

## DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE CULTURA DO CAPIM-MOMBAÇA MANEJADO EM DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO NO SEMIÁRIDO MINEIRO

VIRGÍLIO JAMIR GONÇALVES MOTA<sup>1</sup>; ABNER JOSÉ DE CARVALHO<sup>2</sup>;  
FLÁVIO GONÇALVES OLIVEIRA<sup>3</sup>; VIRGÍLIO MESQUITA GOMES<sup>4</sup>; FLÁVIO  
PINTO MONÇÃO<sup>5</sup> E VIRGÍLIO JAMIR GONÇALVES MOTA FILHO<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Doutor, Prof. DCA/UNIMONTES, Campus Janaúba – MG. Av. Reinaldo Viana, 2630, Janaúba - MG, 39440-000, Brasil. e-mail: [virgilio.mota@unimontes.br](mailto:virgilio.mota@unimontes.br)

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Doutor, Prof. DCA/UNIMONTES, Campus Janaúba – MG. Av. Reinaldo Viana, 2630, Janaúba - MG, 39440-000, Brasil. e-mail: [abner.carvalho@unimontes.br](mailto:abner.carvalho@unimontes.br)

<sup>3</sup> Eng. Agrícola, Doutor, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais. ICA/UFMG, campus Montes Claros-MG, Brasil. [flagiogoliveira@ibest.com.br](mailto:flagiogoliveira@ibest.com.br)

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Doutor, Prof. DCA/UNIMONTES, Campus Janaúba – MG. Av. Reinaldo Viana, 2630, Janaúba - MG, 39440-000, Brasil. e-mail: [virgilio.gomes@unimontes.br](mailto:virgilio.gomes@unimontes.br)

<sup>5</sup> Zootecnista, Pós-Doutor, Prof. colaborador do PGZ/DCA/UNIMONTES, Campus Janaúba – MG. Av. Reinaldo Viana, 2630, Janaúba - MG, 39440-000, Brasil. e-mail: [moncaomoncao@yahoo.com.br](mailto:moncaomoncao@yahoo.com.br)

<sup>6</sup> Eng. Agrônomo, Mestre, Prof. DCA/UNIMONTES Campus Janaúba – MG. Av. Reinaldo Viana, 2630, Janaúba - MG, 39440-000, Brasil. e-mail: [virgiliojamir@gmail.com](mailto:virgiliojamir@gmail.com)

### 1 RESUMO

Objetivou-se avaliar o coeficiente de cultura (kc), a produção de matéria seca (PMS) e a eficiência do uso da água do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv Mombaça) manejado em diferentes estações do ano. Foram avaliadas quatro fases de manejo (I, II, III e IV) caracterizadas por alturas para cortes das plantas baseadas na fenologia do capim-mombaça, correspondendo à primeira fase (45 a 56 cm – início da rebrotação) com base na interceptação luminosa de 95%, seguindo delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. O capim foi manejado sob cortes em lisímetros de drenagem. Os cortes foram efetuados quando o capim atingia 90 cm de altura deixando resíduo de 45 cm. A PMS no verão, outono e inverno/primavera foi de 9.994, 8.261 e 10.705 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O consumo de água no verão, outono e inverno/primavera foi de 697, 396 e 1711 mm, respectivamente, acarretando eficiência de seu uso de 14,28, 20,88 e 6,26 kg.ha<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>, respectivamente. O coeficiente de cultura do capim-mombaça variou de 0,79 a 1,25, nos períodos de verão e outono e de 0,62 a 1,06 no inverno/primavera.

**Palavras-chave:** manejo da irrigação, evapotranspiração da cultura, pasto, estágios de desenvolvimento.

MOTA, V. J. G.; CARVALHO, A. J.; OLIVEIRA, F. G.; GOMES, V. M.; MONÇÃO,  
F. P.; MOTA FILHO, V. J. G.

DETERMINATION OF CULTURE COEFFICIENT OF MOMBASA GRASS  
MANAGED IN DIFFERENT SEASONS OF THE YEAR IN MINEIRO SEMIARID

## 2 ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate crop coefficient (kc), dry matter yield (PMS) and water use efficiency of mombaça grass (*Panicum maximum* Jacq. cv Mombasa) managed at different seasons of the year. Four management phases (I, II, III and IV) characterized by plant heights based on mombaça grass phenology corresponding to the first phase (45 to 56 cm - start of regrowth) based on light interception of 95% were evaluated, following a completely randomized design with five repetitions. The grass was managed under cuts in drainage lysimeters. The cuts were made when the grass reached 90 cm height leaving a residue of 45 cm. The PMS in summer, autumn and winter / spring was 9,994, 8,261 and 10,705 kg.ha<sup>-1</sup>, respectively. Water consumption in summer, autumn and winter / spring was 697, 396 and 1,711 mm, respectively, resulting in an efficiency of 14.28, 20.88 and 6.26 kg.ha<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>, respectively. The crop coefficient of mombaça grass ranged from 0.79 to 1.25 in summer and autumn and from 0.62 to 1.06 in winter/spring.

**Keywords:** irrigation management, crop evapotranspiration, pasture, stages of development.

## 3 INTRODUÇÃO

A irregularidade na distribuição das chuvas no tempo e espaço (INMET, 2017) é uma característica marcante da região semiárida do estado de Minas Gerais. Isto afeta diretamente as atividades e pessoas ligadas ao campo, pois a produção de carne e leite diminui em consequência da baixa oferta de forragem, a qual fica restrita a um período de quatro meses do ano (RODRIGUES et al., 2011).

Nas condições de semiárido, o uso da irrigação é uma técnica fundamental para diminuir a deficiência na produção de forragem no período de déficit hídrico (MOTA et al., 2010). Mas, para que isto seja viável, se faz necessário o conhecimento e determinações dos fatores para o manejo correto da aplicação de água para as culturas (MOTA et al., 2010). Quando se trata de culturas forrageiras irrigadas, há carência de informações que permitam auxiliar os técnicos e pecuaristas no manejo adequado da aplicação de água em uma região com características semiáridas e, conseqüentemente, com limitação hídrica.

Para planejar racionalmente um sistema de irrigação de gramíneas

forrageiras, vários fatores devem ser considerados e um que não se pode omitir é a ETc, que é evapotranspiração de determinada cultura quando se têm ótimas condições de umidade do solo (BERNARDO, SOARES & MANTOVANI, 2006). Através da multiplicação da evapotranspiração de referência (ETo) pelo coeficiente da cultura (Kc) calcula-se a ETc. O Kc é um componente representativo da cultura, variando de acordo com o estágio de desenvolvimento fenológico da cultura e a ETo representa a necessidade de água de uma região qualquer, sendo variável de local para local (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2009). De acordo com estes últimos autores, o Kc é ajustado à demanda hídrica por fase, dividindo o estágio de desenvolvimento das culturas em inicial, secundário ou de desenvolvimento vegetativo, intermediário ou de produção e final ou de maturação. O estágio inicial vai da germinação até que 10-15% da superfície do terreno seja coberto pela cultura; o secundário varia do final do estágio inicial até a cultura cobrir 70-80% da superfície do terreno; o estágio de produção vai até início da maturação e o

final varia do início da maturação até a colheita.

Nos pastos formados por gramíneas forrageiras, os estádios de desenvolvimento são diferentes dos mencionados acima, já que estas se encontravam implantadas e são cortadas ou pastejadas quando a planta se encontra em pleno desenvolvimento vegetativo. Rodrigues et al. (2011), estudando a evapotranspiração e o coeficiente de cultura do capim-tanzânia adotaram uma fase de crescimento vegetativo de até 35 dias de rebrotação entre dois cortes consecutivos para determinação dos valores da Etc e do Kc.

Com base no exposto, objetivou-se por meio deste trabalho, determinar os coeficientes de culturas (Kc) e a evapotranspiração da cultura (ETc), produção de matéria seca (PMS) e eficiência do uso da água (EUA) do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv Mombaça) em seus vários estágios de desenvolvimento dentro de cada estação climática do ano na região semiárida de Minas Gerais.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Localização e caracterização climática da área experimental

O experimento foi instalado no período de dezembro de 2013 a janeiro de 2016 em área experimental do câmpus do Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), situado no município de Montes

Claros (MG), com coordenadas geográficas de 16°41' de latitude S e 43°50' de longitude W e altitude de 649,29 m, com baixa umidade relativa e altas temperaturas na maior parte do ano. Segundo a classificação climática de Köppen, o tipo de clima predominante na região estudada é o Aw, caracterizado como clima tropical com estação seca de inverno, com temperatura e precipitação média anual de 22,7°C e 1029 mm, respectivamente (ANTUNES, 1986).

### 4.2 Lisímetros

A condução do experimento foi realizada em lisímetros de drenagem com capacidade para um metro cúbico, os quais possuem diâmetro médio de 1,305 m (caixas de PVC com diâmetro do bordo superior de 1,51 m e inferior de 1,10 m) e altura de 0,76 m. Esses lisímetros foram ocupados com solo seco, correspondendo a um volume de 0,9 m<sup>3</sup>.

Para encher as caixas dos lisímetros foi utilizado solo seco ao ar, destorroado e passado em peneiras com malhas de cinco milímetros e, finalmente, homogeneizado. O solo foi colocado em camadas de 10 cm dentro da caixa do lisímetro, até atingir 70 cm de altura, acomodando o material, de tal maneira, que a densidade aproximava ao máximo das suas condições originais, sem, contudo, deformar as caixas.

### 4.3 Solos

Foi realizada a análise do solo para determinação das suas características físicas e químicas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resultados da análise físico-química do solo utilizado nos lisímetros para determinação do coeficiente de cultura do capim-mombaça. ICA/UFMG, Montes Claros, MG.<sup>1</sup>

Atributos do solo	Amostras			
	0 -20	Nível	20 -40	Nível
pH água	5,00	Bx	4,40	MBx
P Mehlich (mg dm <sup>-3</sup> )	0,08	MBx	0,39	MBx
P Remanescente (mg L <sup>-1</sup> )	24,03		14,44	
K (mg dm <sup>-3</sup> )	199,00	MB	90,00	B
Ca (cmolc dm <sup>-3</sup> )	3,60	B	2,40	M
Mg (cmolc dm <sup>-3</sup> )	1,40	B	1,00	B
Al (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,00	MBx	2,40	MA
H+ Al (cmolc dm <sup>-3</sup> )	2,90	M	10,90	MA
SB (cmolc dm <sup>-3</sup> )	5,51	B	3,63	B
t (cmolc dm <sup>-3</sup> )	5,51	B	6,03	B
m (%)	0,00	MBx	40,00	M
T (cmolc dm <sup>-3</sup> )	8,41	M	14,62	B
V (%)	66,00	B	25,00	Bx
Mat. Org. (dag kg <sup>-1</sup> )	2,50	M	2,00	Bx
Carb. Org. (dag kg <sup>-1</sup> )	1,45	Bx	1,16	Bx
Areia grossa (dag kg <sup>-1</sup> )	4,70		2,99	
Areia fina (dag kg <sup>-1</sup> )	19,30		29,10	
Silte (dag kg <sup>-1</sup> )	36,00		24,00	
Argila (dag kg <sup>-1</sup> )	40,00	Arg	44,00	Arg

<sup>1</sup> Análise realizada no laboratório de solos do Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); MBx= muito baixo; Bx= baixo; B= bom; M= médio; A= alto; MB= muito bom; MA= muito alto; Ar= arenoso; Tme= textura média; Arg= argiloso; Marg= muito Argiloso

#### 4.4 Semeadura e adubação

Antes de efetuar a adubação e a semeadura, procedeu-se à irrigação de cada parcela experimental (lisímetro), até que houvesse a saturação total do solo. Após esse procedimento, cada lisímetro (caixa com o solo) foi coberto para evitar a evaporação da água, com a finalidade de atingir a capacidade de campo, depois de drenar o seu excesso.

Logo após a drenagem acima descrita, foi realizado o estabelecimento do capim-mombaça em sulcos de dois centímetros de profundidade e

espaçamento de 25 cm entre eles. A adubação de fundação e a semeadura foram realizadas dentro desses sulcos. Após a germinação, quando as plântulas atingiram seis centímetros, em média, foi realizado um raleamento, para melhor estabelecimento e homogeneidade da cultura.

A adubação de plantio foi determinada de acordo com análise de solos, e exigência da cultura, sendo 110 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 30 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, correspondendo a 20 g.lisímetro<sup>-1</sup> e 5,4 g.lisímetro<sup>-1</sup>, respectivamente, dentro dos sulcos de plantio. Para a adubação de

cobertura foram utilizados 70 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 50 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 100 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, correspondendo a 12,50, 9,0 e 18 g.lisímetro<sup>-1</sup>, respectivamente, logo após a realização de cada corte do capim-mombaça (CANTARUTTI et al., 1999). As fontes de nitrogênio, fósforo e potássio foram os adubos ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

#### 4.5 Tratamentos, delineamento e variáveis estudadas

Foram avaliadas quatro fases de manejo (I, II, III e IV) caracterizadas por idades de corte com base na interceptação luminosa de 95% dentro de cada estação climática do ano (verão, outono, inverno e primavera), seguindo delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições com medidas repetidas no tempo (verão, outono, inverno e primavera).

As variáveis determinadas foram a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>), o coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>), a eficiência do uso da água (EUA) e a produção de matéria seca (PMS), relacionando o intervalo médio de corte (IMC) com os estádios fenológicos da forrageira (fases).

#### 4.6 Aplicação de água

Após a primeira lâmina de água aplicada, foi determinada a lâmina total de irrigação necessária no período (ITN), pela equação 1 simplificada do balanço de água, conforme descrito a seguir:

$$ITN = \frac{\sum ET - Pe - D}{Ea} \quad (01)$$

Em que:

ITN: lâmina total de irrigação necessária no período, em mm;

$\sum ET$ : somatório da evapotranspiração no período, em mm;

Pe: precipitação efetiva no período, em mm;

D: drenagem profunda ocorrida no período, em mm;

Ea: eficiência de aplicação da irrigação, em decimal.

A drenagem foi obtida pela coleta do excedente de irrigação percolado no perfil do solo e coletado no sistema de drenagem de cada lisímetro. Para a eficiência de aplicação da irrigação (Ea) foi o utilizado o valor máximo igual a um (1), por se tratar de uma aplicação de água localizada e precisa em cada lisímetro.

O turno de rega foi estabelecido quando a capacidade de armazenamento total de água do solo dos lisímetros atingia 30 a 40%. A aplicação de água foi realizada com o auxílio de uma mangueira de jardim, pressurizada e conectada a um hidrômetro permitindo sua quantificação. A água drenada dos lisímetros foi coletada e medida a cada dois dias.

A variação no armazenamento de água no solo em um determinado intervalo de tempo considerado do balanço foi obtida por meio da equação 2 a seguir:

$$\Delta h = (\theta_2 - \theta_1)Z \quad (02)$$

Em que:

$\theta_2$ : umidade média do solo no dia da irrigação (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>);

$\theta_1$ : umidade média do solo no dia da irrigação anterior (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>);

Z: profundidade adotada no balanço (m).

#### 4.7 Evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) e de referência (ET<sub>o</sub>)

A evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) corresponde ao consumo de água pela planta obtido pela diferença entre o volume de água aplicado e o drenado, ao longo do ciclo. Essa evapotranspiração foi determinada a partir do balanço hídrico, fundamentado na lei de conservação das

massas apresentada por Reichardt (1985), através da equação 3 simplificada:

$$P + I - D - ETc = \Delta h \quad (03)$$

Em que:

P: precipitação natural, em mm;

I: irrigação, em mm;

D: drenagem profunda, em mm;

ETc: evapotranspiração da cultura, em mm;

$\Delta h$ : variação do armazenamento de água no solo dentro dos lisímetros, em mm.

Para estimar a evapotranspiração potencial de referência (ETo), utilizou-se o método de Penman-Monteith (ALLEN, 1998) por meio da equação 4 a seguir, com o objetivo da determinação da lâmina de irrigação:

$$ETo = \frac{0,408 \cdot \Delta(RN - G) + \gamma \frac{900}{T + 273}}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 \cdot U_2)} U_2 (e_s - e_a) \quad (4)$$

Em que:

ETo= evapotranspiração de referência, em mm.d<sup>-1</sup>;

$\Delta$ = declividade da curva de pressão de vapor de saturação, em kPa. °C<sup>-1</sup>;

Rn= saldo da radiação à superfície, em MJ.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>;

G= fluxo de calor no solo, em MJ.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>;

T= temperatura do ar a 2 m de altura, em °C;

U<sub>2</sub>= velocidade do vento a 2 m de altura, em m.s<sup>-1</sup>;

e<sub>s</sub>= pressão de saturação de vapor, em kPa;

e<sub>a</sub>= Pressão de vapor atual do ar, em kPa;

(e<sub>s</sub> - e<sub>a</sub>)= deficit da pressão de vapor, em kPa;

$\gamma$ = constante psicrométrica, em kPa °C<sup>-1</sup>.

Os dados meteorológicos utilizados para a determinação da ETo foram coletados na estação meteorológica automática existente dentro da área experimental.

#### 4.8 Coeficiente da cultura (Kc)

Para determinação do coeficiente da cultura (Kc) foram utilizados os valores diários estimados da ETo e ETc, ambos em mm.d<sup>-1</sup>, do capim-mombaça, em dias após cada corte dentro das quatro estações climáticas do ano, por meio da equação 5 apresentada por Doorenbos e Pruitt (1975):

$$Kc = \frac{ETc}{ETo} \quad (5)$$

#### 4.9 Cortes do capim-mombaça

O corte do capim-mombaça foi efetuado quando este atingia uma altura de 90 cm, conforme descrito por Carnevalli (2003). Essa altura corresponde ao momento em que o pasto de capim-mombaça intercepta 95% da luz incidente no topo do dossel. Já a altura do resíduo foi de 45 cm (45 a 50 cm).

Para melhor entendimento, o capim-mombaça foi dividido em quatro fases de desenvolvimento. A fase I refere-se à altura pós-corte de 45 a 56 cm, que é o período de rebrotação; a II, de 56 a 67 cm, que é a fase de perfilhamento; a III, de 67 a 78 cm, período de expansão foliar e alongamento dos colmos; a fase IV, de 78 a 90 cm de altura, que é a fase quando atinge 95% da interceptação luminosa incidente no topo do dossel, que era quando se procediam os cortes.

As medições de altura foram efetuadas quando se observava que o capim estava próximo de 90 cm. Quando este estava com 80 cm de altura, por exemplo, as medições eram realizadas a cada dois dias de intervalo, para que não fossem ultrapassados os 90 cm (fase IV). Atingidos os 90 cm de altura, procedia-se o corte, rebaixando até 45 cm do solo (fase I).

As fases intermediárias, II e III, foram calculadas por meio de interpolações matemáticas.

#### 4.10 Estimativa da produção de matéria seca (PMS)

Após cada corte, o material era levado ao laboratório onde era retirada uma amostra, a qual era picada, acondicionada em sacos de papel, identificada e colocada em uma estufa de circulação forçada a 55°C por 72 horas, ou até atingir peso constante.

Após essa secagem parcial (55°C), o material era moído e passado em peneira com malha de 1,0 mm e levado a uma estufa a 105°C por 24 horas, obtendo assim o teor de matéria seca (MS).

Para obtenção da produção de matéria seca, o material foi colhido nos cinco lisímetros e pesado separadamente, obtendo a matéria verde total (MVT). A seguir, foi retirada uma alíquota, a qual foi pesada com posterior cálculo do percentual desta em relação a todo material do lisímetro, que é a matéria verde parcial (MVP). A MVP foi seca em estufa de circulação forçada a 55°C, obtendo a matéria seca parcial (MSP), a qual foi moída e pesada, obtendo o teor de matéria seca a 55°C (TMS). Da MSP moída, retirou-se uma alíquota de aproximadamente dois gramas (PMSP) que foi então levada à estufa com temperatura de 105°C, obtendo a matéria seca a 105°C (MS 105°C). O teor de matéria seca a 105°C (TMS 105°C) é o percentual da MS a 105°C em relação ao PMSP. O produto do TMS a 55°C pelo TMS a 105°C dividido por 100 obtém o teor de matéria seca total (TMS). Para obtenção da produtividade da matéria seca por hectare (PMS, kg/ha), utilizou-se a equação 6 apresentada a seguir:

$$PMS \text{ (kg.ha}^{-1}\text{)} = \frac{MVT \times 10.000 \text{ m}^2 \times MS}{\text{Área do lisímetro} \times 100} \quad (6)$$

#### 4.11 Eficiência do uso da água (EUA)

Os valores da eficiência do uso da água foram obtidos por meio da equação 7 apresentada a seguir:

$$EUA = \frac{PMS}{ET_c} \quad (7)$$

Em que:

EUA= Eficiência do uso da água, dentro de cada estação, definida na tabela 2, expresso em kg.ha<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>;

PMS= Produção de matéria seca em cada estação, definida na tabela 2, expressa em kg.ha<sup>-1</sup>.

ET<sub>c</sub>= Evapotranspiração da cultura, ou consumo de água pela cultura acumulado, dentro de cada estação, expresso em milímetros (mm).

#### 4.12 Análise estatística

Os resultados obtidos do Kc foram submetidos à análise de variância e, quando significativa, pelo teste de F. As médias foram submetidas ao estudo de regressão, sendo testados modelos lineares e quadráticos a 5% de probabilidade, com auxílio do SISVAR, 5.2 (FERREIRA, 2011). Os modelos foram selecionados com base nos polinômios ortogonais (significância dos parâmetros pelo teste de t), tendência dos dados e maior coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>). A produção de matéria seca (PMS), a eficiência do uso da água (EUA) e a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey (P<0,05).

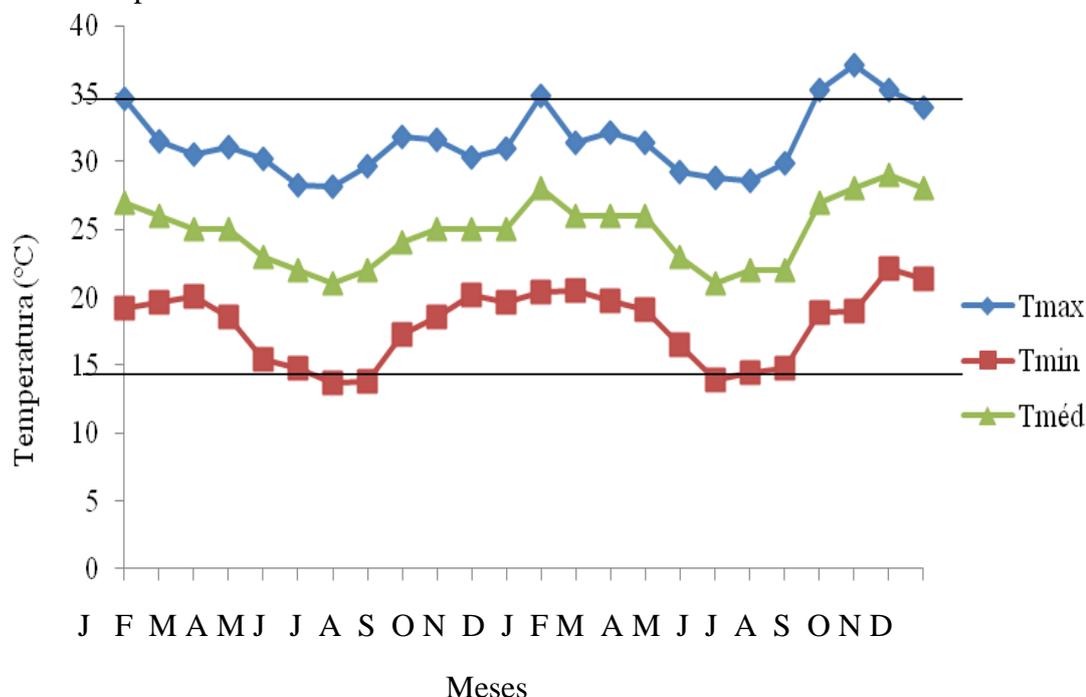
### 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período experimental, a distribuição estacional da temperatura evidenciou que as médias das máximas e das mínimas (Figura 1) mostraram valores abaixo da linha dos 15°C, que é a

temperatura-base inferior de algumas gramíneas forrageiras tropicais (RASSINI, 2004). Também pode-se observar que as médias das máximas mais elevadas

variaram de setembro a janeiro de 2014 e 2015 aproximando da temperatura base superior que é de 35°C para essas mesmas gramíneas.

**Figura 1.** Temperaturas máximas, mínimas e médias observadas durante o período experimental



Deste modo, verifica-se na Tabela 2 que, durante as estações de verão e outono, quando as médias das mínimas estiveram acima dos 15°C, houveram intervalos médios de cortes (IMC) de 23 e 22 dias, respectivamente, inferiores ao do inverno/primavera, de 69 dias. Verifica-se também que a eficiência do uso da água

(EUA) foi superior no outono (20,88 kg ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup>), seguida do verão (14,28 (kg ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup>)) e finalmente do inverno/primavera (6,26 (kg ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup>)), ficando evidente que quando as temperaturas médias das mínimas estiveram acima dos 15°C, o capim-mombaça foi mais eficiente na utilização da água.

**Tabela 2.** Valores médios de cada intervalo de corte (IMC), número de cortes por período, produção de matéria seca (PMS), evapotranspiração acumulada da cultura (ETc) e a eficiência de uso da água (EUA) do capim-mombaça, durante as estações climáticas do ano.

Estação do ano	IMC (Dias)	Cortes (n°)	PMS (kg ha <sup>-1</sup> )	ETc (mm)	EUA (kg ha <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> )
Verão	23	4	9.954b	697b	14,28b
Outono	22	3	8.261c	396c	20,88a
Inv/prim	69	3	10.705a	1.711a	6,26c
		10	28.920	2.804	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey (p<0,05).

No outono, o número de cortes foi menor que no verão e igual ao inverno/primavera, porém com um intervalo médio de cortes (IMC) menor, acarretando com isto uma ETc menor e uma EUA bem superior.

A PMS durante os 365 dias do ciclo observado foi de 28920 kg.ha<sup>-1</sup>, sendo 9954 kg.ha<sup>-1</sup> no verão, semelhante à produção de 9930 kg.ha<sup>-1</sup> obtida por Carnevalli (2003). Já a PMS no outono, de 8261 kg.ha<sup>-1</sup> e inverno/primavera, de 10705 kg.ha<sup>-1</sup>, foram superiores aos 5900 kg.ha<sup>-1</sup> no outono/inverno e 6670 kg.ha<sup>-1</sup> obtidos nesse trabalho por essa mesma autora.

Os valores da PMS observados no verão e inverno/primavera foram superiores aos obtidos por Castagnara et al. (2011), no oeste do estado do Paraná, para o capim-mombaça. Durante o outono, apesar da PMS ter sido um pouco inferior às obtidas pelos autores acima mencionados, mostra que nesse período essa forrageira foi mais eficiente, pois com apenas 396 mm de água produziu 8261 kg.ha<sup>-1</sup> de MS.

Fica evidente neste estudo que, por ocasião em que as temperaturas são mais elevadas (acima dos 15°C), o IMC para a PMS é menor, ou seja, se for considerar o intervalo médio de um dia, no verão a produção seria de 433 kg.ha<sup>-1</sup> de matéria seca, no outono de 376 kg.ha<sup>-1</sup> e no inverno/primavera de apenas 155 kg.ha<sup>-1</sup>. Isto está de acordo com trabalho de Cunha et al. (2008), quando concluíram que a PMS é maior em virtude dos maiores valores das unidades fototérmicas.

O maior número de cortes verificado durante o verão (quatro) foi maior do que os verificados no outono (três), acarretando PMS de 9954 kg.ha<sup>-1</sup> e 8261 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Já no inverno/primavera, a PMS foi de 10705 kg.ha<sup>-1</sup>, superior aos valores obtidos no verão e outono, porém com intervalo de

cortes superior. Todos esses valores foram superiores aos obtidos por Ribeiro et al. (2009), em Campos dos Goytacazes, nos períodos das chuvas e da seca, irrigados e não irrigados.

O grande intervalo de cortes observado no período do inverno/primavera caracteriza uma estacionalidade de produção, influenciada pelas temperaturas mínimas, nos meses de maio a setembro. Nesse período, as temperaturas mínimas estão próximas às de base inferior para as gramíneas tropicais, estando de acordo com o trabalho de Rassini (2004) com seis gramíneas forrageiras em São Carlos (SP), que concluiu que a estacionalidade de produção era de 65 a 70 dias. Essa estacionalidade de produção também foi verificada por Mota et al. (2010) que, trabalhando com capim-pioneiro (*Pennisetum purpureum*, Schum.), no norte de Minas Gerais, concluíram que a irrigação associada à adubação nitrogenada diminui a estacionalidade de produção, porém não a elimina totalmente.

Considerando que o ciclo no capim-mombaça foi de 365 dias, a ETc média diária foi de 7,68 mm, estando de acordo com trabalho de Rodrigues et al. (2011), que obtiveram uma ETc de 7,75 mm.dia<sup>-1</sup> trabalhando com capim-tanzânia com intervalos de corte de 35 dias.

A ETc de 1711 mm, observada no período de inverno/primavera, foi superior aos 697 mm no verão e os 396 mm no outono, em virtude do intervalo entre um corte e outro, ficando longo tempo sem produção (durante todo o inverno), acarretando com isso um consumo de água para manter as funções vitais da planta sem, contudo, haver uma produção. Essa produção foi acontecer nas primaveras de 2014 e 2015, daí o grande consumo de água (ETc), de 1711 mm para uma PMS de 10705 kg.ha<sup>-1</sup>. Essa característica de baixa PMS nos períodos, quando a temperatura mínima fica próximo dos 15°C é verificada

nas gramíneas tropicais, as quais possuem estacionalidade de produção nos períodos mais frios do ano (RASSINI, 2004; MOTA et al., 2010; VITOR et al., 2009).

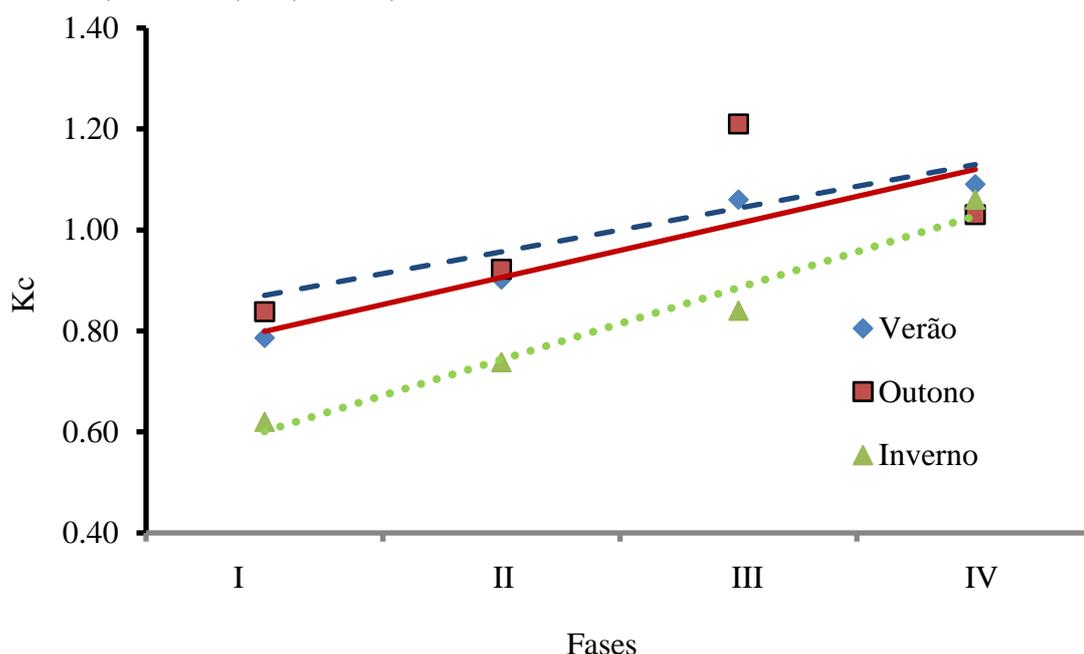
Os dados observados na Tabela 2 mostram claramente que, quando as temperaturas mínimas estão próximas ou abaixo dos 15°C, a EUA é muito baixa - no caso, 6,26 kg.ha<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup> no inverno/primavera.

A eficiência do uso da água (EUA) de 14,28 e 20,88 kg.ha<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>, no verão e outono, respectivamente, é maior do que 10,30 kg.ha<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>, encontrado por Silva et al. (2007) trabalhando com capim-tanzânia

com período de descanso de 25 dias em Pentecoste (CE). Isso pode ter ocorrido por se tratar de outra espécie de gramínea forrageira e de outra região com características próprias de clima. O coeficiente de cultura (Kc) do capim-mombaça teve significância em todas as estações climáticas do ano (P<0,01).

A Figura 2 apresenta o comportamento das curvas do Kc ajustadas por equações de regressão em função das fases de desenvolvimento do capim-mombaça após cada corte nas estações de verão, outono e inverno/primavera.

**Figura 2.** Comportamento do Kc do capim-mombaça nas diferentes fases de desenvolvimento fonológico dentro de cada estação climática do ano. Fase I (45 – 56 cm), fase II (56 – 67 cm), fase III (67 – 78 cm) e fase IV (78 – 90 cm).  $\hat{Y}$  verão = 0,065X+0,7723, R<sup>2</sup>=0,6796;  $\hat{Y}$  outono = 0,00932X+0,7704, R<sup>2</sup> = 0,6822;  $\hat{Y}$  inverno/primavera = 0,013X + 0,547, R<sup>2</sup> = 0,8670



Em todas as estações do ano, o comportamento foi linear ascendente, variando de 0,79 a 1,20 no verão, 0,84 a 1,25 no outono e 0,62 a 1,06 no inverno/primavera.

Observa-se que no verão houve aumento diário de 0,02 unidades no Kc, com variação geral de 0,79 na fase I para 1,20

na fase IV, em média de 23 dias entre um corte e outro. O incremento diário no Kc na estação do outono também foi de 0,02 unidades, com variação marginal de 0,84 a 1,21, em média de 23 dias entre um corte e outro. Isso significa que entre as fases I e II houve um acréscimo de 0,13 unidades no Kc, 0,14 unidades entre as fases II e III e

III e IV nas estações de verão e outono. No inverno/primavera, a variação marginal para o Kc foi de 0,62 a 1,06, com aumento diário de 0,006 unidades. No entanto, essa variação, que aparentemente é insignificante, é extremamente importante quando analisada por fases pois, entre a fase I e a II, houve uma variação de 0,12 unidades; da II para III, de 0,10 unidade; da III para IV, de 0,20 unidades.

Para a estação de verão e outono, os dados do Kc variaram linearmente de 0,79, na fase I, logo após o corte até 1,25 na fase IV, logo antes do corte, ou seja, quando o capim-mombaça estava com altura próxima de 90 cm. Como não houve corte no inverno, os dados foram agrupados em uma única figura, denominada de inverno/primavera, que também teve comportamento linear ascendente. O Kc variou de 0,62 na fase I, logo após o corte, a 1,06 na fase IV, logo antes do corte.

Sanches et al. (2017) obtiveram valores do Kc para o capim-mombaça de 0,94 nos 20 primeiros dias após o início do experimento e um Kc médio de 1,09, diferindo dos obtidos aqui neste trabalho. Porém, considerando que estes autores partiram com kc de 0,58, logo após a emergência do capim-mombaça e atingiu 1,4 aos 32 dias, estes valores se aproximam-se dos verificados neste trabalho.

Barbosa, Oliveira e Figueiredo (2015), trabalhando também com capim-tanzânia, gramínea da espécie do capim-mombaça, no norte de Minas Gerais,

obtiveram valores variando de 0,97 a 1,20, logo após o corte e 30 dias após este, respectivamente, estando bem próximo dos valores aqui obtidos.

De acordo com Mendonça (2008), em situação de longos períodos de pastejo, há redução na área foliar da forragem, alterando a atividade metabólica da planta. Consequentemente, ocorre diminuição do Kc após o pastejo e incremento deste logo após a recomposição do dossel, o que já era esperado também neste trabalho.

Rodrigues et al. (2011) também obtiveram valores aproximados a estes, no segundo ano de condução do capim-tanzânia, variando de 0,60 a 1,40, no segundo ano de condução do experimento, de acordo com as fases de crescimento. Outros autores recomendam um Kc único para as forrageiras de 0,80 (ALENCAR et al., 2009).

Analisando os valores de 0,62 a 1,06 para o Kc (TABELA 3), obtidos no período inverno/primavera, evidencia que a recomendação de 0,80 para todas pastagens seria 22,5% maior que o valor da fase I e 32,5% inferior ao da fase IV, para o capim-mombaça. Para o período de verão e outono, praticamente não haveria diferença logo após o corte (fase I), porém com uma diferença acentuada de 56% imediatamente antes do corte (fase IV). Essas diferenças influem na quantidade de água a ser aplicada e seriam menores nas fases iniciais do capim, ou seja, no início da rebrota e superiores por ocasião do corte.

**Tabela 3.** Altura do capim-mombaça de acordo com as fases de desenvolvimento fenológico em cada estação climática do ano e valores de Kc médios para cada fase

Fases Fenológicas	Altura (cm)	Kc		
		Verão	Outono	Inverno/Primavera
I	45 - 56	0,79	0,84	0,62
II	56 - 67	0,92	0,97	0,74
III	67 - 78	1,06	1,11	0,84
IV	78 - 90	1,20	1,25	1,06
Média		0,99	1,04	0,81

Diante disto pode se afirmar que o Kc médio de 0,80, recomendado por outros autores, não se aplica à região do semiárido mineiro.

## 6 CONCLUSÕES

Considerando-se o intervalo de cortes tendo como referência a altura da planta, os valores de Kc recomendados são: no verão 0,79 (de 45 – 56 cm); 0,92 (de 56 - 67 cm); 1,06 (de 67 – 78 cm); 1,2 (de 78 – 90 cm); no outono 0,84 (de 45 -56 cm); 0,97 (de 56 – 67 cm); 1,11 (de 67 – 78 cm); 1,25 (de 78 – 90 cm); no inverno/primavera 0,62 (de 45 – 56 cm); 0,74 (de 56 – 67 cm); 0,84 (de 67 – 78 cm) e 1,06 (de 78 – 90 cm) para o capim-mombaça.

Os valores da PMS do capim-mombaça são de 10705 kg ha<sup>-1</sup>, no inverno/primavera, 9954 kg ha<sup>-1</sup>, no verão e 8261 kg ha<sup>-1</sup>, no outono.

A ETc de 1711 mm no inverno/primavera é superior a do verão,

de 697 mm e do outono, de 396 mm, decorrente do longo IMC, tendo como consequência uma EUA menor que 6,26 kg ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup>, quando comparada com 20,88 e 14,28 kg ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup>, do outono e verão, respectivamente.

Existe estacionalidade de produção do capim-mombaça quando as temperaturas mínimas se aproximam dos 15°C.

## 7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes) e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG- ICA) pelo suporte financeiro. Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001.

## 8 REFERÊNCIAS

- ANTUNES FZ. Caracterização climática do estado de Minas Gerais: climatologia agrícola. Informe Agropecuária, Belo Horizonte, v.12, n.1, p.9-13, 1986.
- ALENCAR, C. A. B de.; CUNHA, F. F. da.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; ROCHA, W. S. D. da.; ARAÚJO, R. A. S. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.38, n. spe, p.98-108, 2009.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 308 P. (FAO Irrigation and Drainage, 56).
- BARBOSA, B. D. S.; OLIVEIRA, F. G.; FIGUEIREDO, F. P. Determinação do coeficiente de cultivo (Kc) do capim-tanzânia irrigado no Norte de Minas Gerais. **Irriga**, Botucatu, v.1, n. 2, p. 11-20, 2015.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

CANTARUTTI, R. B.; MARTINS, C. E.; CARVALHO, M. M.; FONSECA, D. M.; ARRUDA, M. L.; VILELA, H.; OLIVEIRA, F. T. T. Pastagens. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG/UFV, 1999. p.332-341.

CARNEVALLI, R. A. **Dinâmica de rebrotação de pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 149p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CASTAGNARA, D. D.; ZOZ, T.; KRUTZMANN, A.; UHLEIN, A.; MESQUITA, E. E.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R. de. Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1637-1648, 2011.

CUNHA, F. F. da.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C.; PEREIRA, O. G.; ABREU, F. V. S. Produtividade do capim tanzânia em diferentes níveis e frequências de irrigação. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 103-108, 2008.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Guidelines for predicting crop water requirements, Irrigation and Drainage Paper**. n. 24, FAO-ONU, Rome, Italy. 168 p.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - 5º DISTRITO DE METEOROLOGIA / MINAS GERAIS / BELO HORIZONTE SEÇÃO DE ANÁLISE E PREVISÃO DO TEMPO – SEPRE. Estação chuvosa em Minas Gerais. Nota técnica, n. 004, 2017.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2009. 355 p.

MENDONÇA, F. C. Curso teórico-prático de manejo e projetos de irrigação em pastagens. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. 63 p.

MOTA, V. J. G.; REIS, S. T. dos.; SALES, E. C. J. de.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; OLIVEIRA, F. G. de.; WALKER, S. F.; MARTINS, C. E.; COSER, A. C. Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante no período seco do ano no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.6, p.1191-1199, 2010.

RASSINI, J. B. Período de estacionalidade de produção de pastagens irrigadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 8, p. 821-825, 2004.

REICHARDT, K. **Processos de transferência do sistema solo-planta-atmosfera**. 4. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 445 p.

RIBEIRO, E. G.; FONTES, C. A. A.; PALIERAQUI, J. G. B.; MARTINS, C. E.; SILVA, R. C. da. Influência da irrigação, nas épocas seca e chuvosa, na produção e composição química dos capins napier e mombaça em sistema de lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.8, p.1432-1442, 2009.

RODRIGUES, B. H. N.; ANDRADE, A. C.; MAGALHÃES, J. A.; BASTOS, E. A.; SANTOS, F. J. S. **Evapotranspiração e coeficiente de cultura do Capim-Tanzânia**. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento nº 98 / Embrapa Meio Norte), Piauí. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 23 p.

SANCHES, A. C.; SOUZA, D. P. de.; JESUS, F. L. F.; MENDONÇA, F. C.; MAFFEI, R. G. Consumo de água de forrageiras tropicais no período de formação de pastagem. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Sobral, v. 11, n. 2, p. 1291-1301, 2017.

SILVA, R. G. O.; MONTEIRO, R. O. C.; CHAVES, S. W. P.; MIRANDA, N. N.; CÂNDIDO, M. J. D.; COELHO, R. D. Eficiência no uso da água e do nitrogênio na produção do capim tanzânia em sistema de pastejo rotacionado de ovinos. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v.18, n.1, p. 69-75, 2007.

VITOR, C. M. T.; FONSECA, D. M.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.3, p.435-442, 2009.