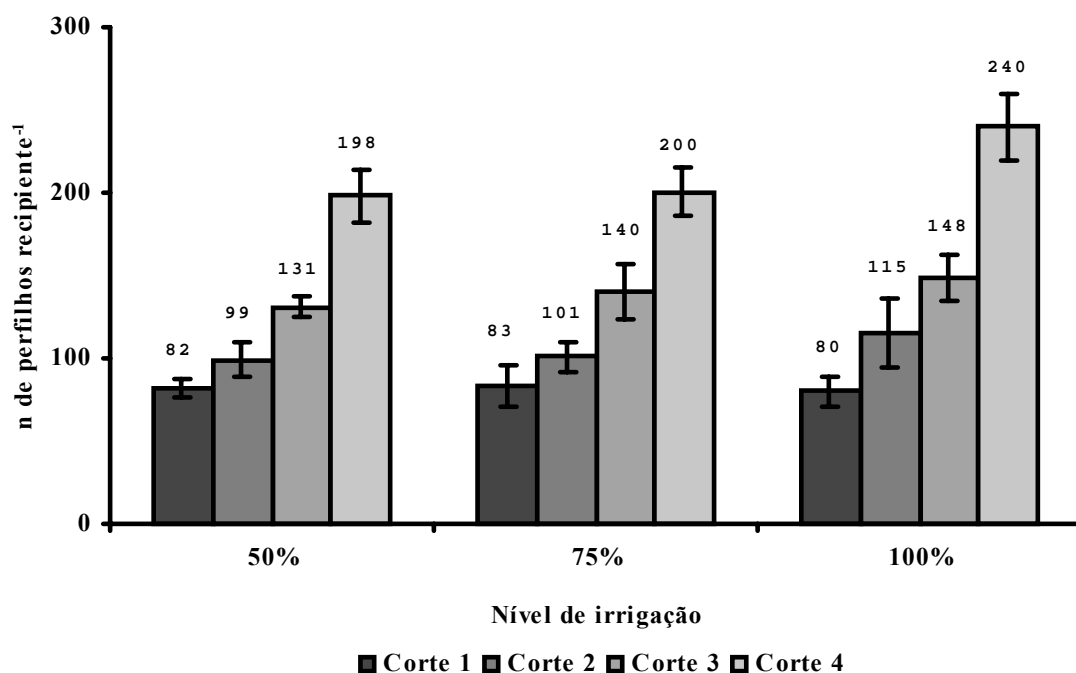


Figura 17 – Número total de perfilhos do capim-Tanzânia para o turno de rega de 7 dias, para os níveis de irrigação de 50, 75 e 100% nos quatro cortes avaliados. As barras em cada coluna representam os desvios padrão.

Não foi observada interação entre os fatores nível de irrigação, turno de rega e corte na densidade populacional de perfilhos, porém observou-se efeitos isolados para nível de irrigação ($P < 0,05$) e corte ($P < 0,001$).

Na Tabela 3 observa-se maior ($P < 0,05$) densidade de perfilhos para o nível de irrigação de 100%. Este resultado pode ser decorrente da maior disponibilidade de nitrogênio à planta quando o solo se apresenta com maior teor de água. Solos que apresentam elevado nível de nitrogênio estimulam o aparecimento de novos perfilhos, conforme resultados encontrados por BARBOSA et al. (1998), ZIMMER et al. (1999) e TAMASSIA et al. (1999). Outro fator, segundo CARVALHO et al. (1999), que poderia influenciar no perfilhamento, seria a intensidade de pastejo, que neste caso não existiu. Além disso, segundo BARROS et al. (2003), o perfilhamento depende também da espécie, da idade, do hábito de crescimento, das condições edafoclimáticas do local e do manejo imposto pelo homem, sendo amplamente variável.

Tabela 3 – Valores médios de densidade de perfilhos do capim-Tanzânia para os três níveis de irrigação avaliados

Nível de irrigação (%)	50	75	100
Perfilhos recipiente ⁻¹	126 b	130 b	142 a

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Observou-se um aumento crescente do corte 1 ao 4 (Tabela 4). Esse resultado pode ser justificado pela diferença na adubação, pois enquanto nos últimos cortes foram realizadas duas adubações, no primeiro, foi realizada apenas uma, e como um dos fatores para um bom perfilhamento é a fertilidade do solo, o início do experimento ficou prejudicado.

Tabela 4 – Valores médios de densidade de perfilhos do capim-Tanzânia para os quatro cortes avaliados

Cortes	1	2	3	4
Perfilhos recipiente ⁻¹	79 d	102 c	133 b	217 a

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

SANTOS (1997) observou em seu experimento que a densidade populacional de perfilhos no capim-Tanzânia foi maior na primavera e menor no período do florescimento, mantendo-se constante no restante do ano. Os resultados assemelham-se aos encontrados nesse experimento, pois apesar do quarto corte ter ocorrido no final do inverno, a temperatura observada nesse período (Figura 10) já estava relativamente alta comparada com o terceiro corte.

GOMIDE & GOMIDE (2000), trabalhando com cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sem irrigação, obtiveram uma média de 15 perfilhos por planta. Esses valores foram maiores do que os apresentados nesse trabalho (Tabela 4), pois em cada recipiente havia 20 plantas, significando dessa forma para o corte 4, aproximadamente 11 perfilhos por planta.

4.4. Características morfológicas

4.4.1. Taxa de aparecimento de folhas (TApF)

Não foi observado efeito ($P>0,05$) dos níveis de irrigação estudados sobre TApF do capim-Tanzânia. Entretanto, houve interação ($P<0,05$) entre os fatores turno de rega e cortes.

Na Tabela 5 observa-se que para os cortes 2, 3 e 4, os turnos de rega não afetaram ($P>0,05$) a TApF do capim-Tanzânia, porém para o corte 1 em que se observou maior temperatura média (Tabela 1) e radiação solar (Figura 9), registrou-se maior ($P<0,05$) TApF para o turno de rega de 1 dia, seguido dos turnos de rega de 7 e 4 dias. Independentemente do turno de rega, observou-se menor ($P<0,05$) TApF para o corte 3. PACIULLO et al. (2003) trabalhando com capim-Elefante encontrou menores valores de TApF no mês de julho, que correspondeu ao mês do corte 3.

A TApF variou de 0,07 a 0,12 folha perfilho⁻¹ dia⁻¹. Essa amplitude média foi inferior àquela encontrada por BARBOSA et al. (2002), de 0,14 e 0,18 folha perfilho⁻¹ dia⁻¹ para resíduo alto e baixo, respectivamente, e próximo aos observados por GOMIDE & GOMIDE (2000) de 0,09 e 0,18 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹ na rebrota e no estabelecimento da cultura, respectivamente, para a mesma cultivar avaliada no presente trabalho. Por outro lado, GRASSELLI (2002) trabalhando com capim-braquiaria encontrou valores médios de TApF semelhantes aos encontrados nessa pesquisa, variando de 0,07 a 0,11 folha perfilho⁻¹ dia⁻¹.

As discrepâncias observadas podem ser atribuídas a variáveis diversas, visto que a TApF é afetada por diversos fatores, como luz, temperatura, estação do ano, água no solo, disponibilidade de nutrientes e intensidade de desfolhas como descrito por GRASSELLI (2002).

Tabela 5 – Taxa de aparecimento de folhas (TApF) em folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹ do capim-Tanzânia para diferentes cortes e turno de rega, durante o período experimental

Corte	Turno de rega (dias)		
	1	4	7
1	0,121 Aa	0,088 BCc	0,104 Ab
2	0,107 Ba	0,107 Aa	0,094 Aa
3	0,086 Ca	0,080 Ca	0,074 Ba
4	0,088 Ca	0,094 ABa	0,093 Aa

Para o corte, médias seguidas por mesma letra maiúscula e, para o turno de rega, médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P>0,05$).

4.4.2. Taxa de alongamento de folhas (TAIF)

Houve interação ($P < 0,01$) entre os fatores nível de irrigação, turno de rega e cortes para TAIF do capim-Tanzânia.

Na Tabela 6 observa-se que independentemente do nível de irrigação, a TAIF não foi afetada ($P > 0,05$) pelo turno de rega. Para o turno de rega de 7 dias, registrou-se menor ($P < 0,05$) TAIF para o nível de irrigação de 50%. Apesar de não ocorrer diferença significativa para os outros turnos de rega, os valores médios registrados indicaram que o nível de irrigação de 50% proporcionou menores TAIF. Essa tendência é justificada com auxílio na Tabela 2, em que os tratamentos de nível de irrigação de 50% apresentaram menor consumo de água devido ao menor teor de água no solo. Segundo LUDLOW & NG (1977), a expansão foliar é um dos processos fisiológicos mais sensíveis ao déficit hídrico, pois cessa o alongamento de folhas e raízes muito antes que os processos de fotossíntese e divisão celular sejam afetados.

Tabela 6 – Taxa de alongamento de folhas (TAIF) em $\text{cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ do capim-Tanzânia para diferentes turnos de rega e níveis de irrigação no período experimental

Turno de rega (dias)	Nível de irrigação (%)		
	50	75	100
1	4,16 Aa	4,38 Aa	5,36 Aa
4	3,44 Aa	3,72 Aa	4,78 Aa
7	2,99 Ab	4,70 Aa	4,78 Aa

Para o turno de rega, médias seguidas por mesma letra maiúscula, e para o nível de irrigação, médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Na Tabela 7 observa-se que para os cortes 1 e 4, a TAIF não foi afetada ($P > 0,05$) pelo nível de irrigação, porém para os demais cortes, os resultados foram inconsistentes. Para os níveis de irrigação de 50 e 100%, não se observou efeito ($P > 0,05$) dos cortes, porém para o nível de irrigação de 75%, registrou-se maior ($P < 0,05$) TAIF no corte 2.

Tabela 7 – Taxa de alongamento de folhas (TAIF) em $\text{cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ do capim-Tanzânia para diferentes cortes e níveis de irrigação, durante o período experimental

Corte	Nível de irrigação (%)		
	50	75	100
1	3,68 Aa	4,28 Ba	4,47 Aa
2	4,85 Aab	6,18 Aa	3,42 Ab
3	5,06 Aa	3,29 Bb	4,06 Aab
4	3,73 Aa	3,87 Ba	4,19 Aa

Para o corte, médias seguidas por mesma letra maiúscula e, para o nível de irrigação, médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P > 0,05$).

Na Tabela 8, constatou-se para o corte 1 maiores ($P<0,05$) TAlF para o turno de rega de 1 e 7 dias. Devido a variabilidade dos dados, não se observou diferença significativa para os outros cortes, porém pelas médias registradas, observa-se uma tendência de maiores TAlF para o turno de rega diário, no qual apresentou maior consumo de água em relação aos outros.

Tabela 8 – Taxa de alongamento de folhas (TAlF) em $\text{cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ do capim-Tanzânia para diferentes cortes e turno de rega, durante o período experimental

Corte	Turno de rega (dias)		
	1	4	7
1	5,25 Aa	3,66 Ab	4,69 Aab
2	5,16 Aa	4,62 Aa	4,41 Aa
3	4,27 Aa	3,75 Aa	3,61 Aa
4	4,07 Aa	3,68 Aa	3,92 Aa

Para o corte, médias seguidas por mesma letra maiúscula e, para o turno de rega, médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P>0,05$).

Na literatura encontram-se valores próximos aos obtidos nessa pesquisa. GOMIDE & GOMIDE (2000) encontrou valor médio de TAlF para o capim-Tanzânia de $6,9 \text{ cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. SANTOS et al. (2003) trabalhando com o mesmo capim obteve valores entre 2,0 e $7,0 \text{ cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ para os meses de julho e fevereiro, respectivamente. Para o capim-Mombaça, que é da mesma espécie do capim-Tanzânia, GOMIDE & GOMIDE (2000) e GARCEZ NETO et al. (2002) obtiveram valores médio de TAlF de 7,2 e $4,0 \text{ cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente, e GOMIDE et al. (2003) obteve a TAlF entre 3,7 e $8,8 \text{ cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ para o estabelecimento e rebrota do capim, respectivamente.

4.4.3. Taxa de alongamento de colmo (TAIC)

Não foi observado nenhum efeito e/ou interação ($P>0,05$) dos níveis de irrigação e turnos de rega estudados sobre TAIC do capim-Tanzânia, contudo, ocorreu efeito ($P<0,05$) isolado dos cortes.

A TAIC do capim-Tanzânia foi maior ($P<0,05$) para os cortes 1 e 2 (Tabela 9) em virtude das maiores temperaturas (Tabela 1). SANTOS et al. (2003) trabalhando

com capim-Tanzânia e FAGUNDES et al. (2005) trabalhando com capim-braquiaria encontraram TAIC médios de 0,08 e 0,14 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ para o inverno, e de 2,16 e 1,07 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ para o verão, respectivamente.

Tabela 9 – Taxa de alongamento de colmo (TAIC) do capim-Tanzânia para os quatro cortes avaliados

Corte	1	2	3	4
TAIC (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	0,631 a	0,634 a	0,217 b	0,289 b

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

Em plantas forrageiras tropicais, a fração colmo é importante para o crescimento e interfere, significativamente, na estrutura do dossel e no equilíbrio dos processos de competição por luz (FAGUNDES, 2004). SBRISSIA & SILVA (2001) relataram também que o alongamento de colmo é de fundamental importância para forrageiras tropicais, uma vez que grande parte do crescimento das plantas pode ser proveniente deste comportamento.

4.4.4. Número de folhas emergentes (NFEm)

Houve interação (P<0,01) entre os fatores nível de irrigação, turno de rega e cortes para NFEm do capim-Tanzânia.

Na Tabela 10 observa-se que independentemente do nível de irrigação, o NFEm não foi afetado (P>0,05) pelo turno de rega. Para o turno de rega de 1 dia, registrou-se menor (P<0,05) NFEm para o nível de irrigação de 75%.

Tabela 10 – Número de folhas emergentes (NFEm) em capim-Tanzânia para diferentes turnos de rega e níveis de irrigação, durante o período experimental

Turno de rega (dias)	Nível de irrigação (%)		
	50	75	100
1	1,72 Aa	1,31 Ab	1,69 Aa
4	1,78 Aa	1,59 Aa	1,47 Aa
7	1,53 Aa	1,63 Aa	1,53 Aa

Para o turno de rega, médias seguidas por mesma letra maiúscula, e para o nível de irrigação, médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

Na Tabela 11 observa-se que independentemente do corte, o NFEm não foi afetado ($P>0,05$) pelo nível de irrigação. Para os níveis de irrigação de 75 e 100%, não se observou efeito ($P>0,05$) dos cortes, porém para o nível de irrigação de 50%, registrou-se maior ($P<0,05$) NFEm para o corte 4 que não diferiu dos cortes 1 e 2.

Tabela 11 – Número de folhas emergentes (NFEm) em capim-Tanzânia para diferentes cortes e níveis de irrigação, durante o período experimental

Corte	Nível de irrigação (%)		
	50	75	100
1	1,50 ABa	1,25 Aa	1,54 Aa
2	1,54 ABa	1,63 Aa	1,71 Aa
3	1,42 Ba	1,63 Aa	1,71 Aa
4	1,88 Aa	1,54 Aa	1,67 Aa

Para o corte, médias seguidas por mesma letra maiúscula e, para o nível de irrigação, médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P>0,05$).

Na Tabela 12 observa-se que para os cortes 1, 2 e 4, não se constatou efeito ($P>0,05$) dos turnos de rega no NFEm, entretanto para o corte 3, constatou-se maior ($P<0,05$) NFEm para o turno de rega de 1 dia, que não diferiu do turno de rega de 4 dias. Para os turnos de rega de 1 e 4 dias, não houve efeito ($P>0,05$) dos diferentes cortes no NFEm, porém para o turno de rega de 7 dias registrou-se maior NFEm no corte 4, não diferindo dos cortes 1 e 2.

Tabela 12 – Número de folhas emergentes (NFEm) em capim-Tanzânia para diferentes cortes e turno de rega, durante o período experimental

Corte	Turno de rega (dias)		
	1	4	7
1	1,50 Aa	1,42 Aa	1,54 ABa
2	1,50 Aa	1,67 Aa	1,58 ABa
3	1,75 Aa	1,63 Aab	1,33 Bb
4	1,58 Aa	1,75 Aa	1,75 Aa

Para o corte, médias seguidas por mesma letra maiúscula e, para o turno de rega, médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P>0,05$).

O NFEm, que variou de 1,3 a 1,8 foi ligeiramente inferior aos valores encontrados por OLIVEIRA (2002) para capim-Coastcross (2,1), porém próximos aos valores de CORSI et al. (1994) para capim-braquiaria (1,5 a 1,8), e superior aos valores de FAGUNDES (2004) para capim-braquiaria (1,04 a 1,21).

4.4.5. Número de folhas expandidas (NFEx)

Não foi observado efeito ($P>0,05$) dos turnos de rega estudados sobre o NFEx do capim-Tanzânia, entretanto, houve interação ($P<0,05$) entre os fatores nível de irrigação e cortes.

Na Tabela 13, observa-se que para os níveis de irrigação 75 e 100%, constatam-se menores ($P<0,05$) NFEx no cortes 1, no entanto, para o nível de irrigação de 50%, os cortes 1 e 2 apresentaram menores médias. Analisando-se o efeito do nível de irrigação dentro de cortes, observa-se que a NFEx para os cortes 3 e 4 não variou ($P>0,05$) nos três níveis de irrigação avaliados. Para os cortes 1 e 2, observa-se que o nível de irrigação de 50% apresentou menor ($P<0,05$) NFEx em relação aos outros níveis de irrigação, ou seja, quanto maior foi a disponibilidade de água, maior foi o NFEx do capim-Tanzânia. O NFEx variou de 2,3 a 3,6 e foi ligeiramente menor que os valores apresentados por FAGUNDES (2004) para capim-braquiaria, que foram de 3,7 e 4,3 para a primavera e o verão, respectivamente.

Tabela 13 – Número de folhas expandidas (NFEx) em capim-Tanzânia para diferentes cortes e níveis de irrigação, durante o período experimental

Corte	Nível de irrigação (%)		
	50	75	100
1	2,54 Bb	2,83 Ca	2,88 Ca
2	2,33 Bb	3,17 Ba	3,42 ABa
3	3,46 Aa	3,58 Aa	3,62 Aa
4	3,17 Aa	3,21 Ba	3,29 Ba

Para o corte, médias seguidas por mesma letra maiúscula e, para o nível de irrigação, médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P>0,05$).

4.4.6. Número de folhas vivas (NFV)

O NFV do capim-Tanzânia não foi afetado ($P>0,05$) pelos níveis de irrigação estudados, entretanto foi observado efeito ($P<0,01$) da interação corte versus turno de rega.

Na Figura 14, observa-se que para os turnos de rega de 4 e 7 dias, constata-se maiores ($P<0,05$) NFV nos cortes 3 e 4, e para o turno de rega diário, observou-se que o maior ($P<0,05$) NFV foi registrado no corte 3. Para os cortes 1 e 3, registrou-se maiores

médias de NFV no turno de rega de 1 dia. O NFV variou de 3,9 a 5,3 e foi ligeiramente inferior aos valores apresentados por OLIVEIRA (2002) para o capim-Coastcross, e CORSI et al. (1994) para o capim-braquiaria, que foram de 9,0 e 7,0 folhas vivas por perfilho, respectivamente, e semelhantes aos valores apresentados por FAGUNDES (2004) para capim-braquiaria, que foram de 4,9 e 5,4 folhas vivas por perfilho para o inverno e o verão, respectivamente. GOMIDE & GOMIDE (1997) avaliando o capim-Tanzânia encontraram 5 folhas vivas por perfilho.

OLIVEIRA (2002) devido a constância da características NFV, mesmo quando a forrageira é submetida a diferentes adubações, condições de clima e manejo, sugere que este índice poderia ser utilizado para definir o intervalo de cortes. Segundo GOMIDE & GOMIDE (2000), durante o desenvolvimento da forrageira, o NFV cresce enquanto não se instala o processo de senescência e morte de folhas.

Tabela 14 – Número de folhas vivas (NFV) em capim-Tanzânia para diferentes cortes e turno de rega, durante o período experimental

Corte	Turno de rega (dias)		
	1	4	7
1	4,62 Ba	3,92 Cc	4,17 Bb
2	4,58 Bab	4,71 Ba	4,38 Bb
3	5,29 Aa	5,04 Ab	5,04 Ab
4	4,67 Bb	5,04 Aa	5,04 Aa

Para o corte, médias seguidas por mesma letra maiúscula e, para o turno de rega, médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Analisando os resultados apresentados para NFV, NFEm e NFEx, pode-se inferir que a irrigação não seja suficiente para causar variações expressivas em tais valores, sendo a luminosidade e a temperatura elementos mais eficientes como descrito por FAGUNDES (2004).

4.5. Produtividade de matéria seca

Houve efeito ($P<0,001$) isolado de cortes e interação ($P<0,01$) entre os fatores nível de irrigação e turno de rega na produtividade de matéria seca (MS) do capim-Tanzânia.

Na Tabela 15 observa-se que a menor ($P<0,05$) média de produtividade de MS de capim-Tanzânia foi registrado no corte 2, que por sua vez não diferiu ($P>0,05$) do corte 1. A maior ($P<0,05$) média de produtividade de MS foi observada no corte 4.

Tabela 15 – Produtividade média de matéria seca (MS) do capim-Tanzânia para os quatro cortes avaliados

Corte	1	2	3	4
Produtividade (g recipiente^{-1})	86,7 c	85,1 c	97,1 b	138,4 a

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste Tukey ($P<0,05$).

O aumento de produtividade de MS do capim-Tanzânia ao longo do experimento foi proporcional ao aumento da densidade populacional de perfílios (Tabela 4), porém, com diferentes proporções.

Pelos dados meteorológicos, observou-se que as menores taxas evapotranspirométricas de referência (Figura 12) ocorreram nos meses mais frios (Figura 10). Essa baixa evapotranspiração não implicou em menores produtividades do capim-Tanzânia para o corte 3, pois esse corte apresentou produtividade maior que os cortes 1 e 2, que se encontravam em condições de clima mais quente. Esse comportamento observado pode ser explicado com auxílio das unidades fototérmicas (UF), onde o corte 3 apresentou maior número de UF em relação aos cortes 1 e 2 como visto na Figura 18. Segundo PINHEIRO (2002), os elementos climáticas (temperatura e fotoperíodo) mostram-se como fatores restritivos ao crescimento de gramíneas em geral durante o inverno, e de maneira significativa para o capim-Tanzânia, reduzindo a produtividade com o início do período frio. Com a diminuição do desenvolvimento e da área foliar ocasionada pelo frio, as exigências de água pela cultura diminuem devido a dois fatores, um de ordem fisiológica (queda da transpiração, absorção e translocação de água pela planta) e outro devido a diminuição de demanda evaporativa da atmosfera que afeta a transpiração das plantas (BERGAMASCHI, 1999), que por sua vez afeta de maneira direta os valores de evapotranspiração.

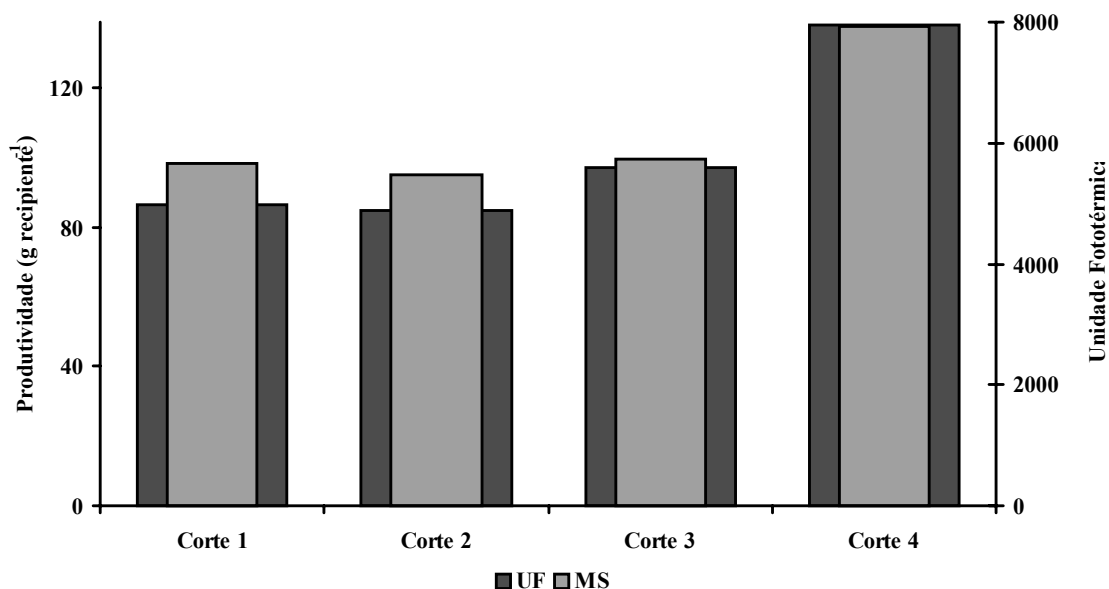


Figura 18 – Relação entre produtividade de matéria seca (MS) do capim-Tanzânia e unidades fototérmicas (UF) para os quatro cortes avaliados.

Apesar de não ser recomendável extrapolar a produtividade obtida para hectare, esse cálculo foi feito para se ter uma melhor idéia dos valores obtidos. Como cada recipiente foi espaçado de 0,60 x 0,60 m e cada um possuía uma touceira com 20 plantas, o corte 2 como exemplo apresentou produtividade de 2,36 t. ha⁻¹ ou 4,25 g planta⁻¹ para um período de cultivo de 37 dias.

A maioria dos trabalhos com pastagem irrigada encontrados na literatura apresentam produtividades de matéria seca menor aos encontrados nesse experimento. Isso pode ser parcialmente justificado pelo efeito “buquê”, devidos aos recipientes apresentarem diâmetros inferiores à área de sombreamento da touceira.

As diferenças na produtividade de matéria seca, provocadas pelo efeito dos diferentes turnos de rega e nível de irrigação, fazem com que haja diferença também na área de sombreamento da pastagem. Se os cálculos de produtividade fossem realizados por meio desta área, não se poderia concluir que as diferenças da produtividade seriam apenas pelo efeito da irrigação, pois teriam outros fatores influenciando, como exemplo, a adubação. A dose de adubo foi calculada por meio da área dos recipientes, se fosse utilizada a produtividade em relação à área sombreada, ter-se-iam valores diferentes de doses de adubação para cada tratamento.

Na Tabela 16, observa-se que independentemente do turno de rega, maiores ($P < 0,05$) produtividades de MS foram registradas para o nível de irrigação de 100%, seguidos de 75 e 50%. Independentemente do nível de irrigação, foram verificadas maiores ($P < 0,05$) produtividades de MS para o turno de rega de 1 dia. Para os níveis de

irrigação de 75 e 100%, não se registraram ($P>0,05$) diferenças entre os turnos de rega de 4 e 7 dias. Essa semelhança é muito importante, pois tendo possibilidade de manejar a irrigação com frequências maiores, aumenta-se a probabilidade de precipitação efetiva.

Tabela 16 – Valores médios de produtividade de matéria seca (MS) em g recipiente⁻¹ para diferentes turnos de rega e níveis de irrigação, durante o período experimental

Turno de rega (dias)	Nível de irrigação (%)		
	50	75	100
1	94,9 Ac	107,9 Ab	129,5 Aa
4	80,6 Bc	99,5 Bb	115,2 Ba
7	73,1 Cc	94,6 Bb	121,1 Ba

Para o turno de rega, médias seguidas por mesma letra maiúscula, e para o nível de irrigação, médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P<0,05$).

O maior valor médio de produtividade de MS foi de 129,5 g de MS recipiente⁻¹, verificado no tratamento de turno de rega de 1 dia e nível de irrigação de 100%. Tal tratamento recebeu a maior lâmina de irrigação como mostrado na Tabela 2. A menor média de produtividade de MS foi de 73,1 g de MS recipiente⁻¹, verificada no tratamento de turno de rega de 7 dias e nível de irrigação de 50%. Nesse tratamento, o nível de água no solo foi elevado somente para 50% da disponibilidade total de água no solo e o turno de rega foi de 7 dias. Dessa forma, esse tratamento apresentou um menor nível de água no solo por mais tempo durante todo o período de cultivo do capim-Tanzânia, conforme comprovado pelo consumo de água (Tabela 2).

Nos anos 70, pesquisadores acreditavam que o potencial produtivo máximo de forrageiras de clima temperado era limitado a 25 t. de MS ha⁻¹/ano, e produtividades superiores a 80 t. de MS ha⁻¹/ano podiam ser obtidos para gramíneas tropicais (Cooper, citado por MELLO, 2002). Depois disso, foram lançados vários cultivares de melhores características agrônômicas, dentre eles o capim-Tanzânia. Dessa forma, os valores apresentados nesse trabalho poderiam até ser obtidos em condições de campo, em condições ótimas de umidade e fertilidade no solo.

4.6. Teor de matéria seca

Não houve interação ($P>0,05$) entre os fatores nível de irrigação, turno de rega e corte no teor de matéria seca (MS), porém observou-se efeitos isolados por cortes ($P<0,001$) e níveis de irrigação ($P<0,001$).

Na Tabela 17 observa-se que o menor ($P<0,05$) teor de MS foi registrado no corte 4, que por sua vez, não diferiu ($P>0,05$) do corte 3. O maior ($P<0,05$) teor de MS foi obtido no corte que possuiu a menor idade, ou seja, o corte 1. Resultados diferentes foram registrados por OLIVEIRA (1999) trabalhando com capim-Tifton 85, onde os teores de MS aumentaram com a idade de corte. Uma possível justificativa pode ser atribuído ao aumento da densidade de perfilhos não ter acompanhado na mesma proporção o aumento da produtividade de MS, e dessa forma, pode ter ocorrido uma diminuição da relação Lâmina/Colmo. A lâmina apresenta um menor teor de MS quando comparado ao colmo, como observado por OLIVEIRA (1999), SOUZA FILHO et al. (1988) e CRESPO et al. (1981), resultando dessa forma em queda do teor de MS com o aumento do perfilhamento.

Tabela 17 – Valores médios de teor de matéria seca do capim-Tanzânia para os quatro cortes avaliados

Corte	1	2	3	4
Teor de matéria seca (%)	17,6 a	15,9 b	15,3 c	15,1 c

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste Tukey ($P<0,05$).

Na Tabela 18 observa-se maior ($P<0,05$) teor de MS para o nível de irrigação de 50%, seguidos dos níveis de 75 e 100%. Em outras palavras, os tratamentos de maior nível de irrigação apresentaram com maior teor de água nas células do capim, pois dispunham de maior quantidade de água a ser extraída do solo para seu metabolismo. Segundo SILVA & QUEIROZ (2002), a água contida na forrageira está em sua maioria na forma livre, sendo que as formas denominadas estrutural e de constituição apresentam com baixos teores, apesar da importância no aspecto físico-químico.

Tabela 18 – Valores médios de teor de matéria seca do capim-Tanzânia para os três níveis de irrigação avaliados

Nível de irrigação (%)	50	75	100
Teor de matéria seca (%)	17,0 a	15,9 b	14,9 c

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste Tukey ($P<0,05$).

4.7. Eficiência do uso da água

Nas Figuras 19, 20, 21 e 22, estão apresentados os valores de eficiência do uso da água (EUA) do capim-Tanzânia para os cortes 1, 2, 3 e 4, respectivamente, em função dos turnos de rega e dos níveis de irrigação.

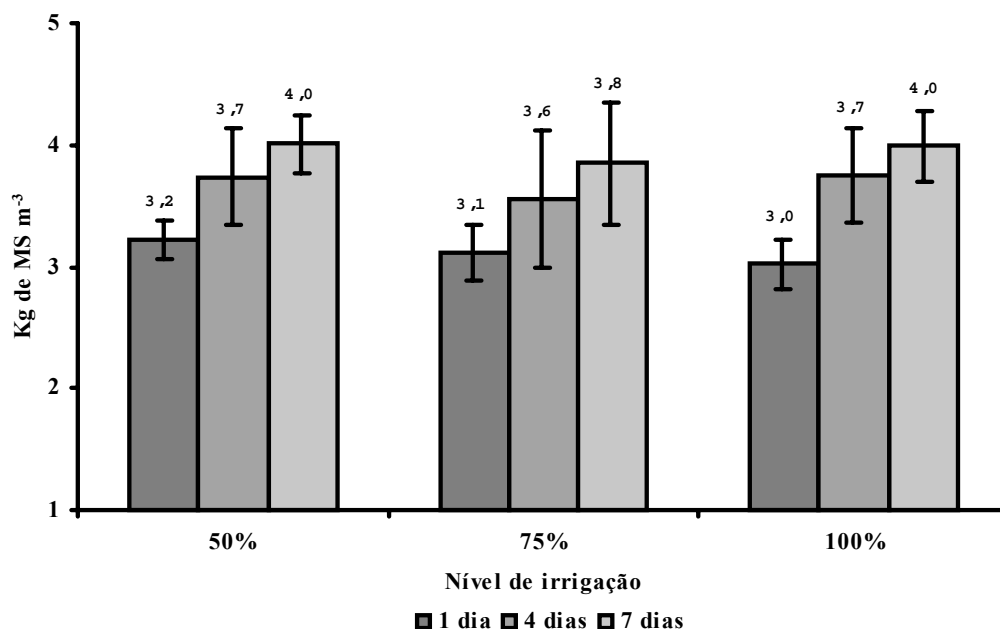


Figura 19 – Eficiência do uso da água (EUA) do capim-Tanzânia no corte 1, para os turnos de rega de 1, 4 e 7 dias e níveis de irrigação de 50, 75 e 100%. As barras em cada coluna representam os desvios padrão.

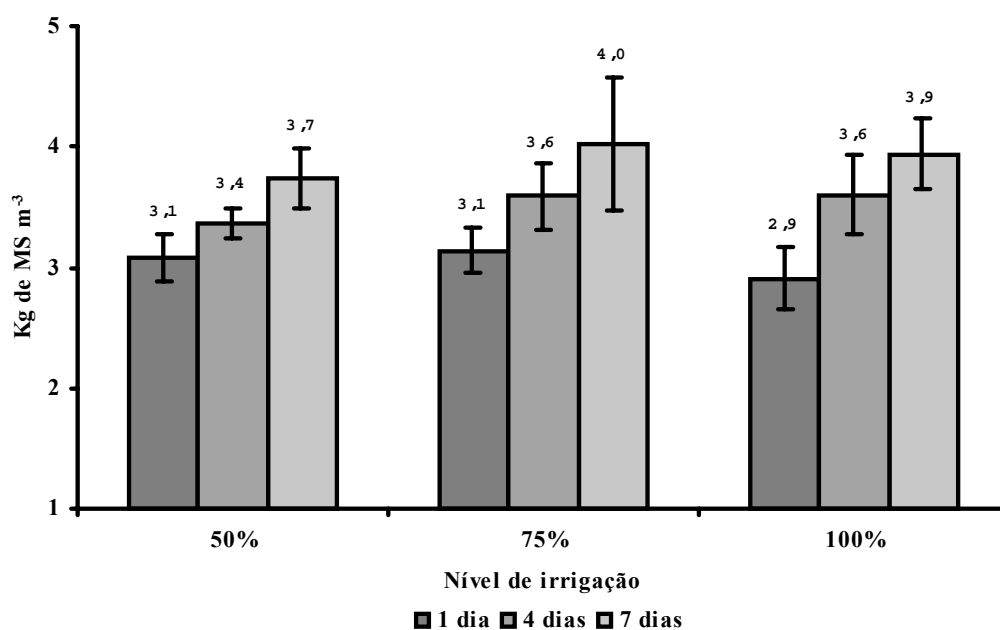


Figura 20 – Eficiência do uso da água (EUA) do capim-Tanzânia no corte 2, para os turnos de rega de 1, 4 e 7 dias e níveis de irrigação de 50, 75 e 100%. As barras em cada coluna representam os desvios padrão.

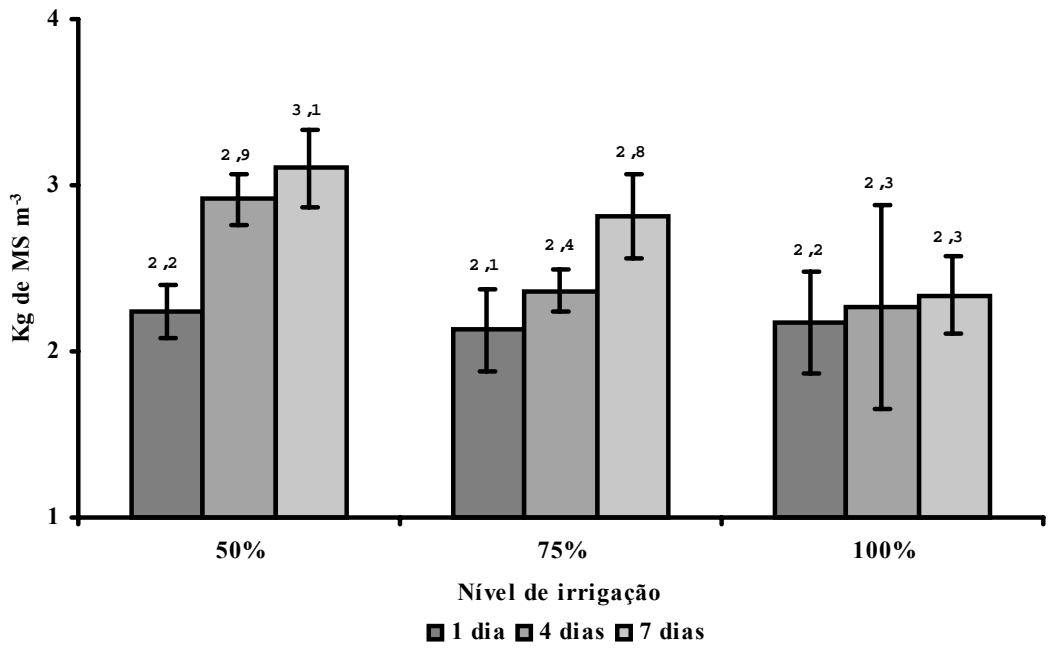


Figura 21 – Eficiência do uso da água (EUA) do capim-Tanzânia no corte 3, para os turnos de rega de 1, 4 e 7 dias e níveis de irrigação de 50, 75 e 100%. As barras em cada coluna representam os desvios padrão.

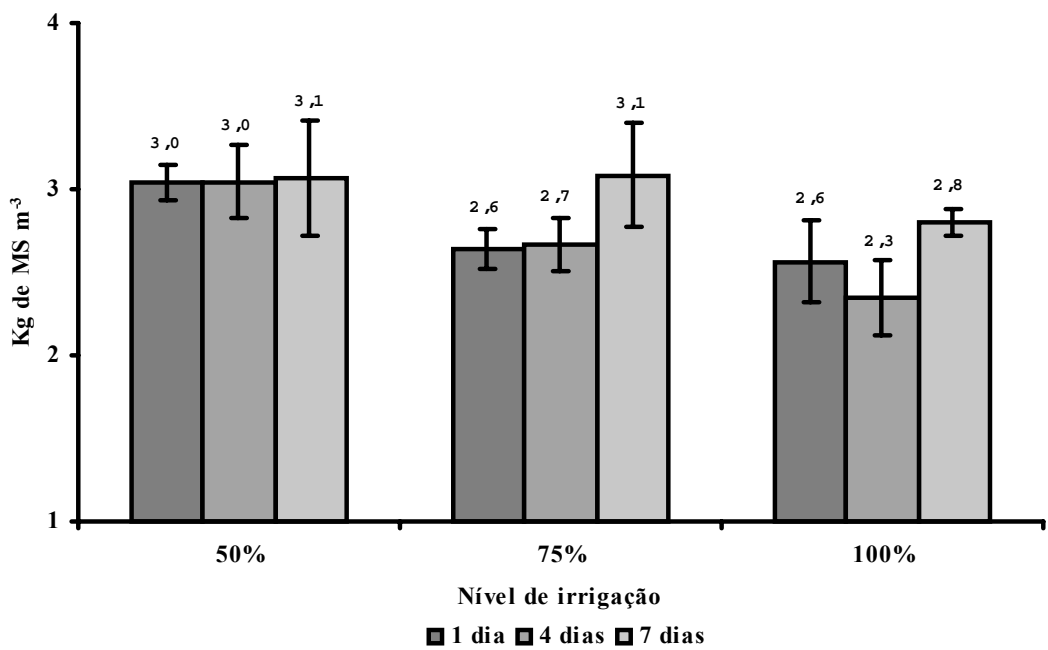


Figura 22 – Eficiência do uso da água (EUA) do capim-Tanzânia no corte 4, para os turnos de rega de 1, 4 e 7 dias e níveis de irrigação de 50, 75 e 100%. As barras em cada coluna representam os desvios padrão.

O maior valor de EUA, em todos os cortes e tratamentos, foi 4,0 kg MS m⁻³, ou seja, para produção de 1.000 kg de MS foram necessários 248 m³ de água. As pastagens possuem EUA inferior a algumas fruteiras como observado por SOUZA et al. (2000), que encontrou a máxima EUA para o meloeiro valor de 28,3 kg m⁻³. A máxima EUA para a cultura do milho é próxima ao valor encontrado para pastagens e BERGONCI et al. (2001) registrou valor de 4,0 kg m⁻³. Algumas culturas apresentam EUA muito baixa, LIMA (2002), MARCOLIN & MACEDO (2001) e ULLOA (1997) registraram valores para soja, arroz e feijão de 0,93; 0,90 e 0,60 kg m⁻³, respectivamente. Para produção de 1.000 kg de feijão foram necessários 1.667 m³ de água.

Observou-se efeito (P<0,01) da interação corte versus nível de irrigação e corte versus turno de rega para EUA.

Na Tabela 19, observa-se que independentemente do nível de irrigação, constata-se maiores (P<0,05) valores de EUA nos cortes 1 e 2.

Analisando-se o efeito do nível de irrigação dentro de cortes, observa-se que a EUA para os cortes 1 e 2 não variou (P>0,05) nos três níveis de irrigação avaliados. Para os cortes 3 e 4, observa-se que o nível de irrigação de 50% apresentou maior (P<0,05) EUA em relação aos outros níveis de irrigação, ou seja, quanto maior a disponibilidade de água, menor foi a EUA do capim-Tanzânia. Comportamento semelhante foi verificado por LOURENÇO (2004) que registrou valores de EUA de 2,9; 2,7 e 2,1 kg MS m⁻³ para os tratamentos de lâminas de irrigação de 50, 75 e 100% da evapotranspiração da cultura, respectivamente, em capim-Tanzânia adubado com 110 kg de N ha⁻¹/corte.

Tabela 19 – Valores médios de eficiência do uso da água (EUA) para diferentes cortes e níveis de irrigação, durante o período experimental

Corte	Nível de irrigação (%)		
	50	75	100
1	3,7 Aa	3,5 Aa	3,6 Aa
2	3,4 Aa	3,6 Aa	3,5 Aa
3	2,8 Ba	2,4 Cb	2,3 Bb
4	3,1 Ba	2,8 Bab	2,6 Bb

Para o corte, médias seguidas por mesma letra maiúscula e, para o nível de irrigação, médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

É conhecido que quando o solo está descoberto, o componente de evaporação é maior na superfície que apresenta maior teor de água em relação à superfície que está em déficit hídrico. Diante disso, pode-se afirmar que a perda de água por meio da evaporação nos tratamentos com maior teor de água no solo é maior. A água que é evaporada não é utilizada pela planta, mas é contabilizada no consumo de água nesses tratamentos, fazendo com que diminuam os valores de EUA. Outro fator ainda mais importante observado foi que na maior lâmina de irrigação utilizada nesse experimento, uma pequena percolação de água abaixo do sistema radicular foi identificada, que apesar de não sido descontada no consumo de água pela planta, foi responsável por lixiviar nutrientes e conseqüentemente afetar a produção de forragem, diminuindo dessa forma os valores de EUA. SORIA (2002) trabalhando com lâminas de irrigação de 170% da evapotranspiração, observou esse mesmo efeito.

Na Tabela 20, encontram-se os valores médios de EUA em função de turnos de rega e cortes. Observa-se que independentemente do turno de rega, constatam-se maiores ($P < 0,05$) valores de EUA nos cortes 1 e 2, comportamento esse, semelhante para interação corte versus nível de irrigação. Os cortes 3 e 4 apresentaram menor valor de EUA, devido coincidirem com o período mais frio do experimento. Isso é explicado pelo fato do consumo de água pelas plantas diminuir (Tabela 2), e o valor de peso da MS produzida em relação a essa água diminuir em proporções ainda maiores, pois com a baixa temperatura, o desenvolvimento das pastagens é retardado, mostrando o efeito da sazonalidade.

Analisando-se o efeito do turno de rega dentro de cortes, constata-se menores ($P < 0,05$) valores de EUA no turno de rega de 1 dia, para os cortes 1, 2 e 3. Para o corte 4 constata-se maior ($P < 0,05$) valor de EUA para o turno de rega de 7 dias, que por sua vez não diferiu ($P > 0,05$) daquele de 1 dia. Esperava-se encontrar maiores valores de EUA no turno de rega de 7 dias para todos os cortes. Quando o teor de água no solo diminui após alguns dias sem irrigação, a planta utiliza alguns mecanismos para aumentar a eficiência de utilização da água, como exemplo, o fechamento estomático, resultando em menor consumo de água, e conseqüente aumento da EUA, pois são fatores inversamente proporcionais (CAVALCANTE et al., 2001).

Tabela 20 – Valores médios de eficiência do uso da água (EUA) para diferentes cortes e turno de rega, durante o período experimental

Corte	Turno de rega (dias)		
	1	4	7
1	3,1 Ab	3,7 Aa	4,0 Aa
2	3,0 ABc	3,5 Ab	3,9 Aa
3	2,2 Cb	2,5 Ba	2,8 Ba
4	2,8 Bab	2,7 Bb	3,0 Ba

Para o corte, médias seguidas por mesma letra maiúscula e, para o turno de rega, médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P>0,05$).

A produção de MS é função de outros fatores além do consumo de água, como a fertilidade do solo, que pode influenciar consideravelmente nos valores de peso de MS e conseqüentemente influenciar os valores de EUA. STOUT (1992), trabalhando com *Panicum virgatum* L. cv. Cave-n-Rock no nordeste dos Estados Unidos, em solos que apresentam como características baixa disponibilidade de água, encontrou que a EUA foi significativamente afetada pela fertilização nitrogenada e pelo tipo de solo.

4.8. Composição bromatológica e DIVMS

Para o teor de proteína bruta (PB) observou-se o efeito ($P < 0,05$) da interação turno de rega versus nível de irrigação.

Conforme apresentado na Tabela 21, observou-se para o nível de irrigação de 50%, que o teor de proteína bruta não variou ($P > 0,05$) nos três turnos de rega avaliados. Contudo, ocorreram diferenças ($P < 0,05$) nos teores protéicos do capim para os níveis de irrigação de 75 e 100%. Ao analisar-se o nível de irrigação dentro de turno de rega, constata-se que independentemente do turno de rega, que os valores protéicos para nível de irrigação de 50% foram maiores ($P < 0,05$) que para nível de irrigação de 100%.

Tabela 21 – Teores médios de proteína bruta (%), em função dos diferentes turnos de rega e níveis de irrigação, para o corte 3 do capim-Tanzânia

Turno de rega (dias)	Nível de irrigação (%)		
	50	75	100
1	30,9 Aa	27,5 ABb	23,0 Bc
4	29,9 Aa	29,0 Aa	25,0 Ab
7	29,6 Aa	25,1 Bb	24,7 ABb

Para o turno de rega, médias seguidas por mesma letra maiúscula e, para o nível de irrigação, médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P > 0,05$).

De forma geral o teor de PB foi maior quanto menor foi a quantidade de água aplicada. Isto deve-se provavelmente a um menor crescimento do capim, resultando em menor alongamento do caule e portanto em menor valor protéico.

ZIMMER (1999), trabalhando com duas alturas de pós-pastejo e duas doses de nitrogênio em *Panicum maximum* Jacq. cv. Aruana, na estação seca do ano, obteve teor médio de PB de 18,7%. JANK (1995) encontrou valor médio de 12,7% para a PB de folhas do capim-Tanzânia. Outros autores que determinaram o teor de PB em capim-Tanzânia foram: BARBOSA & EUCLIDES (1997) e MACHADO et al. (1998), que obtiveram teores médios de PB de 12,3% e 11,8%, respectivamente; ANDRADE (1993) obteve valores de PB entre 11,6 e 10,5%.

Observa-se que os valores encontrados na literatura são inferiores ao menor valor encontrado nesse trabalho. É possível que os 9 cm de colmo, que não foram incluídos nas análises, tenham sido os responsáveis por estes elevados valores de PB,

pois sabe-se que as folhas contribuem de forma mais significativa para o aumento do teor de PB. Acredita-se que se fossem feitas análises de PB juntamente com esses colmos, haveria um efeito de diluição, diminuindo dessa forma tais valores. É oportuno ressaltar também, que as análises deste constituinte foram repetidos por três vezes no laboratório, comparando-se os valores obtidos com amostras de forragem padrão, dado ao elevado valor encontrado.

Outra possível justificativa desses altos valores de PB foram os elevados níveis de adubações nitrogenada, 100 mg dm⁻³/corte que equivalem a 200 kg de N ha⁻¹/corte. SORIA (2002) constatou, em seu trabalho, que o uso de nitrogênio na pastagem de capim-Tanzânia proporcionou um aumento nos teores de PB. Os tratamentos que receberam níveis de adubação de 31 e 230 kg N ha⁻¹/corte apresentaram teores de PB de 10 e 17%, respectivamente. Outros autores que observaram também o aumento nos teores de PB com o uso de adubação nitrogenada foram FAVORETTO et al. (1988), CORRÊA et al. (1998) e FORNI et al. (2000), trabalhando com gramíneas forrageiras do gênero *Panicum* (Colonião, Tanzânia, Vencedor, Mombaça e Centenário).

Para teores de fibra em detergente ácido (FDA) observou-se efeito (P<0,01) da interação turno de rega versus nível de irrigação.

Observa-se que independentemente do turno de rega, constatou-se menores (P<0,05) teores de FDA para os níveis de irrigação de 50% (Tabela 22). Avaliando-se o turno de rega dentro de nível de irrigação, observa-se que para os níveis de irrigação de 50 e 75%, não foi constatada diferença (P>0,05) nos teores de FDA pelo efeito dos turnos de rega, entretanto, para o nível de irrigação de 100%, maiores (P<0,05) teores de FDA foram observados para o turno de rega de 1 dia.

Tabela 22 – Teores médios de fibra em detergente ácido (%), em função dos diferentes turnos de rega e níveis de irrigação, para o corte 3 do capim-Tanzânia

Turno de rega (dias)	Nível de irrigação (%)		
	50	75	100
1	29,5 Ac	32,3 Ab	36,6 Aa
4	29,1 Ab	33,6 Aa	32,8 Ba
7	30,9 Ab	34,3 Aa	32,7 Bab

Para o turno de rega, médias seguidas por mesma letra maiúscula e, para o nível de irrigação, médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Os teores de FDA encontrados foram semelhantes quando comparados com valores apresentados por outros autores. BARROS et al. (2002) e BARBOSA & EUCLIDES (1997) encontraram teores médios de FDA de 35,0 e 38,2% para capim-Tanzânia, respectivamente. TEIXEIRA (1997) obteve teor médio de FDA de 45,8% para capim-Tobiatã. As análises bromatológicas foram realizadas no corte 3, em que a duração foi de 62 dias, acarretando o florescimento do capim-Tanzânia. Com o avanço dos estádios de maturação, há um acelerado acúmulo de carboidratos estruturais na parede celular das plantas forrageiras, elevando dessa forma os valores de teor de FDA.

Para teores de fibra em detergente neutro (FDN), não foi observado efeito ($P>0,05$) dos turnos de rega e níveis de irrigação. O teor médio de FDN foi de 61,9%, valor bem inferior aos encontrados por BARROS et al. (2002); MACHADO et al. (1998); e BARBOSA & EUCLIDES (1997), trabalhando com pastagem não irrigada, que foram de 71,0; 71,1 e 72,9%, respectivamente.

EUCLIDES (1995), estudando diversos cultivares de *Panicum maximum*, concluiu que valores de FDN inferiores a 55% são raros. Valores superiores a 65% são comuns em tecidos novos e teores entre 75 e 80% são encontrados em materiais de maturidade avançada. A FDN tem uma relação inversa ao consumo voluntário do pasto, ou seja, menores valores de FDN implicam numa maior atratividade ao pastejo da forrageira.

A exemplo da FDN a digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS), não foi influenciada ($P>0,05$) por nenhum dos fatores estudados, nem pela interação ($P>0,05$) destes, registrando-se valor médio de 72,4%. BARROS et al. (2002) e MACHADO et al. (1998) encontraram valores de 65,3 e 65,2%, respectivamente. GONTIJO NETO (2003) e TOSSI (1999), trabalhando com capim-Tanzânia, obtiveram valores de DIVMS variando entre 45,8 e 54,7%, e 71,41%, respectivamente.

Apesar do turno de rega e nível de irrigação não conferir efeito ($P>0,05$) no teor de DIVMS, observou-se uma tendência de diminuição de seus valores conforme se aumentou os níveis de irrigação, comportamento esse diferente ao observado para os teores de FDA (Figura 23). VAN SOEST (1994) e SORIA (2002) também encontraram resultados semelhantes, nos quais o tratamento que obteve o maior valor de digestibilidade, obteve o menor valor de FDA. O primeiro autor afirma também que essa associação negativa depende de diversos fatores, entre os quais cita a espécie, o

clima, o solo e o manejo adotado. Os maiores valores de digestibilidade possivelmente estão relacionados à presença de matéria seca de melhor qualidade, a qual apresentaria maior produção de massa foliar, perfilhos novos, hastes mais tenras, que se traduz em maior consumo voluntário de matéria seca. SORIA (2002), utilizando maiores doses de adubação nitrogenada, observou maiores valores de digestibilidade, concluindo que a aplicação desse adubo traz benefícios não apenas na quantidade produzida, mas também na qualidade, pois a digestibilidade é um dos melhores previsores da qualidade relativa da forragem.

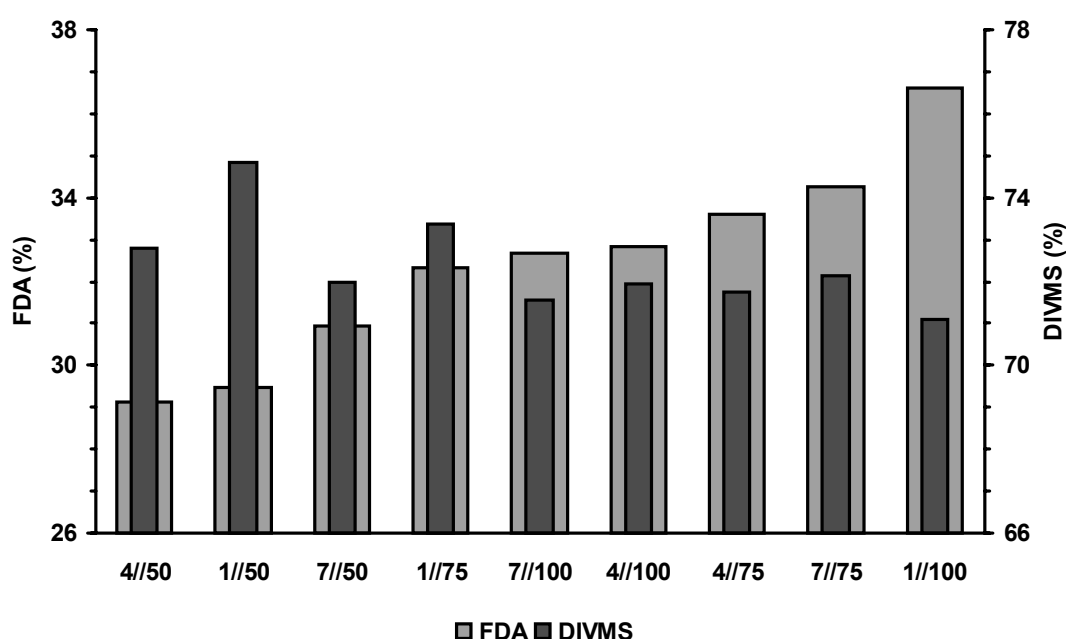


Figura 23 – Relação entre teores de fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS) no corte 3.

Alguns autores relatam que o valor alimentar da forragem decresce com a idade. ANDRADE (1987) comprovou isso, para três cultivares de *Panicum maximum*, observando que com o avanço da idade da forragem, sua qualidade diminuiu. Segundo SANTOS (2002), a digestibilidade diminuiu com a idade da forrageira. Em seu experimento, ele observou uma acentuada redução na digestibilidade ao longo dos cortes (diminuição de 3 a 6 pontos percentuais de digestibilidade por corte).

4.9. Sistema radicular

A dinâmica do desenvolvimento do sistema radicular do capim-Tanzânia confinado em recipientes na profundidade de 0-70 cm, num raio de 30 cm, foi estudada por meio da densidade de raízes, ou seja, matéria seca de raízes por decímetro cúbico de solo (MSR dm^{-3}). O período para o crescimento do sistema radicular foi de 26/01/2004 a 10/09/2004.

Os perfis de distribuição das raízes nos diversos tratamentos estão apresentados nas Figuras 24, 25 e 26, para os níveis de irrigação de 50, 75 e 100%, respectivamente. Cada figura está dividida em três gráficos, para que cada turno de rega seja comparado dentro de cada nível de irrigação, haja visto que o comportamento do sistema radicular é afetado fortemente pela frequência de irrigação. Os gráficos mostrados estão em forma de isolinhas que representam os limites de diferentes densidades de raízes em MSR dm^{-3} .

Não foram apresentados estudos estatísticos para distribuição do sistema radicular, pois as amostragens apresentaram grande variabilidade, tornando-se difícil verificar diferença significativa entre tratamentos. De acordo com PAGOTTO (2001), metodologias de amostragens associadas a conceitos de interpretação estatística em processos biológicos deveriam ser revistos, uma vez que os estudos existentes sobre sistema radicular de plantas forrageiras tropicais poucas vezes são conclusivos, quando interpretados pela estatística ortodoxa.

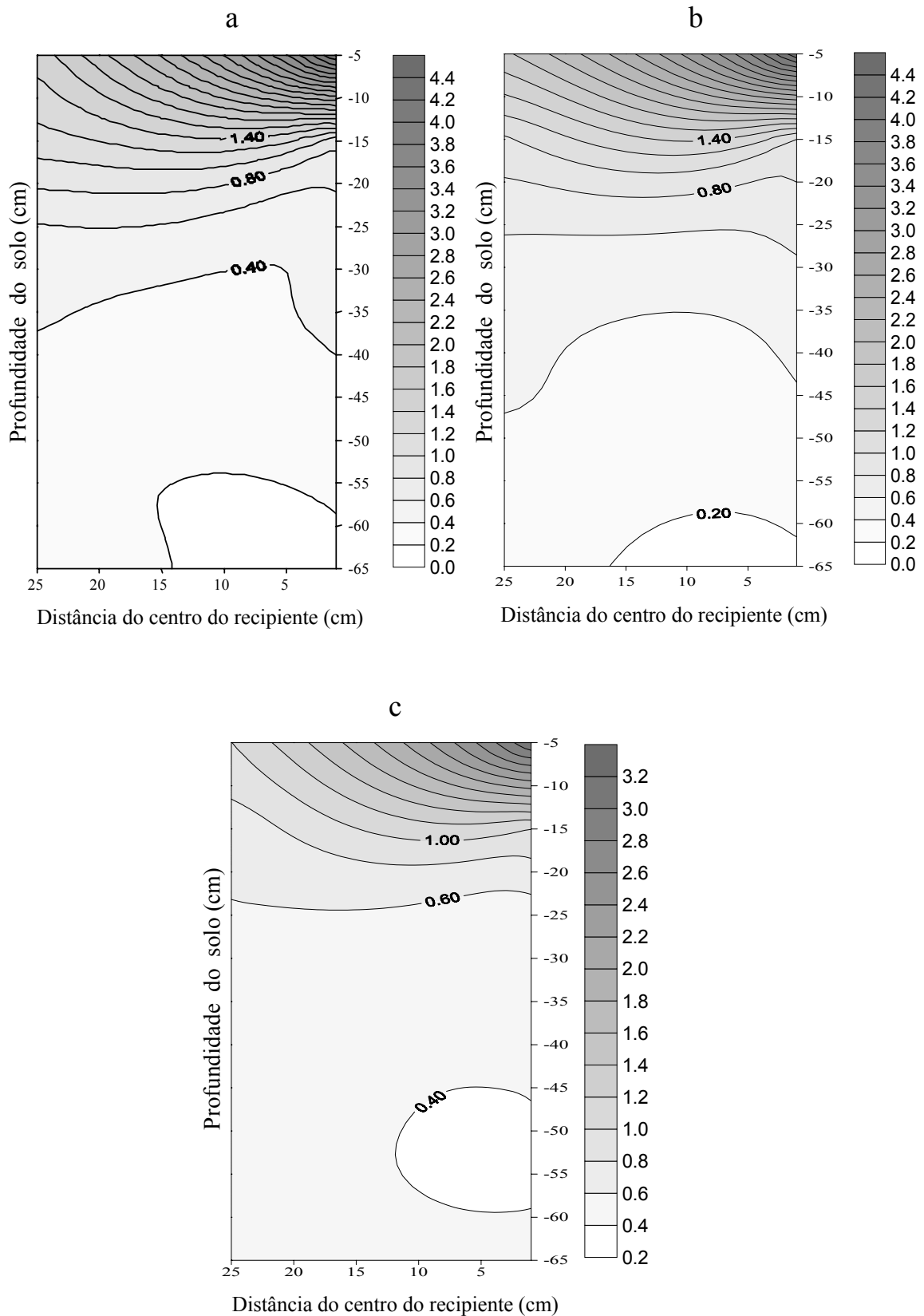


Figura 24 – Isolinhas da densidade de raízes (g MS dm⁻³) do capim-Tanzânia em função do nível de irrigação de 50% e turnos de rega de: a) 1 dia; b) 4 dias e c) 7 dias.

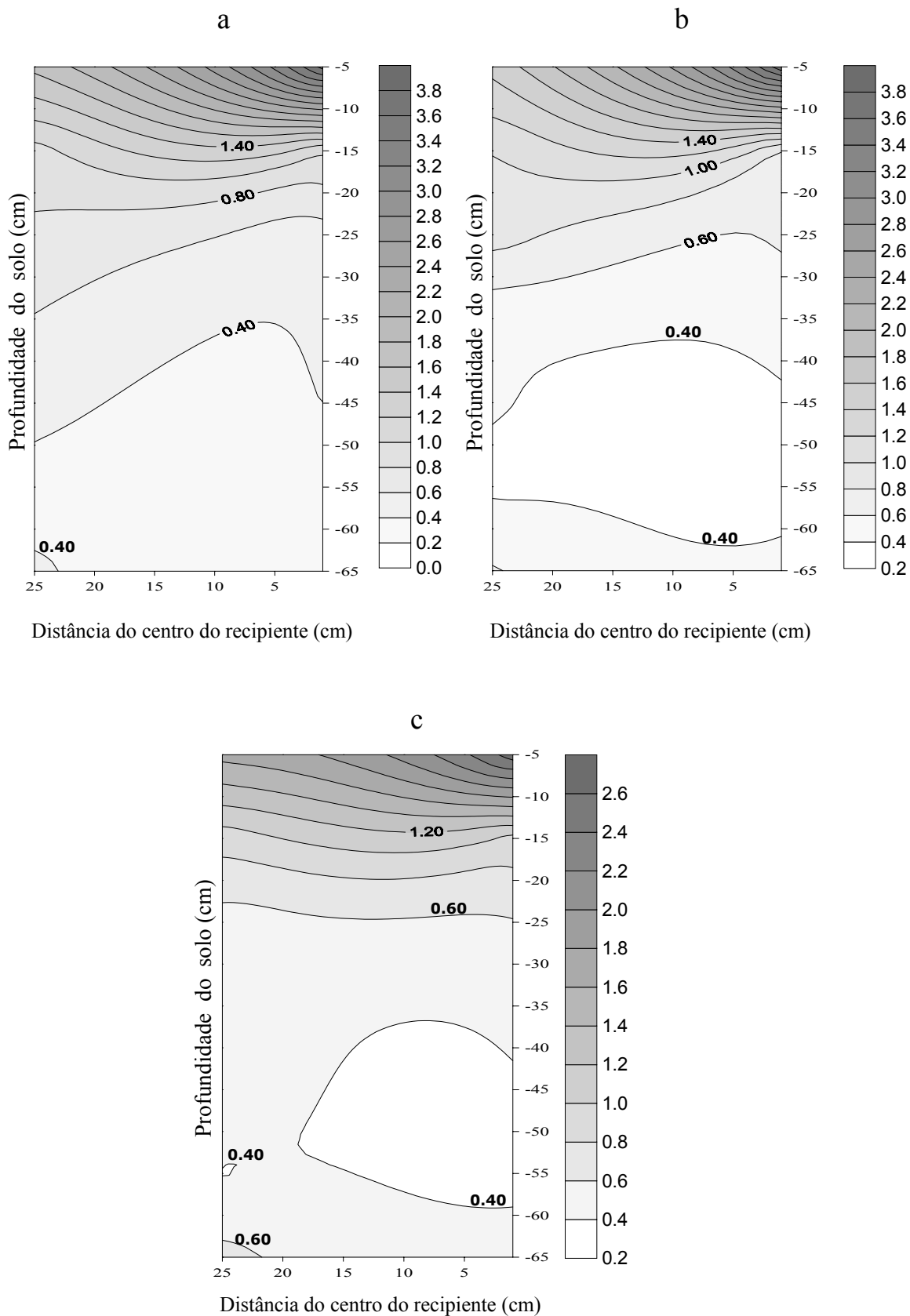


Figura 25 – Isolinhas da densidade de raízes (g MS dm^{-3}) do capim-Tanzânia em função do nível de irrigação de 75% e turnos de rega de: a) 1 dia; b) 4 dias e c) 7 dias.

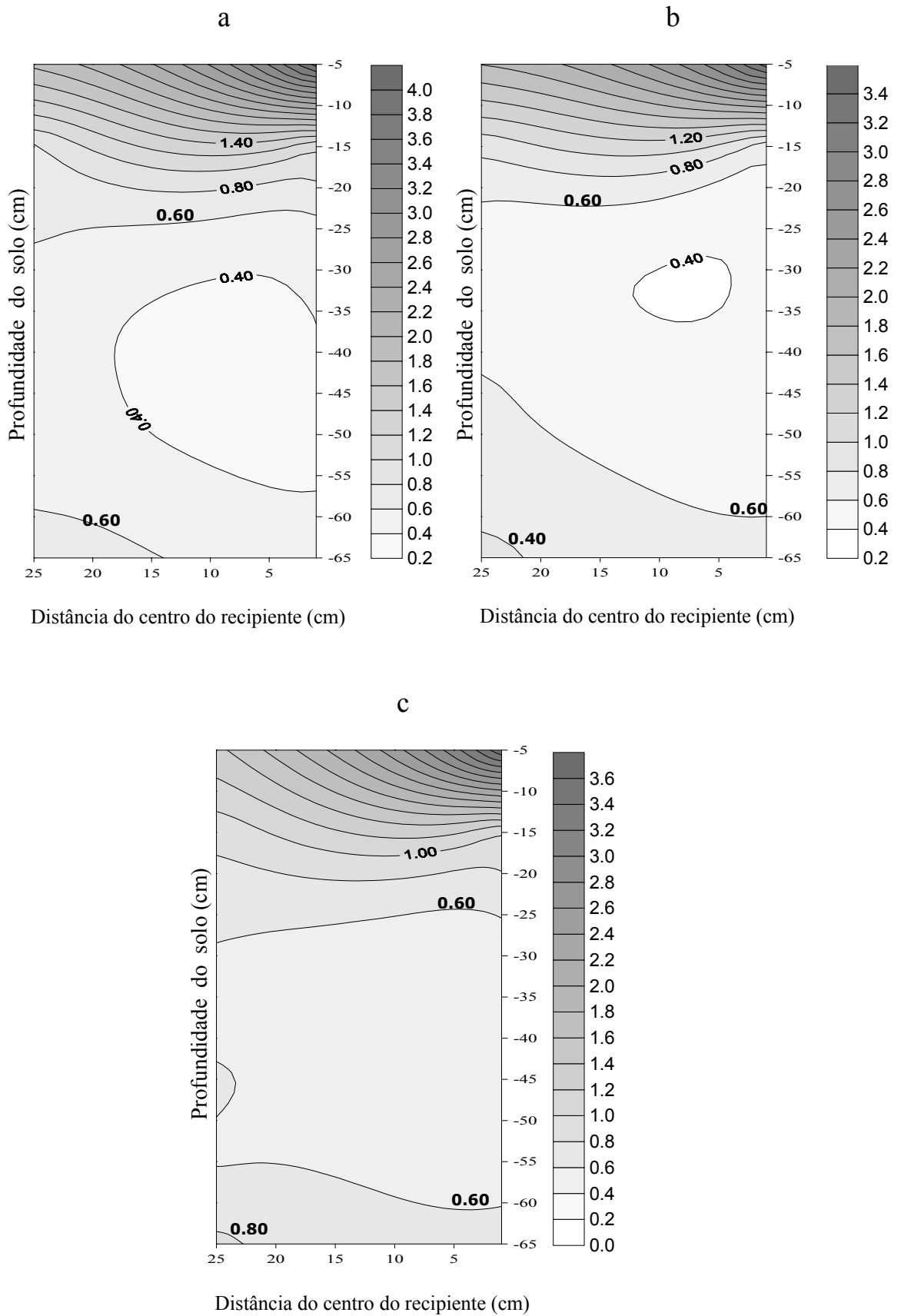


Figura 26 – Isolinhas da densidade de raízes (g MS dm^{-3}) do capim-Tanzânia em função do nível de irrigação de 100% e turnos de rega de: a) 1 dia; b) 4 dias e c) 7 dias.

Observa-se nas Figuras 24, 25 e 26, com exceção aos tratamentos de nível de irrigação de 50% e turnos de rega de 1 e 4 dias, que a densidade de raízes na última camada não foi a menor encontrada. A quantidade de raízes junto ao fundo dos recipientes é maior em relação a alguns centímetros acima, indicando que houve uma concentração nessa parte, devido possivelmente a limitação na profundidade do recipiente, isto é, os recipientes apresentaram dimensões limitadas ao crescimento das raízes, ou seja, houve um confinamento do sistema radicular.

Nos tratamentos de nível de irrigação de 50% e turno de rega de 1 e 4 dias (Figuras 24-a e 24-b), a lâmina de água aplicada foi insuficiente para umedecer as camadas mais profundas, porém foram encontradas raízes nessas camadas. A explicação para esses tratamentos possuírem raízes até o final do recipiente pode estar na aeração e na quantidade de água retida nos microporos, devido às irrigações realizadas no estabelecimento do experimento. No tratamento de nível de irrigação de 50% e turno de rega de 7 dias (Figura 24-c), as lâminas de irrigação aplicadas foram maiores em relação aos outros tratamentos com turno de rega de 1 e 4 dias, ao ponto de umedecer a última camada, por isso obteve-se maior densidade de raízes na mesma.

Foi observado em todos os tratamentos, que a quantidade de raízes foi sempre maior na parte central das primeiras camadas e que essa quantidade de raízes diminuiu conforme se aumentou à distância do centro do recipiente. Esse comportamento é explicado pelas amostragens centrais terem sido realizadas exatamente abaixo da touceira do capim-Tanzânia. De um modo geral, na profundidade intermediária, observou-se também que a quantidade de raízes, na parte central e na periferia (25 cm de distância do centro), foram semelhantes. Nas últimas camadas, detectou-se que a quantidade de raízes foi maior na periferia e que diminuiu assim que se aproximou do centro do recipiente.

Nos tratamentos de turnos de rega de 4 e 7 dias, as lâminas aplicadas foram maiores devido a menor frequência de irrigação. Dessa forma, o umedecimento do solo atingiu profundidades maiores. Logo, pode-se inferir que o turno de rega de 1 dia, se caracteriza por umedecer somente as primeiras camadas; os tratamentos de turno de rega de 4 dias, camadas mais profundas são umedecidas, mas em menor frequência; e o turno de rega de 7 dias, camadas ainda mais profundas são umedecidas, mas em menores frequências em relação ao turno de rega de 4 dias.

Para os tratamentos que se constituíram de níveis de irrigação de 100%, observou-se que os diferentes turnos de rega não conferiram grandes diferenças na distribuição de raízes no interior do recipiente, pois esse nível de irrigação deixou todo o perfil do solo umedecido. O efeito do turno de rega foi mais acentuado quando associado a menores níveis de irrigação.

A distribuição das raízes no solo, contido em todo o interior do recipiente, influencia na profundidade efetiva do sistema radicular do capim-Tanzânia, parâmetro muito importante para se manejar a irrigação de qualquer cultura. Para se determinar a profundidade efetiva é necessário quantificar todas as camadas do solo que contenham raízes e determinar o ponto no qual se encontram 80% destas (BERNARDO, 1995). Uma repetição de cada tratamento foi selecionada ao acaso, totalizando em nove recipientes para comparação dos valores obtidos por amostragem com os valores obtidos na camada inteira. Não era conhecido a representabilidade dos valores amostrados, pois como visto nas Figuras 24, 25 e 26, a quantidade de raízes não foi homogênea em todo o recipiente. Regressões foram feitas para se obter a equação que melhor representasse os valores amostrados. Com a equação selecionada (Tabela 23), pôde-se introduzir os dois valores obtidos por amostragem (centro e periferia), para cada camada, e obter a densidade total na camada inteira.

A partir da equação de regressão apresentada na Tabela 23, calculou-se a densidade de raízes em cada camada para todos os tratamentos por meio dos valores amostrados nas partes central e periférica dos recipientes. Com esses valores de densidade de raízes, pôde-se determinar a porcentagem com que cada camada contribuiu para o sistema radicular do capim-Tanzânia e conseqüentemente, pôde se determinar a profundidade efetiva.

Tabela 23 – Equação de regressão para se obter a densidade total (TOT) por meio de valores de densidades em amostragens central (CEN) e periférica (PER)

Equação:

$$\text{TOT} = 0,067 + (0,5134 \cdot \text{CEN}) + (0,516 \cdot \text{PER}) - (0,247 \cdot \text{CEN} \cdot \text{PER})$$

$r^2 = 0,8362$; r^2 ajustado = 0,8279.

Os valores apresentados na Tabela 24 são de porcentagem acumulada ao longo do perfil do solo no interior dos recipientes. Observa-se que a maior porcentagem de raízes na camada de 10 cm foram registrados nos tratamentos de nível de irrigação de 50%. RAZUK (2002) trabalhando com capim-braquiaria encontrou porcentagem média

de distribuição de raízes nas camadas de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm de 66, 18, 11 e 5%, respectivamente. CORRÊA et al. (1999) para capim-Tanzânia, encontrou nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm porcentagem média de raízes de 63, 24 e 13%, respectivamente, para nível baixo de fertilização, e 57, 32 e 11%, respectivamente, para nível alto de fertilização.

Tabela 24 – Porcentagem acumulada (%) de raízes ao longo do perfil do solo do capim-Tanzânia para todos os tratamentos

Camada (cm)	Tratamento								
	1:50	1:75	1:100	4:50	4:75	4:100	7:50	7:75	7:100
0-10	35,2	28,9	24,7	30,4	29,8	26,0	30,3	26,5	27,5
10-20	54,7	46,8	42,1	50,0	46,2	40,6	46,1	44,1	43,0
20-30	67,0	60,8	55,3	65,0	60,9	51,0	57,7	56,6	54,8
30-40	78,3	72,3	65,9	76,0	71,3	61,2	69,3	67,7	64,5
40-50	86,9	82,7	76,3	86,4	80,4	73,0	80,1	78,2	75,7
50-60	93,2	90,5	86,3	93,6	88,8	85,5	89,1	86,9	86,5
60-70	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

1, 4 e 7 representam os turno de rega em dias; e 50, 75 e 100, os níveis de irrigação em porcentagem.

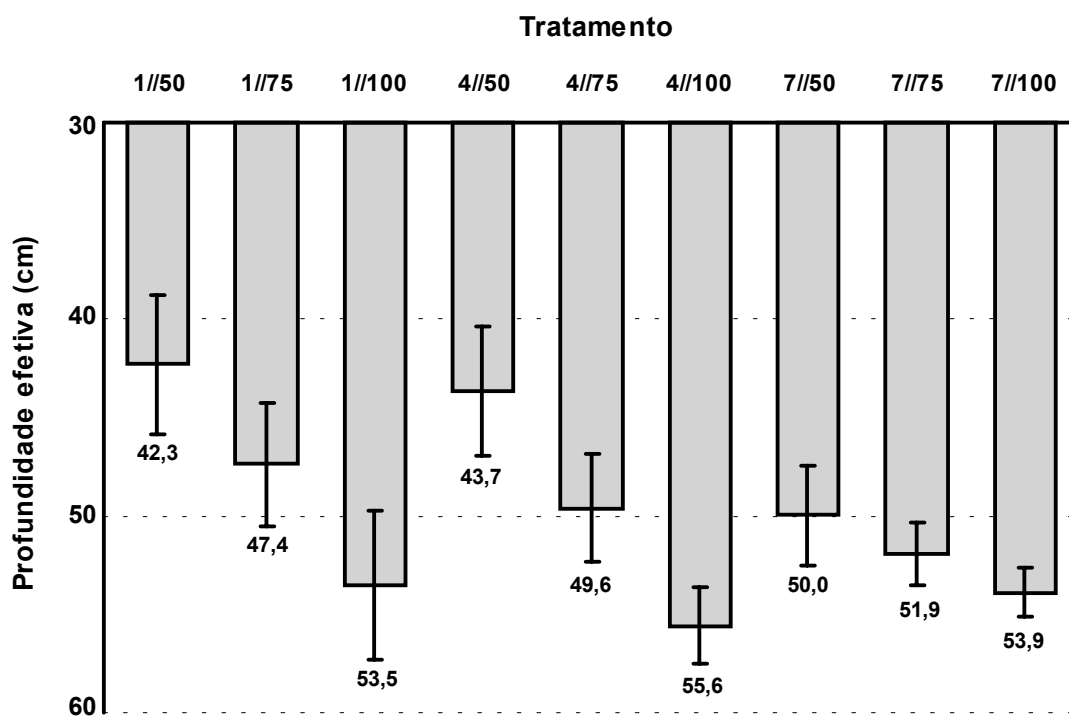


Figura 27 – Médias das profundidades efetivas (cm) do sistema radicular do capim-Tanzânia em função do turno de rega e do nível de irrigação.

Observou-se que o menor valor de profundidade efetiva do sistema radicular do capim-Tanzânia foi de 42,3 cm, para o tratamento com turno de rega de 1 dia e nível de irrigação de 50%, e o maior valor foi de 55,6 cm, para o tratamento de turno de rega de 4 dias e nível de irrigação de 100% (Figura 27).

Para a profundidade efetiva do sistema radicular, observou-se efeito isolado do turno de rega ($P < 0,01$) e do nível de irrigação ($P < 0,001$).

Na Tabela 25, observa-se que o menor ($P < 0,05$) valor de profundidade efetiva do sistema radicular do capim-Tanzânia foi registrado no turno de rega de 1 dia. Esse turno de rega por sua vez não diferiu ($P > 0,05$) daquele de 4 dias, indicando que as lâminas de água aplicadas para compensar 4 dias de perda de água do solo pela evapotranspiração da forragem, não foram suficientes para conferir efeito na profundidade efetiva do sistema radicular do capim-Tanzânia. Já para o tratamento de turno de rega de 7 dias, foi observado tal efeito em relação ao turno de rega de 1 dia, mas não para o de 4 dias, em que as raízes se concentraram em regiões mais profundas forçando o sistema radicular a atingir maior valor de profundidade efetiva.

Tabela 25 – Médias da profundidade efetiva (cm) do sistema radicular do capim-Tanzânia em função do turno de rega

Turno de rega	1 dia	4 dias	7 dias
Profundidade efetiva (cm)	47,7 b	49,6 ab	51,9 a

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Na Tabela 26 encontram-se as médias da profundidade efetiva do sistema radicular do capim-Tanzânia em função do nível de irrigação. Observa-se maior ($P < 0,05$) valor de profundidade efetiva para o nível de irrigação de 100%.

Tabela 26 – Médias da profundidade efetiva (cm) do sistema radicular do capim-Tanzânia em função do nível de irrigação

Nível de irrigação	50%	75%	100%
Profundidade efetiva (cm)	45,3 c	49,6 b	54,3 a

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Quando se estabelecem comparações de produtividade de matéria seca com profundidade efetiva do sistema radicular no capim-Tanzânia, os resultados são pouco conclusivos. O tratamento que apresentou a menor profundidade efetiva, turno de rega de 1 dia e nível de irrigação de 50%, obteve produtividade semelhante aos tratamentos que apresentaram a maior profundidade efetiva. Acredita-se que a profundidade efetiva influencia na produtividade de forrageiras somente quando colocada em condições

bastante adversas, como exemplo: deficiência hídrica por certo período de tempo, que já foi explicada; solos pouco férteis, onde a maior profundidade efetiva implicará em maior volume explorado, e assim maior quantidade de nutrientes absorvidos, entre outros.

Outro resultado apresentado dentro do estudo de sistema radicular foi a quantidade de raízes produzida pelos diferentes tratamentos, expressa por MSR em todo o recipiente dividido pelo volume de solo explorado, ou seja, foi a média da densidade de todas as camadas.

Não foi detectado efeito ($P>0,05$) de turno de rega e nível de irrigação, nem da interação destes sobre a densidade total do sistema radicular do capim, cujos valores médios foi de $4,66 \text{ g dm}^{-3}$. Na Tabela 27 encontram-se os valores médios de densidade de raiz para os diferentes tratamentos.

Tabela 27 – Médias de densidade de raiz (g dm^{-3}) do capim-Tanzânia em função do turno de rega e do nível de irrigação

Turno de rega (dias)	Nível de irrigação (%)		
	50	75	100
1	4,35	4,54	4,58
4	4,28	4,81	4,85
7	4,75	4,52	5,22

CECATO (2001a), trabalhando com peso de raízes em pastagem de Coastcross-1, observou que a produção de matéria seca de raízes aumentou à medida que se elevaram os níveis de resíduo de matéria seca aérea. Após um corte no capim, a quantidade de raiz diminui, pois há um declínio na produção de material elaborado para ela. Dependendo da quantidade de resíduo deixado, há um menor declínio ou não do crescimento do sistema radicular. Esse efeito não influenciou esse trabalho, pois o resíduo deixado nos diferentes tratamentos foram exatamente iguais, pois o corte foi a 9 cm do solo para todos os tratamentos. Após o último corte, continuou-se a aplicação da irrigação respeitando-se os turnos de rega e níveis de irrigação para cada tratamento. A retirada de amostras do material de raiz foi realizada apenas depois das plantas apresentarem-se desenvolvidas.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Avaliou-se, neste trabalho, o efeito de diferentes turnos de rega e níveis de irrigação sobre *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia. O capim foi cultivado em recipientes sob condições de ambiente protegido no período de janeiro a outubro de 2004. Aos 46 dias após a semeadura, procedeu-se o corte de uniformização. A partir de então, foram realizados quatro cortes. A adubação foi constituída de doses de 50 e 40 mg dm⁻³/corte de N e K, respectivamente, no corte 1, e de 100 e 80 mg dm⁻³/corte nos cortes 2, 3 e 4.

As irrigações foram realizadas com turnos de rega de 1, 4 e 7 dias, e lâminas de irrigação para restabelecer 50, 75 e 100% da disponibilidade total de água no solo. A evapotranspiração da cultura (ETc) foi obtida por meio de quatro lisímetros de drenagem.

Os dados meteorológicos foram obtidos por meio de uma estação meteorológica automática dentro do ambiente protegido. A UF para cada corte foi obtida por meio do número de graus-dia e do fotoperíodo. A densidade populacional de perfilhos foi obtida por meio de contagem de perfilhos vivos após cada corte. As características morfogênicas foram estudadas por meio da taxa de aparecimento de folhas (TApF), taxa de alongamento de folhas (TAIF) e colmos (TAIC) e número de folhas emergentes (NFEm), expandidas (NFEx) e vivas (NFV). Para a obtenção do teor de MS, a forragem sofreu secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, durante 72 h, depois foi levada ao moinho com peneira de 1 mm de diâmetro, e secada novamente em estufa a 105 °C, por 24 h. De posse do teor de MS, multiplicou-se pela produtividade de matéria verde e obteve-se a produtividade de MS. A eficiência do uso da água (EUA) foi determinada pela razão entre a biomassa produzida e a quantidade de água utilizada. Foram determinados os teores de PB, FDN, FDA e a DIVMS em amostras do corte 3. A distribuição do sistema radicular no solo contido nos recipientes foi analisada por meio de amostragens em diferentes pontos na seção transversal e em diversas profundidades. A profundidade efetiva foi determinada pelos primeiros 80% de peso das raízes.

A densidade populacional de perfilhos foi maior para níveis de irrigação de 100%, entre os cortes, observou-se aumento do corte 1 ao 4.

Em geral, o clima proporcionou maior efeito nas características morfogênicas que os tratamentos. A TApF não foi afetada pelo nível de irrigação, entretanto o turno de rega diário proporcionou maiores TApF no período em que a temperatura e a radiação foram superiores. Os valores apresentados de TAIF foram semelhantes aos observados por outros autores e o menor valor foi encontrado no tratamento que apresentou o menor consumo de água. A TAIC não foi afetada por níveis de irrigação e turnos de rega, porém os maiores valores médios foram registrados nos cortes que apresentaram maiores temperatura e radiação solar. Os fatores estudados não proporcionaram efeito expressivo no NFEm, NFEx e NFV.

Os valores de produtividade de MS foram superiores em relação a outros trabalhos existentes na literatura. Maiores produtividades de MS foram verificados em níveis de irrigação maiores e turnos de rega menores.

O teor de matéria seca foi maior conforme se aumentou o nível de irrigação.

Os valores de EUA foram menores naquele corte realizados no período em que ocorreram menores temperaturas, mostrando o efeito da sazonalidade. Existiu uma relação diretamente proporcional entre a EUA e o fator turno de rega.

Maiores valores de PB e menores de FDA foram encontrados em tratamentos de menor nível de irrigação. Não se observou diferença significativa para os teores de FDN e DIVMS. Apesar da DIVMS não apresentar diferença, seus valores se comportaram inversamente proporcionais aos valores de FDA.

Um aumento foi observado para a profundidade efetiva de raízes conforme se aumentou o turno de rega e o nível de irrigação. Não se observou diferença entre os tratamentos para densidade total de raízes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDUL-JABBAR, A. S. Alfafa water use and growth under a gradient irrigation system. **Abstract International**. v.44, n.3, p. 661. 1983.
- AGUIAR, A. P. A. **Manejo de pastagens**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1998. 139p.
- AGUIAR, A. P. A.; OLIVEIRA FILHO, L. G.; VITORINO FILHO, L. C.; ARANTES, L. R. T.; ARANTES, S. E. T. Crescimento de uma pastagem de capim Braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) irrigada e manejada intensivamente (CD). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004.
- AKIN, D. E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agronomy Journal**, v. 81, p. 17-45. 1989.
- ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. São Paulo: Nobel, 1985. 150p.
- ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; BOTREL, M. A.; MARTINS, C. E. Resposta do *coast-cross* (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) a diferentes doses de nitrogênio e intervalos de cortes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.27, n.5, p.833-840, 1998.
- ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ V., V. H.; MARTINS, C. E.; SOUZA, D. P. H. Produtividade e valor nutritivo do capim elefante cv. napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 29, n. 6, p. 1589-1595, 2000.
- ANDRADE, I. F. Produtividade de gramíneas sob pastejo em cerrado do Triângulo Mineiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v. 22, n. 4, p. 679-693, 1993.
- ANDRADE, J. B. **Estudo comparativo de 3 capins da espécie *Panicum maximum* Jacq. (colonião, tobiatã e K-187-B)**. Piracicaba, 1987. 133p. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1987.
- ANDRADE, J. M. S. **Efeito das adubações química e orgânica e da irrigação sobre a produção e o valor nutritivo do capim-elefante “Mineiro” em latossolo roxo distrófico do município de Ituiutaba, MG**. Viçosa: UFV, 1972. 42p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, 1972.
- ANUALPEC 2004. Anuário da Pecuária Brasileira. FNP/BOVIPLAN. 2004.
- ARONOVICH, S. O capim-Colonião e outros cultivares de *Panicum maximum* Jacq.: introdução e evolução do uso no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 1-20.
- BALSALOBRE, M. A. A.; SANTOS, P. M.; MAYA, F. L. A.; PENATI, M. A.; CORSI, M. Pastagens irrigadas. In: Simpósio sobre manejo de pastagem, 20., 2003, Piracicaba-SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. 354p.

- BARBOSA, M. A. A. F.; CECATO, U.; ONORATO, W. M.; BERALDO, J. A.; YANAKA, F. Y.; BERTOLASSI, J. R.; PETERNELLI, M. Efeito do N e do intervalo entre cortes no número de perfilhos do capim mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 99-101.
- BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO Jr., D.; EUCLIDES, V. P. B.; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M. Características morfogênicas e acúmulo de forragem do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em dois resíduos forrageiros pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 583-593, 2002.
- BARBOSA, R. A.; EUCLIDES, V. P. B. Valores nutritivos de três ecotipos de *Panicum maximum*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 53-55.
- BARROS, C. O.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; MUNIZ, J. A.; ANDRADE, I. F.; SANTOS, R. A. Rendimento e composição química do capim Tanzânia estabelecido com milho sob três doses de nitrogênio. **Ciência Agrotécnica**, v.26, n.5, p.1068-1075, 2002.
- BELARMINO, M. C. J.; PINTO, J. C.; ROCHA, G. P.; FURTINI NETO, A. E.; MORAIS, A. R. Altura de perfilho e rendimento de matéria seca de capim Tanzânia em função de diferentes doses de superfosfato simples e sulfato de amônio. **Ciência Agrotécnica**, v. 27, n. 4, p. 879-885, 2003.
- BELTRAME, L. F. S.; GORDIM, L. A. P.; TAYLOR, J. C. Efeito da estrutura e compactação na permeabilidade de solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 5, p. 145-149, 1981.
- BERGAMASCHI, H. Desenvolvimento de déficit hídrico em culturas. In: BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A.; MATZENAUER, R.; FONTANA, D. C.; CUNHA, G. R.; SANTOS, M. L. V.; FARIAS, J. R. B.; BARNI, N. A. (Coord.). **Agrometeorologia aplica à irrigação**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1999. cap. 2, p. 25-32.
- BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, A. O.; FRANÇA, S.; RADIN, B. Eficiência da irrigação em rendimentos de grãos e matéria seca de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 7, p. 949-956, jul. 2001.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1995. 596p.
- BLANCHART, E.; ALBRECHT, A.; CHEVALLIER, T.; HARTMANN, C. The respective roles of roots and earthworms in restoring physical properties of vertisol under a *Digitaria decumbens* pasture (Martinique, WI). **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 103, p. 343-355. 2004.
- BOTREL, M. A.; ALVIM, M. J.; FERREIRA, R. P.; XAVIER, D. F. Potencial forrageiro de gramíneas em condições de baixas temperaturas e altitude elevada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 393-398, 2002.
- BURKART, A. Evolution of grasses and grasslands in South America. **Taxon**, v. 24, n. 1, p. 53-66, 1975.
- CAMARGO, M. B. P. **Exigências bioclimáticas e estimativa da produtividade para quatro cultivares de soja no Estado de São Paulo**. Piracicaba: USP, 1984. 96p. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1984.
- CÂNDIDO, M. J. D. **Morfofisiologia e crescimento do dossel e desempenho animal em *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso**. Viçosa: UFV, 2003. 134p. Dissertação de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, 2003.

CARRIEL, J. M.; PEDREIRA, J. V. S.; MATTOS, H. B. Estimativa da ocorrência dos principais capins no Estado de São Paulo. *Zootecnia*, Nova Odessa: v. 17, n. 1, p.5-25, 1979.

CARVALHO, D. D.; MATTHEW, C.; BARIONI, L. G. Participação da matéria seca e perfilhamento em três cultivares de *Panicum maximum* (Jacq.) submetidos a dois níveis de desfolhação (CD). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre, 1999. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999.

CARVALHO, S. R.; SILVA, A. T.; COSTA, F. A.; SOUTO, S. M.; LUCAS, E. D. Influência da irrigação e da adubação em dois cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 10 n. 4, p. 23-30, 1975.

CAVALCANTE, U. M. T.; MAIA, L. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; SANTOS, V. F.; Respostas fisiológicas em mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. F. *Flavicarpa* Deg.) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e submetidos a estresse hídrico. **Acta bot. Bras**, v. 15, n. 3, p. 379-390, 2001.

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

CECATO, U.; CASTRO, C. R. C.; CANTO, M. W.; PETERNELLI, M.; JÚNIOR, J. A.; JOBIM, C. C.; CANO, C. C. P. Perdas de forragem em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia-1) manejado sob diferentes alturas sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30. n. 2, p. 295-301, 2001b.

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. **Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation**. In: International grassland congress, 17, 1993, Austrália. Proceedings... ed., p.95-104, 1993.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, CFSEMG, 1999. 359p.

COOPER, J. P.; TAINTON, N. M. Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperate grasses. **Herbage Abstracts**, v. 38, n. 3, p. 167-176, 1968.

CORRÊA, L. A.; KANO, T.; MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B., BERETTA, L. G. R.; SANTOS Jr., J. D. G.; BONO, J. A. M. Produção de raízes em cinco forrageiras tropicais sob pastejo na região dos cerrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre, 1999. **Anais...** CD ROM, Forragicultura, 1999, FOR, 131.

CORRÊA, L. A.; FREITAS, A. R. de; BATISTA, L. A. R. Níveis de nitrogênio e freqüências de corte em 12 gramíneas forrageiras tropicais. II - Qualidade de Forragem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.518-520.

CORSI, M.; BALSALOBRE, M. A.; SANTOS, P. M.; SILVA, S. C. Bases para o estabelecimento do manejo de pastagens de brachiaria. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. Piracicaba, 1994. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1994. p.249-266.

CORSI, M.; NASCIMENTO Jr., D. Princípios de fisiologia e morfologia de plants forrageiras aplicadas no manejo das pastagens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed). **Pastagens: Fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 15-48.

- CRESPO, G.; RAMOS, N.; SUAREZ, J. J.; HERRERA, R. S.; GONZÁLEZ, S. Pasture production and quality. **Cuban J. Agric. Sci.** v.15, n. 2, p. 215-228, 1981.
- CROWDER, L. V.; CHHEDA, H. R. **Tropical grassland husbandry.** United States of America. Ed. Longman Inc., New York. 1982.
- DOOREMBOS, J.; PRUTT, W. O. **Crop water requirements.** Rome, FAO, 1977. 179 p. (Irrigation and Drainage, 24).
- EL-KHARBOTLY, A., MAHGOUB, O., AL-SUBHI, A., AL-HALHALI, A. Indigenous grass species with potential for maintaining rangeland and livestock feeding in Oman. **Agriculture, Ecosystems and Environment.** v. 95, p. 623-627. 2003.
- EUCLIDES, V. P. B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.245-276.
- EUCLIDES, V. P. B.; THIAGO, L. R. L. S.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v. 28, n. 6, p. 1177-1185, 1999.
- FAGUNDES, J. L. **Características morfogênicas e estruturais do pasto de *Brachiaria decumbens* Stapf. adubado com nitrogênio.** Viçosa: UFV, 2004. 76p. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO Jr., D.; VITOR, C. M. T.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; REIS, G. C.; MASTUSCELLO, J. A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 40, n. 4, p. 397-403, 2005.
- FARDAD, H.; PESSARAKLI, M. Biomass production and water use efficiency of barley and wheat plants with different irrigation intervals at various water levels. **Journal of Plants Nutrition.** v.18, n.12, p.2643-265, 1995.
- FAVORETTO, V.; RODRIGUES, L. R. A.; TUPINAMBÁ, L. F. Efeito do nitrogênio na produção e composição bromatológica do capim colômbio e seus aspectos econômicos. **Científica,** v.16, n.1, p. 71-78, 1988.
- FEARNSIDE, P. M. Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia. **Ecological Economics.** v. 20, n. 1, p. 53-70, 1997.
- FORNI, S.; MICHEL FILHO, L. C.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E. B. Efeito de estratégias de adubação com NPK sobre a produção, qualidade e estrutura das cultivares Tanzânia e Mombaça de *Panicum maximum* Jacq. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. <http://www.sbz.org.br/anais2000/forragem/702.pdf> (data)
- GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO Jr., D.; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M.; MOSQUIM, P. R.; GOBBI, K. F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v. 31, n. 5, p. 1890-1900, 2002.
- GERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; POSSENTI, R. A.; SCHAMMASS, E. A. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 29, n. 4, p. 955-963, 2000.
- GHELFI FILHO, H. Efeito da irrigação sobre o capim colômbio (*Panicum maximum* Jacq.). **O Solo,** v. 58, n. 1, p. 12-16, 1976.

- GHELFI FILHO, H. **Efeito da irrigação sobre a produtividade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) variedade Napier**. Piracicaba: ESALQ, 1972. 77p. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1972.
- GHERI, E. O.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Resposta do capim Tanzânia à aplicação de soro ácido de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 6, p. 753-760, 2003.
- GIACOMINI, A. A.; MATTOS, W. T.; MATTOS, H. B.; WERNER, J. C.; CUNHA, E. A.; CARVALHO, D. D. Crescimento de raízes dos capins Aruana e Tanzânia submetidos a doses de nitrogênio, em lotação rotacionada com ovinos (CD). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004.
- GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; ALEXANDRINO, E. Índices morfogênicos e de crescimento durante o estabelecimento e a rebrotação do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 795-803, 2003.
- GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 29, n. 2, p. 341-348, 2000.
- GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 403-404.
- GOMIDE, J. A. Fisiologia do crescimento livre de plantas forrageiras. In: PEIXOTO, A. M. (Ed.) **Pastagens: Fundamentos de exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 1-14.
- GOMIDE, J. A. Produção de leite em regime de pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 22, n. 4, p. 591-613, 1993.
- GONTIJO NETO, M. M. **Características e qualidade do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) sob pastejo em diferentes ofertas de forragem**. Viçosa: UFV, 2003. 76p. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- GRASSELLI, L. C. P. **Características estruturais e morfogênicas e acúmulo de forragem em relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Brasilisk sob pastejo, a diferentes alturas**. Viçosa: UFV, 2002. 50p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- HEATH, M. E.; BARNES, R. F.; METCALFE, D. S. **Forage – The science of grassland agriculture**. Iowa, 1985, 643p.
- HILLESHEIM, A. Manejo do capim elefante: corte. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. Piracicaba, 1994. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.231.
- HOPKINS, W. G. **Introduction to plant physiology**. New York: John Wiley, 1995. 464p.
- HORST, G. L.; NELSON, C. J.; ASAY, K. H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v. 18, p. 715-719, 1978.
- IBGE - Instituto brasileiro de geografia e estatística. <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em: 09 de maio de 2004.
- JANK, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.21-58.

- JONES, R. J.; PALMER, B. “*In vitro*” digestion studies using ¹⁴C-labelled polyethylene glycol (PEG) 4000: comparison of six tanniniferous shrub legumes and the grass *Panicum maximum*. **Animal Feed Science and Technology**. v. 85, p. 215-221. 2000.
- KÖPKE, U. Methods for studying root growth. In: THE SOIL/ROOT SYSTEM IN RELATION TO BRAZILIAN AGRICULTURE, Londrina, 1980. **Proceedings...** Londrina, IAPAR, 1981. p. 303-318.
- KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils**. London: Academic Press, 495 p, 1995.
- KRAMER, P. J. **Water relations of plants**. Orlando: Academic Press, 1983 489p.
- LADEIRA, N. P.; SYKES, D. J.; DAKER, A.; GOMIDE, J. A. Estudos sobre produção e irrigação dos capins pangola, sempre-verde, e gordura, durante o ano de 1965. **Revista Ceres**, 13: 105-116, 1966.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. F. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Eds.). **The ecology and management of grazing systems**. Oxon: CAB International, p. 3-36, 1996.
- LIMA, F. Z. **Análise de eficiência do uso da radiação solar e da água pela cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), submetida a estresse de luz e água**. Viçosa: UFV, 2002. 125p. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- LOURENÇO, L. F. **Avaliação da produção de capim Tanzânia em ambiente protegido sob disponibilidade variável de água e nitrogênio no solo**. Piracicaba: 2004. 77p. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2004.
- LUDLOW, M. M.; NG, T. T. Leaf elongation rate in *Panicum maximum* var. trichoglume following removal of water stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 4, n. 2, p.263-272, 1977.
- MACHADO, A. O.; CECATO, U.; MIRA, R. T.; PEREIRA, L. A. F.; DAMASCENO, J. C. Avaliação da composição química e digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca de cultivares e acessos de *Panicum maximum* Jacq. sob duas alturas de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v. 27, n. 5, p. 1057-1063, 1998.
- MAIA, M. C.; PINTO, J. C.; ANDRADE, I. F. Estabelecimento de pastagem de capim Tanzânia usando milho como cultura acompanhante. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 29, n. 5, p. 1312-1319, 2000.
- MARASCHIN, G. E. Produção de carne a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 13, Piracicaba, 1996. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 243-276.
- MARCOLIN, E.; MACEDO, V. R. M. Consumo de água em três sistemas de cultivo de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.). In: XI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 11. Fortaleza, 2001. **Anais...** Fortaleza, 2001. p.64-68.
- MASSIGNAM, A., ANGELOCCI, L. R. Determinação da temperatura-base e de graus-dia na estimativa da duração dos subperíodos de desenvolvimento de três cultivares de girassol. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. v. 7, n. 1, p. 71-79, 1993.
- MCCOSKER, T. H.; TEITZEL, J. D. A review of guinea grass (*Panicum maximum*) for the wet tropics of Australia. **Tropical Grassland. Brisbane**. v. 9, n. 3, p. 177-190, 1975.
- McWILLIAM, J. R. Response of pasture plants to temperature. In: WILSON, J. R. **Plant relations in temperature**. Melbourne: Commonwealth Scientific Industrial Research Organization, 1978. p. 17-34.

- MEISSNER, H. H. Recent research on forage utilization by ruminant livestock in South Africa. **Anim. Feed Sci. Tech.**, v. 69, p. 103-119, 1997.
- MELLO, A. C. L. **Respostas morfofisiológicas do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada.** Piracicaba, 2002. 67p. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002.
- MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: Fahey Jr., D. C. (Ed). **Forage quality, evaluation and utilization.** Madison: American Society of Agronomy. p. 450-492, 1994.
- MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition.** San Diego, 1990. 483p.
- MINSON, D. J.; McLEOD, M. N. The digestibility of temperate and tropical grasses. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 11., 1970, Paradise, Australian. **Proceedings...** Paradise, Australian, 1970. p. 719-732.
- MOLINARI, O. G. Grasslands and grasses of Puerto Rico. Rio Piedras: University of Puerto Rico, 1952. 167p. (bulletin 102).
- MÜLLER, M. M. L.; GUIMARÃES, M. F.; DESJARDINS, T.; MITJA, D. The relationship between pasture degradation and soil properties in the Brazilian amazon: a case study. **Agriculture, Ecosystems and Environment.** v. 103, p. 279-288. 2004.
- MÜLLER, M. S. **Desempenho de *Panicum maximum* (cv. Mombaça) em pastejo rotacionado sob sistema de irrigação por pivô central, na região de cerrado.** Piracicaba, 2000. 101p. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2000.
- NABINGER, C., PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p.755-771.
- OKUYAMA, L. A.; COLASANTE, L. O. Distribuição do sistema radicular do arroz de sequeiro cultivado em latossolo roxo distrófico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v. 22, p. 803-807. 1987.
- OLIVEIRA, M. A. **Características morfofisiológicas e valor nutritivo de gramíneas forrageiras do gênero *Cynodon* sob diferentes condições de irrigação, fotoperíodo, adubação nitrogenada e idades de rebrota.** Viçosa: UFV, 2002. 142p. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- OLIVEIRA, M. A. **Morfogênese, análise de crescimento e valo nutritivo do capim Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em diferentes idades de rebrota.** Viçosa: UFV, 1999. 94p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- PACIULLO, D. S. C.; DERESZ, F.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; VERNEQUE, R. S. Morfogênese e acúmulo de biomassa foliar em pastagem de capim-elefante avaliada em diferentes épocas do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 38, n. 7, p. 881-887, 2003.
- PAGOTTO, D. S. **Comportamento do sistema radicular do capim Tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq.) sob irrigação e submetido a diferentes intensidades de pastejo.** Piracicaba, 2001. 51p. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2001.
- PEACOCK, J. M.; FERGUSON, M. E.; ALHADRAMI, G. A.; McCANN, I. R.; AL HAJOJ, A.; SALEH, A.; KARNIK, R. Conservation through utilization: a case study of the indigenous forage grasses of the Arabian Peninsula. **Journal of Arid Environments.** v. 54, p. 15-28. 2003.

- PEDREIRA, J. V. S. Estudo de crescimento do capim colômbio (*Panicum maximum* cv. Jacq.). **Boletim da Indústria Animal**, v. 23, p. 139-145, 1965.
- PEREIRA, R. M. A. **Adubação, irrigação e produção de massa verde, em quatorze gramíneas forrageiras, em quatro regiões de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1966. 88p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, 1966.
- PEREIRA, R. M. A.; SYKES, D. S.; GOMIDE, J. A.; VIDIGAL, G. T. Comparison of 10 grasses for cut green fodder in the cerrado in 1965. **Revista Ceres**. v. 13, n. 74, p.141-153, 1966.
- PIETERSE, P. A.; RETHMAN, N. F. G.; VAN BOCH, J. Production, water use efficiency and quality of four cultivars of *Panicum maximum* Jacq. at different levels of nitrogen fertilization. **Tropical Grassland**, v. 31, p. 117-123, 1997.
- PINHEIRO, V. D. **Viabilidade econômica da irrigação de pastagem de capim Tanzânia em diferentes regiões do Brasil**. Piracicaba, 2002. 85p. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002.
- QUEIROZ NETO, F.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; PENATI, M. A. Impact of increasing nitrogen fertilizer rates upon the irrigated Tanzania grass pasture. Dry matter yield (CD). In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceeding**. São Pedro: FEALQ, 2001.
- RASSINI, J. B. Manejo de Água de Irrigação para Alfafa (*Medicago sativa* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1681-1688, 2001.
- RAZUK, R. B. **Avaliação do sistema radicular de acessos de *Brachiaria brizantha* e suas relações com atributos químicos e físicos do solo**. Dourados, 2002. 56p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2002.
- REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. **Valor nutritivo de plantas forrageiras**. Jaboticabal, 1993, 26p.
- ROCHA, G. L. **Ecosistemas de pastagens: aspectos dinâmicos**. Piracicaba: SBZ: FEALQ, 1991. 391 p.
- RODRIGUES, B. H. N.; MAGALHÃES, J. A.; LOPES, E. A. Irrigação e adubação nitrogenada do capim Tanzânia em Parnaíba - Piauí. Agronline.com.br. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=140>>. Acessado em 19 de março de 2004.
- ROLIM, F. A. Estacionalidade de produção de forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 6., Piracicaba, 1980. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1980. p. 243-270.
- SANTOS, P. M.; BALSALOBRE, M. A. A.; CORSI, M. Morphogenetic characteristics and management of Tanzania grass. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 38, n. 8, p. 991-997. 2003.
- SANTOS, P. M. **Controle do desenvolvimento das hastes no capim Tanzânia: Um desafio**. Piracicaba, 2002. 347p. Dissertação de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002.
- SANTOS, P. M. **Estudo de algumas características agrônômicas de *Panicum maximum* (Jacq.) cvs. Tanzânia e Mombaça para estabelecer seu manejo**. Piracicaba, 1997. 62p. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1997.
- SAVIDAN, Y. H.; JANK, L.; COSTA, J. C. G. **Registro de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum***. Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1990. 68p. (EMBRAPA, CNPGC. Documentos, 44).

- SBRISSIA, A. F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua**. Piracicaba, 2004. 171p. Dissertação de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2004.
- SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 731-754.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3 ed. – Viçosa: UFV, 2002, Imprensa Universitária. 235 p, 2002.
- SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; CORAZZA, E. J.; VIVALDI, L. Carbon storage em clayey oxisol cultivated pastures in the "cerrado" region, Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 103, p. 357-363. 2004.
- SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v. 35, p. 4-10, 1995.
- SKERMAN, P. J.; RIVEROS, F. **Gramíneas tropicales**. Rome: FAO, 1992, 849p. (FAO - Producción y protección vegetal, 23).
- SORIA, L. G. T.; COELHO, R. D.; HERLING, V. R.; PINHEIRO, V. Resposta do capim Tanzânia a aplicação do nitrogênio e de lâminas de irrigação. I: Produção de forragem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 7, n. 3, p. 430-436, 2003.
- SORIA, L. G. T. **Produtividade do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em função da lâmina de irrigação e de adubação nitrogenada**. Piracicaba, 2002. 170p. Dissertação de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002.
- SOUZA, V. F.; COELHO, E. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; FOLEGATTI, M. V.; FRIZZONE, J. A. Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 4, n. 2, p. 183-188, 2000.
- SOUZA FILHO, A. P. S.; ROCHA, P.; EVANGELISTA, A. R.; AQUINO, L.H. Efeito da maturidade sobre a produção e qualidade de folhas e colmos do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Dwarf). **Ciênc. Prát.** v. 12, n. 2, p. 189-199, 1988.
- STOUT, W. L. Water-use efficiency of grasses as affected by soil, nitrogen and temperature. **Soil Science Society of America Journal**, v.56, p.897-902, 1992.
- TAMASSIA, L. F. M.; MONTEIRO, F. A.; MANARIN, C. A.; GUIMARÃES, G. F. P. B.; PREMAZZI, L. M. Interação entre doses de nitrogênio e de enxofre para o estabelecimento e perfilhamento do capim Tanzânia (CD). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre, 1999. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999.
- TEIXEIRA, E. I. **Avaliação de características morfológicas e nutricionais do capim tobiatã (*Panicum maximum* cv. tobiatã) sob sistema de pastejo rotacionado**. Piracicaba, 1997. 87p. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1997.
- TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the "in vitro" digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.
- TOMAR, O. S.; MINHAS, P. S.; SHARMA, V. K.; GUPTA, R. K. Response of nine forage grasses to saline irrigation and its schedules in a semi-arid climate of north-west India. **Journal of Arid Environments**. v. 55, p. 533-544. 2003.

TOSSI, P. **Estabelecimento de parâmetros agronômicos para o manejo e eficiência de utilização de *Panicum maximum* Jack. cv. Tanzânia 1 sob pastejo rotacionado.** Piracicaba, 1999. 103p. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1999.

ULLOA, A. M. C. **Efeito de épocas de deficiência hídrica na produtividade e na eficiência do uso da água e de nitrogênio na cultura de feijão cv. Imbabello.** Piracicaba, 1997. 131p. Dissertação de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1997.

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

VIEIRA, D. B. **Engenharia de irrigação.** Limeira: Faculdade de Engenharia de Limeira, UNICAMP, v. 2, 1983.

VILELA, P. A. Uma visão sobre a produção intensiva de bovinos de corte com o uso do pivô central. In: Simpósio goiano sobre produção de bovinos de corte, 1., 1999, Goiânia-GO. **Anais...** Goiânia: CBNA, 1999. p. 191-200.

VILLA NOVA, N. A.; BARIONI, L. G.; PEDREIRA, C. G. S.; PEREIRA, A. R. Modelo para previsão da produtividade do capim elefante em função de temperatura do ar, fotoperíodo e frequência de desfolha. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 7, n. 1, p. 75-79, 1999.

VILLA NOVA, N. A.; CARRETEIRO, M. V. SCARDUA, R. Um modelo para avaliação do crescimento de cana-de-açúcar (*Sacharum* spp.) em termos da ação combinada do fotoperíodo e da temperatura média do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2., Campinas, 1983, **Anais...** Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/Instituto Agrônomo de Campinas: 1983. p. 31-48.

WANG, D.; POSS, J. A.; DONOVAN, T. J.; SHANNON, M. C.; LESCH, S. M. Biophysical properties and biomass production of elephant grass under saline conditions. **Journal of Arid Environments.** v.52, p. 447-456. 2002.

WANG, J. Y. A. A critique of heat unit approach to plant response studies. **Ecology**, Brooklin, v. 41, p. 785-790, 1960.

WHITEMAN, P. C. **Tropical pasture science.** New York: Oxford University Press, 1980. 392p.

ZIMMER, A. H. **Efeito de níveis de nitrogênio e de resíduos pós-pastejo sobre a produção, a estrutura e a qualidade das cultivares Aruana e Vencedor de *Panicum maximum*.** Jaboticabal, 1999. 213p. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

ZIMMER, A. H.; FAVORETTO, V.; GUIDEL, C.; MALHEIROS, E.; LEMPP, B. Perfilhamento e índice de área foliar remanescente dos capins aruana e vencedor (*Panicum maximum*), sob dois níveis de resíduos de pastejo e dois níveis de nitrogênio (CD). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre, 1999. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999.

ANEXO A – Valores diários de temperatura média (Tm), umidade relativa média (URm), radiação solar (W/m²), evapotranspiração de referência (ETo), evapotranspiração da cultura obtida pelos lisímetros (ETc) e graus-dia (GD) para todo o período experimental

	Data	Tm	URm	Rad	ETo	ETc	GD		Data	Tm	URm	Rad	ETo	ETc	GD		Data	Tm	URm	Rad	ETo	ETc	GD
		°C	%	(W/m ²)	(mm)	(mm)	°C dia			°C	%	(W/m ²)	(mm)	(mm)	°C dia			°C	%	(W/m ²)	(mm)	(mm)	°C dia
	12/03/04	23,02	83,07	159,56	4,87	1,54	8,00		02/04/04	23,44	81,14	190,06	4,36	5,13	8,40		21/04/04	23,52	82,86	179,02	3,82	1,82	8,48
	13/03/04	22,96	79,94	223,29	4,83	1,70	7,93		03/04/04	22,79	85,15	147,02	4,31	7,57	7,76		22/04/04	22,73	83,00	155,60	3,70	1,55	7,70
	14/03/04	22,98	79,74	186,29	4,73	1,42	7,93		04/04/04	23,64	83,28	177,33	4,32	7,67	8,60		23/04/04	23,09	83,72	168,96	3,74	1,28	8,07
	15/03/04	22,48	92,32	68,81	4,82	1,53	7,46		05/04/04	21,87	92,71	72,29	4,30	8,00	6,86		24/04/04	23,02	84,50	142,25	3,65	0,98	7,97
	16/03/04	24,43	84,39	174,75	4,99	1,70	9,40	CORTE 1	06/04/04	23,84	84,89	173,85	4,29	7,09	8,80		25/04/04	23,85	84,76	137,58	3,74	2,40	8,81
	17/03/04	24,80	83,21	180,60	4,97	1,29	9,77		07/04/04	22,75	88,81	127,23	4,25	7,75	7,74		26/04/04	18,56	92,70	56,46	3,34	3,01	3,56
	18/03/04	24,41	84,18	196,23	4,90	2,20	9,37		08/04/04	24,65	84,93	156,85	4,37	8,21	9,62		27/04/04	18,68	93,86	41,65	3,25	1,59	3,66
	19/03/04	23,20	87,08	101,96	4,79	1,40	8,18		09/04/04	23,80	88,01	118,77	4,29	8,10	8,77		28/04/04	19,17	85,79	157,85	3,26	1,96	4,33
	20/03/04	23,83	87,42	146,08	4,85	1,55	8,81		10/04/04	23,14	88,46	120,31	4,21	7,88	8,11		29/04/04	18,24	83,21	194,46	3,06	2,83	4,44
CORTE 1	21/03/04	24,23	79,11	205,96	4,85	1,27	9,20		11/04/04	22,70	88,50	96,13	4,11	8,88	7,67	CORTE 2	30/04/04	19,11	80,88	181,79	3,10	2,89	5,00
	22/03/04	22,02	81,78	190,17	4,56	1,33	7,00		12/04/04	23,70	92,39	63,50	4,13	8,24	6,86		01/05/04	18,87	81,23	208,58	3,03	4,27	4,90
	23/03/04	20,59	84,38	114,23	4,43	1,44	5,57								02/05/04		20,30	83,19	186,15	3,15	4,51	5,77	
	24/03/04	20,98	82,04	222,27	4,37	2,07	5,95								03/05/04		22,06	81,80	150,48	3,24	4,66	7,06	
	25/03/04	22,36	80,26	188,13	4,43	2,24	7,34	13/04/04	23,13	89,07	88,00	4,08	2,06	8,11	04/05/04		22,75	82,82	203,40	3,38	4,56	7,71	
	26/03/04	22,05	80,45	209,44	4,45	2,80	7,01	14/04/04	23,33	88,34	92,73	4,07	2,25	8,31	05/05/04		21,31	85,42	148,77	3,18	6,15	6,27	
	27/03/04	21,60	86,55	111,65	4,33	1,84	6,55	15/04/04	23,20	88,81	91,81	4,05	1,55	8,18	06/05/04		20,68	86,33	135,75	3,17	6,19	5,65	
	28/03/04	22,46	81,87	196,85	4,45	3,33	7,44	CORTE 2	16/04/04	23,32	85,64	140,38	4,00	1,68	8,29	07/05/04	20,01	88,45	127,25	3,06	5,12	5,09	
	29/03/04	23,17	81,76	195,23	4,47	3,39	8,13		17/04/04	23,57	82,39	185,48	3,92	1,84	8,53	08/05/04	21,83	85,65	164,40	3,17	5,62	6,79	
	30/03/04	22,83	80,24	218,42	4,37	5,39	7,79		18/04/04	23,56	79,85	197,19	3,88	1,60	8,52	09/05/04	20,43	83,89	144,85	3,08	5,56	5,42	
	31/03/04	22,40	78,10	188,19	4,31	5,40	7,37		19/04/04	22,29	82,27	186,94	3,75	2,04	7,25	10/05/04	19,46	81,71	174,31	2,89	5,45	5,00	
	01/04/04	23,57	78,74	215,13	4,33	5,46	8,53		20/04/04	23,75	77,58	232,92	3,73	2,12	8,71	11/05/04	19,43	84,46	165,21	2,89	5,15	5,01	

...continuação ANEXO A

	Data	Tm	URm	Rad	ETo	ETc	GD		Data	Tm	URm	Rad	ETo	ETc	GD		Data	Tm	URm	Rad	ETo	ETc	GD	
		°C	%	(W/m ²)	(mm)	(mm)	°C dia			°C	%	(W/m ²)	(mm)	(mm)	°C dia			°C	%	(W/m ²)	(mm)	(mm)	°C dia	
CORTE 2	12/05/04	19,51	88,01	125,96	2,88	5,98	4,66		31/05/04	19,41	87,45	123,02	2,50	0,78	4,53		21/06/04	17,76	83,18	169,02	2,26	4,78	3,92	
	13/05/04	18,86	92,70	67,56	2,89	5,33	3,84		01/06/04	19,79	89,31	109,83	2,59	0,61	4,77		22/06/04	18,21	82,61	161,98	2,22	4,57	4,52	
	14/05/04	22,42	83,77	165,73	3,03	5,96	7,36		02/06/04	19,92	86,82	134,54	2,55	1,56	5,11		23/06/04	19,09	83,84	185,60	2,38	4,59	4,23	
	15/05/04	21,46	88,46	99,52	3,02	6,45	6,43		03/06/04	17,90	96,20	40,50	2,52	2,18	2,89		24/06/04	15,97	90,30	86,60	2,22	5,39	2,37	
	16/05/04	21,20	86,68	120,79	2,99	7,22	6,18		04/06/04	17,51	93,33	65,02	2,44	1,11	2,70		25/06/04	16,42	87,69	121,79	2,20	4,38	2,98	
	17/05/04	18,71	90,20	52,56	2,77	7,07	3,71		05/06/04	16,06	83,59	192,48	2,24	1,26	3,13		26/06/04	17,46	87,14	105,40	2,23	3,92	3,63	
	18/05/04	19,56	92,90	64,33	2,86	6,92	4,54		06/06/04	16,11	84,66	181,94	2,20	1,95	3,44		27/06/04	17,89	89,35	95,31	2,35	3,17	3,26	
	19/05/04	20,31	88,68	105,00	2,83	5,83	5,27		07/06/04	15,70	85,74	133,13	2,18	1,95	3,14		28/06/04	17,22	87,98	116,15	2,26	3,92	3,42	
								08/06/04	16,15	86,77	139,65	2,20	3,02	2,84		29/06/04	18,20	86,55	122,56	2,32	4,24	4,13		
								CORTE 3	09/06/04	16,08	89,94	108,81	2,19	3,05	2,74		CORTE 3	30/06/04	19,05	87,64	92,15	2,37	4,16	4,34
	20/05/04	21,15	88,22	112,06	2,87	1,00	6,11		10/06/04	18,26	86,39	163,38	2,34	1,89	4,00		01/07/04	18,78	90,03	88,42	2,48	3,94	3,91	
	21/05/04	18,69	90,74	72,23	2,73	1,30	3,69		11/06/04	17,05	88,18	150,19	2,29	2,68	3,16		02/07/04	17,80	87,74	117,10	2,35	3,99	3,65	
	22/05/04	19,06	87,91	94,42	2,67	1,40	4,03		12/06/04	18,61	83,77	185,40	2,31	3,25	4,70		03/07/04	19,41	84,93	157,50	2,44	4,80	4,87	
	23/05/04	19,16	87,66	91,33	2,68	0,95	4,25		13/06/04	14,63	97,15	28,92	2,18	3,67	0,18		04/07/04	17,74	85,69	154,40	2,35	6,42	4,04	
CORTE 3	24/05/04	18,22	87,57	111,46	2,57	1,00	3,74		14/06/04	15,53	92,26	62,77	2,18	2,05	1,28		05/07/04	18,06	84,24	178,77	2,33	6,21	4,36	
	25/05/04	18,36	88,57	123,15	2,50	1,10	4,04		15/06/04	15,71	93,29	43,04	2,19	1,55	1,44		06/07/04	18,21	86,37	135,81	2,36	6,23	4,34	
	26/05/04	20,83	84,51	68,00	2,76	1,05	5,81		16/06/04	17,47	89,76	85,67	2,30	1,26	2,93		07/07/04	17,89	88,16	116,42	2,41	5,34	3,27	
	27/05/04	16,57	77,65	209,13	2,35	1,20	3,98		17/06/04	18,08	87,42	122,40	2,34	1,79	3,51		08/07/04	17,34	91,08	78,50	2,36	5,51	2,94	
	28/05/04	14,30	93,70	47,58	2,20	1,77	0,88		18/06/04	17,63	83,42	161,04	2,26	3,40	4,23		09/07/04	17,35	93,60	55,46	2,38	4,16	2,83	
	29/05/04	15,76	98,39	24,50	2,36	2,04	1,04		19/06/04	16,47	81,03	197,23	2,14	3,97	4,10		10/07/04	20,13	88,00	153,21	2,60	4,09	5,12	
	30/05/04	17,09	94,37	45,85	2,50	0,96	2,42		20/06/04	17,29	80,83	199,38	2,16	4,92	4,45		11/07/04	19,04	87,41	122,42	2,53	4,42	4,02	

...continuação ANEXO A

	Data	Tm	URm	Rad	ETo	ETc	GD		Data	Tm	URm	Rad	ETo	ETc	GD		Data	Tm	URm	Rad	ETo	ETc	GD	
		°C	%	(W/m ²)	(mm)	(mm)	°C dia			°C	%	(W/m ²)	(mm)	(mm)	°C dia			°C	%	(W/m ²)	(mm)	(mm)	°C dia	
CORTE 3	12/07/04	16,89	90,62	74,71	2,43	5,84	2,10		31/07/04	15,01	81,92	178,38	2,48	1,70	3,32		21/08/04	17,91	80,55	216,58	3,23	6,03	4,73	
	13/07/04	18,14	89,02	96,71	2,42	5,31	3,51		01/08/04	15,31	87,08	134,38	2,54	1,85	2,79		22/08/04	17,67	81,82	197,50	3,24	4,95	4,58	
	14/07/04	18,89	88,29	123,13	2,61	5,02	4,02		02/08/04	17,83	80,45	209,82	2,71	1,79	4,76		23/08/04	19,19	79,28	227,06	3,33	6,37	5,89	
	15/07/04	17,77	84,99	171,56	2,46	5,92	3,81		03/08/04	18,25	81,29	178,63	2,75	2,21	4,59		24/08/04	20,41	79,29	226,04	3,49	5,57	6,16	
	16/07/04	17,23	85,08	153,21	2,43	6,66	3,94		04/08/04	17,78	82,08	140,04	2,81	2,53	3,73		25/08/04	21,11	83,83	151,19	3,68	6,32	6,06	
	17/07/04	17,84	86,07	125,06	2,40	6,89	4,34		05/08/04	16,54	85,35	190,38	2,73	2,67	3,40		26/08/04	21,77	79,37	210,13	3,68	5,68	7,10	
	18/07/04	18,03	90,61	102,69	2,61	6,74	3,08		06/08/04	17,71	80,09	173,08	2,83	2,62	4,38		27/08/04	20,74	83,79	179,29	3,73	6,60	5,72	
	19/07/04	16,21	91,65	53,10	2,44	5,69	1,55		07/08/04	17,91	81,11	189,77	2,88	2,73	4,20		28/08/04	21,53	80,68	171,15	3,73	6,99	6,49	
								08/08/04	17,77	78,18	190,21	2,81	3,07	4,72		29/08/04	21,62	79,73	187,81	3,84	7,35	6,59		
								CORTE 4	09/08/04	14,85	81,20	166,44	2,74	3,76	1,86		CORTE 4	30/08/04	21,03	79,97	177,73	3,78	7,72	6,10
	20/07/04	14,45	98,08	31,94	2,41	0,90	0,22		10/08/04	14,01	81,05	200,75	2,63	2,20	2,27		31/08/04	20,52	75,58	242,42	3,72	8,39	6,26	
	21/07/04	14,35	90,92	114,42	2,34	1,11	0,85		11/08/04	14,95	77,58	221,69	2,66	2,50	4,00		01/09/04	20,73	75,16	225,90	3,72	9,11	6,47	
	22/07/04	14,06	83,85	195,15	2,28	0,92	1,60		12/08/04	14,16	79,35	176,46	2,63	3,20	2,23		02/09/04	18,36	77,91	203,17	3,64	10,83	4,93	
	23/07/04	13,73	81,55	198,19	2,24	1,28	1,77		13/08/04	13,65	80,64	186,69	2,69	2,90	2,10		03/09/04	20,69	72,10	236,27	3,69	10,06	7,18	
CORTE 4	24/07/04	13,26	83,47	216,48	2,25	1,57	2,15		14/08/04	14,75	86,73	122,63	2,79	2,80	1,95		04/09/04	21,29	76,48	226,13	3,89	10,80	6,32	
	25/07/04	13,36	80,49	204,85	2,24	1,55	2,14		15/08/04	15,99	84,30	167,65	2,84	3,00	2,91		05/09/04	20,72	81,35	182,25	3,92	10,12	5,80	
	26/07/04	13,89	78,36	216,19	2,25	1,60	2,92		16/08/04	16,73	85,83	139,04	3,04	3,40	3,13		06/09/04	19,08	84,23	116,04	3,82	9,12	4,59	
	27/07/04	14,82	81,72	205,67	2,38	1,70	2,92		17/08/04	17,86	80,64	172,56	3,14	3,00	4,47		07/09/04	19,05	79,25	234,60	3,85	9,00	4,95	
	28/07/04	14,93	79,92	197,77	2,40	1,72	2,87		18/08/04	17,33	82,56	152,91	3,10	4,00	4,13		08/09/04	17,97	78,92	211,85	3,71	9,61	4,83	
	29/07/04	14,64	85,03	110,98	2,42	2,11	2,29		19/08/04	18,33	78,54	228,79	3,18	4,30	5,24		09/09/04	17,72	76,55	229,81	3,71	10,17	4,71	
	30/07/04	15,94	82,38	176,79	2,54	1,38	2,97		20/08/04	17,66	82,32	197,00	3,17	4,80	4,36									

ANEXO B – Análises de variância

Variáveis	Fontes de variação	GL	MQ	Variáveis	Fontes de variação	GL	MQ
Densidade populacional de perfilhos	NI	2	4.480,28 *	NFE _x	NI	2	2,38021 **
	TR	2	308,91 ^{NS}		TR	2	0,32813 ^{NS}
	NI x TR	4	611,28 ^{NS}		NI x TR	4	0,09896 ^{NS}
	Resíduo A	27	1.007,19		Resíduo A	27	0,41435
	Corte	3	131.288,30 ***		Corte	3	4,30556 ***
	NI x Corte	6	894,39 *		NI x Corte	6	0,67188 *
	TR x Corte	6	518,56 ^{NS}		TR x Corte	6	0,55035 ^{NS}
	NI x TR x Corte	12	613,80 ^{NS}		NI x TR x Corte	12	0,36979 ^{NS}
Resíduo B	81	329,68	Resíduo B	81	0,28472		
TA _{pF}	NI	2	0,107E-02 ^{NS}	NFV	NI	2	1,17188 ^{NS}
	TR	2	0,128E-02 ^{NS}		TR	2	0,25521 ^{NS}
	NI x TR	4	0,169E-03 ^{NS}		NI x TR	4	0,16146 ^{NS}
	Resíduo A	27	0,771E-03		Resíduo A	27	0,64815
	Corte	3	0,448E-02 ***		Corte	3	5,56019 ***
	NI x Corte	6	0,526E-03 ^{NS}		NI x Corte	6	0,49595 ^{NS}
	TR x Corte	6	0,111E-02 *		TR x Corte	6	0,81539 **
	NI x TR x Corte	12	0,801E-03 ^{NS}		NI x TR x Corte	12	0,34803 ^{NS}
Resíduo B	81	0,445E-03	Resíduo B	81	0,22994		
TA _{IF}	NI	2	24,9353 **	Produtividade de matéria seca	NI	2	18.334,58 ***
	TR	2	5,4936 ^{NS}		TR	2	2.941,57 ***
	NI x TR	4	2,9342 ^{NS}		NI x TR	4	285,92 **
	Resíduo A	27	3,7094		Resíduo A	27	66,38
	Corte	3	6,9204 **		Corte	3	22.422,97 ***
	NI x Corte	6	2,5742 ^{NS}		NI x Corte	6	214,46 ^{NS}
	TR x Corte	6	0,8445 ^{NS}		TR x Corte	6	217,32 ^{NS}
	NI x TR x Corte	12	3,6828 **		NI x TR x Corte	12	210,19 ^{NS}
Resíduo B	81	1,4929	Resíduo B	81	114,71		
TA _{IC}	NI	2	0,30402 ^{NS}	Teor de matéria seca	NI	2	52,20 ***
	TR	2	0,06304 ^{NS}		TR	2	1,02 ^{NS}
	NI x TR	4	0,06855 ^{NS}		NI x TR	4	1,25 ^{NS}
	Resíduo A	27	0,11496		Resíduo A	27	2,91
	Corte	3	1,75636 ***		Corte	3	44,44 ***
	NI x Corte	6	0,07152 ^{NS}		NI x Corte	6	1,20 ^{NS}
	TR x Corte	6	0,03430 ^{NS}		TR x Corte	6	1,73 ^{NS}
	NI x TR x Corte	12	0,07944 ^{NS}		NI x TR x Corte	12	1,04 ^{NS}
Resíduo B	81	0,06925	Resíduo B	81	1,05		
NFE _m	NI	2	0,34896 ^{NS}	Eficiência de uso da água	NI	2	0,67473 ***
	TR	2	0,036461 ^{NS}		TR	2	4,67233 ***
	NI x TR	4	0,45573 *		NI x TR	4	0,03576 ^{NS}
	Resíduo A	27	0,18171		Resíduo A	27	0,06048
	Corte	3	0,26389 ^{NS}		Corte	3	10,19709 ***
	NI x Corte	6	0,30729 ^{NS}		NI x Corte	6	0,31192 **
	TR x Corte	6	0,18924 ^{NS}		TR x Corte	6	0,32588 **
	NI x TR x Corte	12	0,46962 **		NI x TR x Corte	12	0,09856 ^{NS}
Resíduo B	81	0,19252	Resíduo B	81	0,09633		

* P<0,05); ** P<0,01; *** P<0,001; ^{NS} não significativo.

...continuação ANEXO B

Variáveis	Fontes de variação	GL	MQ	Variáveis	Fontes de variação	GL	MQ
Proteína bruta	NI	2	103,91 ***	Digestibilidade "in vitro" da MS	NI	2	8,38 ^{NS}
	TR	2	6,76 *		TR	2	4,85 ^{NS}
	NI x TR	4	7,84 *		NI x TR	4	3,77 ^{NS}
	Resíduo	27	1,98		Resíduo	27	4,97
Fibra em detergente ácido	NI	2	61,17 ***	Prof. efetiva do sistema radicular	NI	2	244,93 ***
	TR	2	3,09 ^{NS}		TR	2	53,40 **
	NI x TR	4	12,18 **		NI x TR	4	19,89 ^{NS}
	Resíduo	27	2,63		Resíduo	27	7,72
Fibra em detergente neutro	NI	2	12,88 ^{NS}	Dens. total do sistema radicular	NI	2	0,55 ^{NS}
	TR	2	0,19 ^{NS}		TR	2	0,35 ^{NS}
	NI x TR	4	15,79 ^{NS}		NI x TR	4	0,21 ^{NS}
	Resíduo	27	8,15		Resíduo	27	0,19

* P<0,05); ** P<0,01; *** P<0,001; ^{NS} não significativo.

ANEXO C – Densidade populacional de perfilhos expressa em n° de perfilhos por recipiente (per./rec.) e n° de perfilhos por m² (per./m²) para todo o período experimental

Tratamento	Corte 1		Corte 2		Corte 3		Corte 4	
	per./rec.	per./m ²	per./rec.	per./m ²	per./rec.	per./m ²	per./rec.	per./m ²
1 : 50	75	208	93	258	112	311	196	544
1 : 75	77	215	93	258	132	366	237	657
1 : 100	63	174	112	312	162	451	219	608
4 : 50	92	255	98	272	110	306	230	640
4 : 75	72	200	100	278	124	344	202	560
4 : 100	86	239	105	290	139	386	232	643
7 : 50	82	228	99	276	131	365	198	550
7 : 75	83	231	101	281	140	388	200	556
7 : 100	80	222	115	319	148	412	240	667

Espaçamento entre touceiras: 0,60 x 0,60 m.

ANEXO D – Produtividade de matéria seca expressa em gramas por recipiente (g./rec.) e toneladas por hectare (t./ha) para todo o período experimental.

Tratamento	Corte 1		Corte 2		Corte 3		Corte 4	
	g./rec.	t./ha *	g./rec.	t./ha *	g./rec.	t./ha *	g./rec.	t./ha *
1 : 50	78,80	2,19	80,09	2,22	86,44	2,40	134,12	3,73
1 : 75	95,48	2,65	96,38	2,68	96,72	2,69	143,19	3,98
1 : 100	109,62	3,05	99,97	2,78	128,45	3,57	179,81	4,99
4 : 50	73,10	2,03	62,42	1,73	76,09	2,11	110,66	3,07
4 : 75	77,42	2,15	80,91	2,25	97,64	2,71	141,96	3,94
4 : 100	108,55	3,02	97,20	2,70	102,04	2,83	152,80	4,24
7 : 50	63,54	1,77	61,54	1,71	71,22	1,98	96,12	2,67
7 : 75	73,88	2,05	80,92	2,25	90,00	2,50	133,59	3,71
7 : 100	99,56	2,77	106,12	2,95	125,43	3,48	153,08	4,25

* 27.778 touceiras por hectare.