

EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO E TURNOS DE REGA NA EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA PELO CAPIM-TANZÂNIA

Fernando França da Cunha ¹, Antônio Alves Soares ², Gilberto Chohaku Sedyama ³,
Everardo Chartuni Mantovani ³, Odilon Gomes Pereira ⁴,

RESUMO

Objetivou-se estudar o efeito de diferentes turnos de rega e níveis de irrigação sobre a eficiência de uso da água (EUA) do *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia. Uma bancada experimental foi montada sob ambiente protegido, onde foram colocados recipientes cultivados com o capim. 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 foi obtida por meio de quatro lisímetros de drenagem. A EUA foi determinada, baseando-se na razão entre a MS produzida e a quantidade de água utilizada. Foi possível constatar que maiores valores de EUA foram encontrados em menores níveis de irrigação apenas nos últimos cortes, sendo verificada uma relação diretamente proporcional entre a EUA e o fator turno de rega.

Palavras-chave: Pastagem irrigada, frequência de irrigação, lâmina de irrigação, consumo de água, *Panicum maximum*.

ABSTRACT

Effect of different irrigation frequency and levels on water use efficiency by Tanzania grass

This study was done to determine the effect of irrigation frequency and level on the water use efficiency (WUE) of *Panicum maximum* Jacq. cv Tanzania. The study was done in a greenhouse and the grass was grown in soil filled drums. The irrigation was done at 1, 4 or 7-day interval, to reestablish soil water content to 50, 75 or 100% of the total available water. The crop evapotranspiration was determined by the use of four drainage lysimeters. The WUE was determined by relating the dry matter yield to the amount of water used. Higher WUE occurred in lower irrigation levels only in the last cuts and there was a direct relationship between WUE and irrigation frequency.

Keywords: Irrigated pasture, frequency irrigation, irrigation depth, consumption of water, *Panicum maximum*.

Recebido para publicação em 11.06.2007

¹ Eng. Agrônomo, Doutorando em Eng. Agrícola, DEA/UFV, Viçosa-MG, E-mail: cunhaff@yahoo.com.br

² Eng. Agrícola, Ph.D., Prof. Titular, DEA/UFV, Viçosa-MG, E-mail: aasoares@ufv.br; sediyama@ufv.br

³ Eng. Agrônomo, D.S., Prof. Titular, DEA/UFV, Viçosa-MG, E-mail: everardo@ufv.br

⁴ Eng. Agrônomo, D.S., Prof. Adjunto, DZO/UFV, Viçosa-MG, E-mail: odilon@ufv.br

INTRODUÇÃO

Em razão de apresentarem baixo custo de produção em relação aos concentrados, as pastagens representam a forma mais prática e econômica de alimentação de bovinos, constituindo a base de sustentação da pecuária no Brasil (Cunha et al., 2007; Fernandes et al., 2003).

A irregularidade do regime pluvial torna-se uma restrição ao desenvolvimento agrícola, pois, mesmo durante as estações chuvosas, observam-se períodos de déficit hídrico. Como a evapotranspiração da pastagem geralmente excede a precipitação pluvial, a distribuição artificial de água em pastagens por meio de irrigação é a garantia para produzir como planejado. Com o uso da irrigação, o fator água deixa de ser o mais limitante para o crescimento das forrageiras, de modo que a estacionalidade de produção passa a depender da disponibilidade de nutrientes e da aeração do solo, do potencial genético da planta, da radiação solar e temperatura. Em locais de maior latitude e altitude, onde ocorrem quedas mais acentuadas das temperaturas durante o inverno, não se deve esperar que a irrigação seja capaz de equacionar totalmente o problema da estacionalidade de produção, porém o período de utilização de uma pastagem pode ser aumentado com a prática da irrigação estratégica, que consiste em irrigar a pastagem nas interfaces das estações, quando há luminosidade e temperatura adequadas ao crescimento da planta forrageira.

A irrigação é considerada a maior usuária de recursos hídricos, sendo que, ultimamente, observa-se um aumento da pressão de órgãos públicos sobre os agricultores, no sentido do racionamento e adoção de sistemas mais eficientes de aplicação de água na agricultura, sendo necessário, portanto, melhorar a eficiência de uso da água para produção de forragem.

A irrigação de pastagens não tem sido realizada corretamente e, na maioria das vezes, ocorre aplicação excessiva de água, ocasionando prejuízos ao meio ambiente ao

longo do tempo e redução na produtividade de matéria seca. Como exemplo desses problemas, cita-se o consumo desnecessário de energia elétrica e de água, a lixiviação dos nutrientes e maior compactação do solo, que repercutem na diminuição da vida útil da pastagem.

Para contornar esses problemas, a alternativa consiste na adoção de um manejo adequado da irrigação, que é um recurso para racionalizar a aplicação de água às culturas de maneira complementar às precipitações pluviais, o que requer 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).

A eficiência de uso da água (EUA) é a relação entre a matéria seca produzida e a quantidade de água utilizada pela cultura (KRAMER & BOYER, 1995). Seu conhecimento juntamente com programas, que buscam sua potencialização, é cada vez mais necessário, haja visto a crescente preocupação da população mundial com a disponibilidade dos recursos hídricos (HATFIELD et al., 2001). A EUA pelas pastagens varia, principalmente, em função dos elementos climáticos e da disponibilidade de água (ABBATE et al., 2004), apesar da espécie também proporcionar tal efeito.

No presente trabalho, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes turnos de rega e níveis de irrigação sobre a EUA do *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi realizado no período de janeiro a setembro de 2004, na Área Experimental de Irrigação e Drenagem do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, localizada a 20° 45' S e 42° 45' W, no Estado de Minas Gerais. O clima de Viçosa é classificado pelo método de Köppen como Cwa, ou seja, temperado quente, com inverno seco e verão chuvoso.

Nesta área, uma bancada experimental foi instalada sob condições de ambiente protegido, para que as chuvas não influenciassem os resultados do trabalho. Nessa estrutura, foram colocados recipientes de metal com 0,6 m de diâmetro e 1,0 m de altura com as plantas a serem avaliadas e lisímetros para estimativa de perda de água.

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 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 DEA-UFV. Os resultados de capacidade de campo, ponto de murchamento e massa específica foram $0,40 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, $0,24 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ e $1,05 \text{ g cm}^{-3}$, respectivamente.

A adubação foi constituída de uma dose de 75 mg dm^{-3} de P_2O_5 na forma de superfosfato simples antes da semeadura e de doses de 50 e 40 $\text{mg dm}^{-3} \text{ corte}^{-1}$ de N e K_2O , respectivamente, no estabelecimento do experimento e no corte 1, e de 100 e 80 $\text{mg dm}^{-3} \text{ corte}^{-1}$ nos cortes 2, 3 e 4. As formas utilizadas para aplicação de N e K_2O foram o sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente.

Os turnos de rega propostos para o trabalho foram de 1, 4 e 7 dias, enquanto 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. Foi fixado um nível de água no solo a ser atingido após cada irrigação, definido conforme a equação 1.

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

em que

U_{SAI} = umidade do solo após irrigação (% em peso);

CC = capacidade de campo do solo (% em peso);

PM = ponto de murchamento (% em peso); e

T = tratamento, fator nível de irrigação (%).

Para determinação da evapotranspiração da cultura, foram utilizados quatro lisímetros de drenagem. As irrigações nesses lisímetros foram realizadas à noite e a cada 24 horas, ocasião em que se media a percolação, determinando-se a evapotranspiração da cultura, conforme Equação 2. A lâmina aplicada correspondia à evapotranspiração mais 10% para garantir que o solo se mantivesse próximo à capacidade de campo.

$$\text{ET}_{\text{C}_{i-1}} = \text{LA}_{i-1} - \text{LP}_i \quad (2)$$

em que

$\text{ET}_{\text{C}_{i-1}}$ = evapotranspiração da cultura, no dia $i-1$ (mm);

LA_{i-1} = lâmina de água aplicada, no dia $i-1$ (mm); e

LP_i = lâmina de água percolada, medida no dia i (mm).

A ET_{C} correspondeu ao tratamento de turno de rega de 1 dia e nível de irrigação de 100%. Para os outros tratamentos, aplicou-se a lâmina de irrigação calculada conforme a equação

$$\text{LA}_i = \sum_{i-\text{TR}}^i \text{ETajc} = \sum_{i-\text{TR}}^i \text{ETc} K_s \quad (3)$$

em que

ETajc = evapotranspiração ajustada da cultura (mm); e

K_s = coeficiente de umidade do solo (adimensional).

O valor de K_s foi calculado por meio da Equação 4, proposta por Bernardo et al. (2005), ou

$$K_s = \frac{\text{Ln}(\text{LAA} + 1)}{\text{Ln}(\text{CTA} + 1)} \quad (4)$$

em que

CTA = capacidade total de água do solo (mm); e

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

A LAA e a CTA foram obtidas por meio das Equações 5 e 6, respectivamente, sugeridas por Bernardo et al. (2005), ou

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

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

em que:

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

Da = densidade aparente do solo ($g\ cm^{-3}$); e

Z=profundidade efetiva do sistema radicular (cm).

Para o turno de rega de 1 dia e para o nível de irrigação de 100%, a CTA é igual a LAA, resultando um valor de Ks igual à unidade, fazendo com que a evapotranspiração neste tratamento seja igual à dos lisímetros. Para os demais tratamentos, com turno de rega de 4 e 7 dias, os valores de Ks e LAA foram atualizados, diariamente, conforme 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.

A semeadura foi realizada em 26/01/2004, utilizando sementes com valor cultural de 28%. Após as plântulas atingirem uma altura de 5 cm, realizou-se um desbaste, deixando um estande de 20 plantas por unidade amostral. Aos 46 dias após a semeadura, procedeu-se o corte de uniformização. Em seguida, foram realizados quatro cortes com idades de 31, 37, 61 e 52 dias. Ao atingirem cerca de 1,0 m de altura, as plantas foram cortadas à altura de 9 cm do solo, utilizando-se uma tesoura de cortar grama.

Após o corte do capim em cada recipiente, o material foi colocado em saco de papel, identificado e levado à estufa com

circulação forçada de ar a 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 subamostras em torno de 2 gramas do material pré-seco e transferindo-as para estufa a 105 °C, onde permaneceram durante 24 h (SILVA & QUEIROZ, 2002). O teor de matéria seca (MS) foi determinado por

$$MS = \frac{P_{MS\ 65\ ^\circ C} ASE}{100} \quad (7)$$

em que

MS = matéria seca (g);

$P_{MS65^\circ C}$ = peso do material pré-seco em estufa ventilada a 65°C, durante 72 h; e

ASE = percentual de MS obtida pela secagem da $MS_{65^\circ C}$ em estufa a 105°C, durante 24 h (%).

A eficiência de uso da água (EUA) 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 8 representa a lâmina total de água em mm, utilizada pela forragem, para cada período de crescimento.

$$EUA = \frac{MS}{L} \quad (8)$$

em que

EUA = eficiência do uso da água ($kg\ MS\ m^{-3}$);

MS = matéria seca produzida no período ($g\ MS\ recipiente^{-1}$); e

L = lâmina de água utilizada no período de produção ($L\ recipiente^{-1}$).

Os resultados foram submetidos à análise de variância para comparação das variáveis dependentes, nos diferentes tratamentos, pelo esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas um esquema fatorial 3 x 3 (3 níveis de irrigação e 3 turnos de rega) e nas subparcelas os quatro cortes, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. Obtendo significância, as médias dos fatores foram testadas em cada nível, utilizando-se o método Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para as interações que não foram significativas, o mesmo teste foi realizado, porém, utilizando apenas as médias dentro de cada fator que apresentou efeito isolado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, são apresentados os valores médios diários de temperatura (T_m) durante o experimento. Os valores de T_m 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.

Na Figura 2, são apresentados os valores diários de evapotranspiração de referência (ET_o), obtidos por meio do software REF-ET versão 2.0, pelo modelo de Penman Monteith (padrão FAO, 1998). Os valores de ET_o variaram de 2,1 a 5,0 mm dia⁻¹, sendo máximos e mínimos nos mesmos meses apresentados para valores de temperatura média.

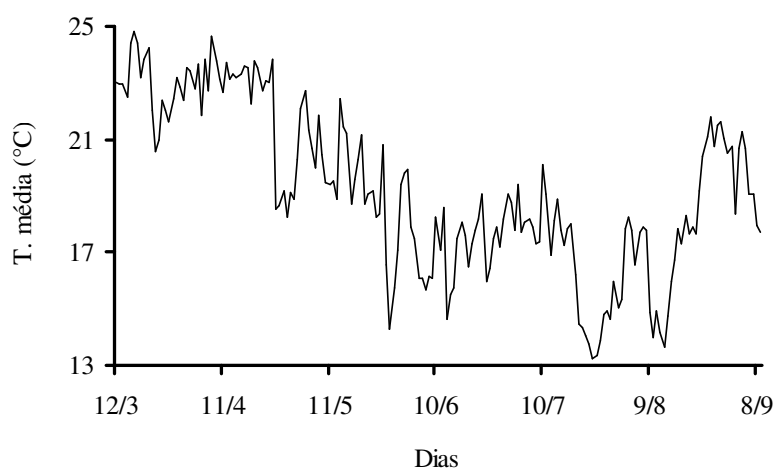


Figura 1. Temperatura média diária (°C) dentro do ambiente protegido, cultivado com capim-tanzânia

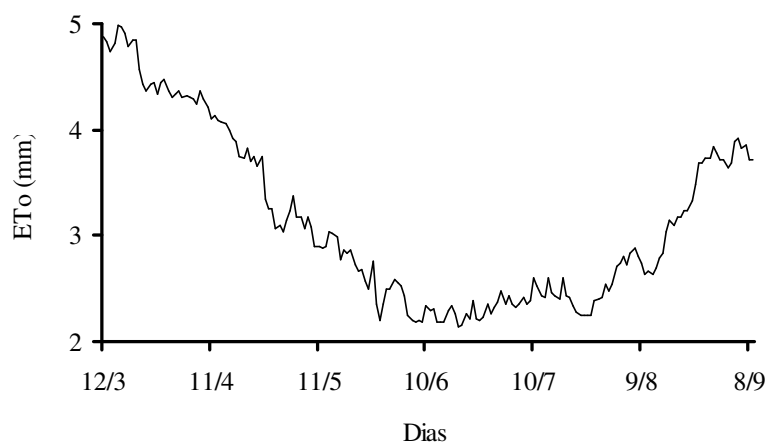


Figura 2. Evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹) dentro do ambiente protegido, cultivado com capim-tanzânia

Quadro 1. Lâmina de água (mm) 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
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.

As lâminas de água aplicadas nos diferentes cortes sofreram aumento quando avaliadas dentro de um mesmo tratamento (Quadro 1). Isso se deve às condições do clima, principalmente em virtude da variação da temperatura (Figura 1), que resultou diferentes taxas evapotranspirométricas (Figura 2), bem como devido às diferentes idades do capim nos diferentes cortes.

Em cada turno de rega, observou-se que a lâmina de água aplicada foi maior conforme o aumentou do nível de irrigação. Tais resultados são esperados, pois, quando se mantém o solo com maior teor de água, maior é o coeficiente de umidade do solo (Ks) 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 diminuiu com o aumento no turno de rega. Nos tratamentos constituídos de turno de rega de 1 dia, o conteúdo de água no solo, no momento antes da irrigação, sempre estava próximo à capacidade de campo, proporcionando valores de Ks próximos a 1. Entretanto 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 menores valores de Ks. Portanto, 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.

Observou-se efeito ($p < 0,01$) da interação corte versus nível de irrigação e corte versus turno de rega para a eficiência de uso da água (EUA) pelo capim-tanzânia.

No Quadro 2, observa-se que, independentemente do nível de irrigação, constata-se maiores ($p < 0,05$) valores de EUA nos cortes 1 e 2. Os menores valores de EUA nos cortes 3 e 4 foram, possivelmente, devido ao efeito da sazonalidade, pois, a EUA é diretamente proporcional à produtividade de MS. A sazonalidade é decorrente do conjunto das condições, como menores temperaturas (Figura 1) e menores radiações, desta forma, ocorreu queda no metabolismo da planta, resultando menores taxas de perfilhamento, de aparecimento de folhas e alongamento de folhas e colmo.

Analisando 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, 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 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 ha⁻¹ corte⁻¹ de N.

Quadro 2. Valores médios e respectivos desvios-padrão de eficiência do uso da água (EUA) para diferentes cortes e níveis de irrigação

Corte	Nível de irrigação (%)		
	50	75	100
1	3,65 ± 0,15 Aa	3,51 ± 0,32 Aa	3,59 ± 0,15 Aa
2	3,39 ± 0,13 Aa	3,58 ± 0,18 Aa	3,48 ± 0,28 Aa
3	2,75 ± 0,14 Ba	2,43 ± 0,06 Cb	2,26 ± 0,21 Bb
4	3,05 ± 0,17 Ba	2,80 ± 0,14 Bab	2,57 ± 0,11 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 foi observado na maior lâmina de irrigação utilizada nesse experimento, uma pequena percolação de água abaixo do sistema radicular foi identificada, que embora não tenha sido descontada no consumo de água pela planta, foi responsável por lixiviar nutrientes e, conseqüentemente, afetar a produção de forragem, diminuindo, assim, os valores de EUA. Soria et al. (2003), trabalhando com lâminas de irrigação de 170% da evapotranspiração, observou esse mesmo efeito.

No Quadro 3, são apresentados 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 este 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. Tal fato é explicado em razão do consumo de água pelas plantas diminuir 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 o efeito do turno de rega dentro de cortes, constatam-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, por exemplo, o fechamento estomático, resultando menor consumo de água e conseqüente aumento da EUA, pois, são fatores inversamente proporcionais (CAVALCANTE et al., 2001).

Quadro 3. Valores médios e respectivos desvios-padrão de eficiência do uso da água (EUA) para diferentes cortes e turno de rega

Corte	Turno de rega (dias)		
	1	4	7
1	3,12 ± 0,10 Ab	3,68 ± 0,33 Aa	4,00 ± 0,30 Aa
2	3,04 ± 0,16 ABc	3,52 ± 0,10 Ab	3,90 ± 0,26 Aa
3	2,18 ± 0,12 Cb	2,52 ± 0,20 Ba	2,75 ± 0,14 Ba
4	2,75 ± 0,15 Bab	2,69 ± 0,10 Bb	2,98 ± 0,17 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 ($p>0,05$).

Em todos os cortes e tratamentos, o maior valor de EUA foi 4,0 kg m⁻³, ou seja, para produção de 1000 kg de MS foram necessários 248 m³ de água. As pastagens possuem EUA inferior a algumas fruteiras, conforme observado por Souza et al. (2000), que encontraram a máxima EUA de 28,3 kg m⁻³ para o meloeiro. A máxima EUA para a cultura do milho é próxima ao valor encontrado para pastagens, sendo que Bergonci et al. (2001) registraram valor de 4,0 kg m⁻³. Algumas culturas apresentam EUA muito baixa, Abbate et al. (2004), Jones & Popham (1997) e Nielsen & Nelson (1998) registraram valores para trigo, sorgo e feijão de 0,95; 0,90 e 0,60 kg m⁻³, respectivamente. Para produção de 1.000 kg de feijão, foram necessários 1.667 m³ de água.

A produção de MS é função de outros fatores além do consumo de água, como a fertilidade do solo, que pode influenciar consideravelmente os 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 baixa disponibilidade de água, verificou que a EUA foi, significativamente, afetada pela fertilização nitrogenada e pelo tipo de solo.

CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi realizado, pode-se concluir que:

- Os valores de EUA foram menores naquele corte realizado no período em que ocorreram menores temperaturas, mostrando o efeito da sazonalidade;
- Maiores valores de EUA foram encontrados em menores níveis de irrigação apenas nos últimos cortes; e
- Houve uma relação diretamente proporcional entre a EUA e o fator turno de rega.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBATE, P. E.; DARDANELLIB, J. L.; CANTARECOC, M. G.; MATURANO, M.;

MELCHIORI R. J. M.; SUERO E. E. Climatic and water availability effects on water use efficiency in wheat. **Crop Science**, Madison, v. 44, n. 2, p. 474-483, 2004.

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**, Brasília, v. 36, n. 7, p. 949-956, 2001.

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 7. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2005. 611p.

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 Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 379-390, 2001.

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

FERNANDES, A. M.; QUEIROZ, A. C.; PEREIRA, J. C.; LANA, R. P.; BARBOSA, M. H. P.; FONSECA, D. M.; DETMANN, E.; CABRAL, L. S.; PEREIRA, E. S.; VITTORI, A. Composição químico-bromatológica de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp L.) com diferentes ciclos de produção (precoce e intermediário) em três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 977-985, 2003.

HATFIELD, J. L.; SAUER, T. J.; PRUEGER, J. H. Managing soils to achieve greater water use efficiency: A review. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, n. 2, p. 271-280, 2001.

JONES, O. R.; POPHAM, T. W. Cropping and tillage systems for dryland grain production in the southern High Plains. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 2, p. 222-232, 1997.

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils**. London: Academic Press, 1995. 495p.

LOURENÇO, L. F. **Avaliação da produção de capim-tanzânia em ambiente protegido sob disponibilidade variável de água e nitrogênio no solo**. Piracicaba: ESALQ, 2004. 77p. (Dissertação DE Mestrado).

NIELSEN, D. C.; NELSON, N. O. Black bean sensitivity to water stress at various growth stages. **Crop Science**, Madison, v. 38, n. 2, p. 422-427, 1998.

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**, Brisbane, v. 31, n. 2, p. 117-123, 1997.

RASSINI, J. B. Manejo de Água de Irrigação para Alfafa (*Medicago sativa* L.). **Revista**

Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1681-1688, 2001.

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**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 430-436, 2003.

SOUZA, V. F.; COELHO, E. F.; ANDRADE Jr, 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**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 183-188, 2000.

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

STOUT, W. L. Water-use efficiency of grasses as affected by soil, nitrogen and temperature. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 56, n. 3, p. 897-902, 1992.

Quadro 4. Análise de variância da eficiência de uso da água pelo capim-tanzânia

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
NI	2	0,67473 ***
TR	2	4,67233 ***
NI x TR	4	0,03576 ^{NS}
Resíduo A	27	0,06048
Corte	3	10,19709 ***
NI x Corte	6	0,31192 **
TR x Corte	6	0,32588 **
NI x TR x Corte	12	0,09856 ^{NS}
Resíduo B	81	0,09633

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; ^{NS} não significativo.