

**Coeficiente de cultura, produção de matéria seca e eficiência do uso da água em capim-tifton 85 no Semiárido Mineiro**

**Crop coefficient, dry matter production and water use efficiency in Tifton grass 85 in the semi-arid region of Minas Gerais**

**Coeficiente de cultivo, producción de materia seca y eficiencia en el uso del agua en pasto Tifton 85 en la región semiárida de Minas Gerais**

DOI: 10.54033/cadpedv21n6-246

Originals received: 05/24/2024

Acceptance for publication: 06/14/2024

---

**Abner José de Carvalho**

Doutor em Fitotecnia

Instituição: Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)

Endereço: Janaúba, Minas Gerais, Brasil

E-mail: abner.carvalho@unimontes.br

**Virgílio Jamir Gonçalves Mota**

Doutor em Produção Vegetal no Semiárido

Instituição: Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)

Endereço: Janaúba, Minas Gerais, Brasil

E-mail: virgilio.mota@unimontes.br

**Flávio Gonçalves de Oliveira**

Doutor em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Endereço: Montes Claros, Minas Gerais, Brasil

E-mail: flaviooliveira@ufmg.br

**Virgílio Mesquita Gomes**

Doutor em Zootecnia

Instituição: Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)

Endereço: Janaúba, Minas Gerais, Brasil

E-mail: virgilio.gomes@unimontes.br

**Flávio Pinto Monção**

Pós-Doutor Júnior do CNPq

Instituição: Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)

Endereço: Janaúba, Minas Gerais, Brasil

E-mail: moncaomoncao@yahoo.com.br

**Flávio Pimenta de Figueiredo**

Doutor em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Endereço: Montes Claros, Minas Gerais, Brasil

E-mail: figueiredofp@ica.ufmg.br

**Virgílio Jamir Gonçalves Mota Filho**

Mestre em Produção Vegetal no Semiárido

Instituição: Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)

Endereço: Janaúba, Minas Gerais, Brasil

E-mail: virgiliojamir@gmail.com

**Dayana Lúcia Mota Pinheiro Bernardino**

Mestre em Produção Vegetal no Semiárido

Instituição: Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)

Endereço: Janaúba, Minas Gerais, Brasil

E-mail: dayanaluci2008@hotmail.com

---

**RESUMO**

A oferta de pastagens formadas com gramíneas forrageiras tropicais tem sido a principal fonte de alimentos para o gado bovino no norte de Minas Gerais, no entanto a falta de chuvas ou sua má distribuição tem constituído um problema constante ao pecuarista. Desta forma, a irrigação dos pastos tem despertado grande interesse por parte de produtores, técnicos da comunidade científica e extensionistas. Diante disto objetivou-se com este trabalho determinar o coeficiente de cultura, a evapotranspiração da cultura, a eficiência do uso da água e a produção de matéria seca do capim-tifton-85 (*Cynodon spp*, cv Tifton-85). Foram avaliadas quatro fases de manejo (I, II, III e IV) caracterizadas por idades de corte com base na interceptação luminosa de 95%, seguindo delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, nas condições do semiárido mineiro. O capim foi manejado sob cortes em lisímetros de drenagem, os quais possibilitaram determinar o consumo de água pela planta, obtido pela diferença entre o volume aplicado e o drenado, ao longo de cada ciclo. Os cortes foram efetuados quando o capim atingia 25 cm de altura deixando um resíduo de 15 cm. Com isto, foi obtido a produção de matéria seca de 10.251, 3.165 e 10.096 kg.ha<sup>-1</sup>, e consumo de água de 625, 408 e 1.404 mm, no verão, outono e inverno/primavera, acarretando uma eficiência de uso da água de 16,40, 7,76 e 7,19 kg.ha<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>, respectivamente. O coeficiente de cultura do capim-tifton 85 variou de 0,74 a 1,16 nos períodos de verão e outono e de 0,72 a 1,06 no inverno/primavera. Existe uma estacionalidade de produção do capim-tifton 85 quando as temperaturas mínimas aproximam os 15°C.

**Palavras-chave:** *Cynodon spp*. Manejo Racional de Água. Pasto. Fases do Manejo.

## ABSTRACT

The supply of pastures formed with tropical forage grasses has been the main source of food for cattle in the north of Minas Gerais, however the lack of rainfall or poor distribution has been a constant problem for cattle ranchers. In this way, pasture irrigation has aroused great interest on the part of producers, technicians from the scientific community and extension agents. The objective of this work was to determine the culture coefficient, culture evapotranspiration, water use efficiency and dry matter production of tifton-85 grass (*Cynodon* spp, cv Tifton-85). Four management phases (I, II, III and IV) characterized by cutting ages based on 95% light interception were evaluated, following a completely randomized design, with five replications, under semiarid conditions of Minas Gerais State. The grass was managed under cuts in drainage lysimeters, which allowed to determine the water consumption by the plant, obtained by the difference between the volume applied and the drainage, during each cycle. The cuttings were done when the grass reached 25 cm of height leaving a residue of 15 cm. The dry matter production of 10.251, 3.165 and 10.096 kg.ha<sup>-1</sup>, water consumption of 625, 408 and 1,404 mm, was obtained in summer, autumn and winter/spring, resulting in a water use efficiency of 16,40, 7,76 and 7,19 kg.ha<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>, respectively. The tifton-85 grass growth rate ranged from 0,70 to 1,21 in the summer and fall periods and from 0,62 to 1,40 in winter / spring. There is a seasonality of production of Tifton-85 grass when the minimum temperatures approach 15°C.

**Keywords:** *Cynodon* spp. Rational Water Management. Pasture. Management Phases.

## RESUMEN

La oferta de pastos formados con pastos forrajeros tropicales ha sido la principal fuente de alimento para el ganado en el norte de Minas Gerais, sin embargo la falta de lluvias o su mala distribución ha constituido un problema constante para los ganaderos. De esta manera, el riego de pastos ha despertado gran interés por parte de productores, técnicos de la comunidad científica y extensionistas. Ante esto, el objetivo de este trabajo fue determinar el coeficiente de cultivo, la evapotranspiración del cultivo, la eficiencia en el uso del agua y la producción de materia seca del pasto Tifton-85 (*Cynodon* spp, cv Tifton-85). Se evaluaron cuatro fases de manejo (I, II, III y IV), caracterizadas por edades de corte basadas en una interceptación de luz del 95%, siguiendo un diseño completamente al azar, con cinco repeticiones, en condiciones semiáridas en Minas Gerais. El césped se manejó bajo cortes en lisímetros de drenaje, lo que permitió determinar el consumo de agua de la planta, obtenido por la diferencia entre el volumen aplicado y el volumen drenado, a lo largo de cada ciclo. Los cortes se realizaron cuando el pasto alcanzó los 25 cm de altura, dejando un residuo de 15 cm. Esto resultó en una producción de materia seca de 10.251, 3.165 y 10.096 kg.ha<sup>-1</sup>, y un consumo de agua de 625, 408 y 1,404 mm, en verano, otoño e invierno/primavera, resultando en una eficiencia en el uso del agua de 16,40, 7,76 y 7,19 kg. .ha<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>, respectivamente. El coeficiente de cosecha del pasto tifton 85 osciló entre 0,74 y 1,16 en los períodos de verano y otoño y entre 0,72 y 1,06 en invierno/primavera. Existe una estacionalidad en la producción de cape-pim-tifton 85 cuando las temperaturas mínimas se acercan a los 15°C.

**Palabras clave:** Cynodon spp. Manejo Racional del Agua. Pastos. Fases de Manejo.

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização da pastagem com gramíneas tropicais já é uma constante na região Norte de Minas Gerais. No entanto, a falta de chuvas e/ou sua má distribuição tem constituído um problema ao pecuarista, que luta constantemente para manter sua produção dentro de uma margem aceitável de lucro, muitas vezes, até com prejuízos. Esta acentuada instabilidade climática nesta região, com chuvas mal distribuídas, no que se refere ao tempo e espaço (INMET 2017), causando estacionalidade de produção, afeta de forma crítica a oferta de alimentos ao gado para produção de carne e leite. Diante disto, a produção de forragem fica restrita a um período de quatro meses do ano (RODRIGUES *et al.*, 2011).

O uso da irrigação nas condições de semiárido é uma técnica imprescindível para reduzir a deficiência na produção de forragem no período de déficit hídrico. Mas para que isto seja viável se faz necessário o conhecimento e determinações dos fatores para o manejo racional da aplicação de água para as culturas (MOTA *et al.*, 2010; PAULA *et al.*, 2020).

No Brasil, a irrigação de pastagens não tem sido feita de maneira adequada, podendo levar a aplicação excessiva de água, o que resulta em prejuízos ao ambiente, consumo desnecessário de energia e água, lixiviação de nutrientes e maior compactação do solo, repercutindo na diminuição da produção e da vida útil da pastagem (ALENCAR *et al.*, 2009). Quando se trata de culturas forrageiras irrigadas, há uma carência muito grande 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 o bom desenvolvimento das plantas, é essencial compensar toda a água perdida devido à evapotranspiração, seja por meio de precipitação natural ou irrigação. Isso é crucial para manter um nível de umidade adequado no solo,

permitindo que as raízes acessem a água necessária sem dificuldades. Portanto, a análise da evapotranspiração e a determinação dos coeficientes de cultura são de extrema importância para orientar o manejo eficiente dos sistemas de irrigação, especialmente em áreas onde as chuvas são insuficientes. Essas práticas contribuem significativamente para aumentar a produtividade agrícola e otimizar o uso responsável dos recursos hídricos e energéticos, os quais estão se tornando cada vez mais limitados.

Através da multiplicação da evapotranspiração de referência ( $E_{To}$ ) pelo coeficiente da cultura ( $K_c$ ) calcula-se a  $E_{Tc}$ . O  $K_c$  é um componente representativo da cultura, variando de acordo com o estágio de desenvolvimento fenológico da cultura e a  $E_{To}$  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  $K_c$  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.

Diante do exposto, objetivou-se determinar os coeficientes de culturas ( $K_c$ ) e a evapotranspiração da cultura ( $E_{Tc}$ ), produção de matéria seca (PMS) e eficiência do uso da água do capim-tifton-85 (*Cinodon spp*, cv Tifton-85) em seus vários estágios de desenvolvimento dentro de cada estação climática do ano na região semiárida mineira.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no período de dezembro de 2013 a janeiro de 2016 em área experimental do *Campus* 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 (CLIMA-DATE-ORG).

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. Estes 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.

Os resultados da análise do solo para determinação das suas características físicas e químicas se encontram na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da análise físico-química do solo utilizado nos lisímetros para determinação do coeficiente de cultura do capim-tifton-85. 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		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

Fonte: Elaborada pelos autores

Antes de efetuar a adubação e o plantio, procedeu-se à irrigação de cada parcela experimental (lisímetro), até que houvesse a saturação total do solo. Após este 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 plantio do capim-tifton-85, através de estacas, em sulcos de cinco centímetros de profundidade aproximadamente e espaçamento de 25 cm entre eles. A adubação de fundação e de plantio foram realizadas dentro destes sulcos. Após o pegamento das estacas, quando as plantas atingiam 12 a 15 cm de altura, aproximadamente, foi realizado um corte, para melhor estabelecimento e homogeneidade da cultura.

A adubação de plantio foi determinada de acordo com análise de solos (Tabela 1), e exigência da cultura, sendo  $110 \text{ kg.ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $30 \text{ kg.ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , correspondendo a  $20 \text{ g.lisímetro}^{-1}$  e  $5,4 \text{ g.lisímetro}^{-1}$ , respectivamente, dentro dos sulcos de plantio. Já a adubação de cobertura foi utilizada  $70 \text{ kg.ha}^{-1}$  de nitrogênio,  $50 \text{ kg.ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $100 \text{ kg.ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , correspondendo a  $12,50 \text{ g.lisímetro}^{-1}$ ,  $9,0 \text{ g.lisímetro}^{-1}$  e  $18 \text{ g.lisímetro}^{-1}$ , respectivamente, logo após a realização de cada corte do capim-tifton 85 (CANTARUTTI *et al.*,1999).

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 (ETc), o coeficiente de cultura (Kc), a eficiência do uso da água (EUA) e a produção de matéria seca (PMS), relacionando o intervalo médio de corte (IMC) com os estádios fisiológicos da forrageira, que denominou-se de fases.

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:

$$ITN = \frac{\Sigma ET - Pe - D}{Ea} \quad (1)$$

Em que:

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

$\Sigma ET$ : 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. A eficiência de aplicação da irrigação (Ea) foi o utilizado o valor máximo que é 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 3 a seguir:

$$\Delta h = (\theta_2 - \theta_1)Z \quad (2)$$

Em que:

$\theta_2$ : umidade média do solo no dia da irrigação ( $m^3 m^{-3}$ );

$\theta_1$ : umidade média do solo no dia da irrigação anterior ( $m^3 m^{-3}$ );

Z: profundidade adotada no balanço (m).

A evapotranspiração da cultura (ETc) corresponde ao consumo de água pela planta obtido pela diferença entre o volume de água aplicado e o drenado, ao longo do ciclo. Esta evapotranspiração foi determinada a partir do balanço hídrico, fundamentado na lei de conservação das massas apresentada por Reichardt (1985), através da equação 4 simplificada:

$$P + I - D - ETc = \Delta h \quad (3)$$

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 5 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>)= déficit 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.

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-

andropógon, em dias após cada corte dentro das quatro estações climáticas do ano, por meio da equação 6 apresentada por Doorenbos e Pruitt (1975):

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

O corte do capim-tifton 85 foi efetuado quando este atingia uma altura de 25 cm, baseando-se na interceptação luminosa de 95% e foi rebaixado a 15 cm do solo (resíduo), conforme adaptação por Pedreira (2010).

Para um melhor entendimento, o capim-tifton foi dividido em quatro fases de desenvolvimento. A fase I refere-se à altura pós-corte de 15 a 17 cm, que é o período de rebrotação, a II de 17 a 19 cm, que é a fase de perfilhamento, a III de 19 a 22 cm, período de expansão foliar e alongamento dos colmos e a fase IV de 22 a 25 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 dos 25 cm de altura. Quando este estava com 20 cm de altura, por exemplo, as medições eram realizadas a cada dois dias de intervalo, para que não fossem ultrapassados os 25 cm (fase IV). Atingido os 25 cm de altura, procedia-se o corte, rebaixando até 15 cm do solo (fase I). As fases intermediárias, II e III, foram calculadas por meio de interpolações matemáticas.

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 esta secagem parcial (55°C), o material foi 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 duas gramas (PMSP) e levou a 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/ha), utilizou-se a equação 7 apresentada a seguir:

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

Os valores da eficiência do uso da água foram obtidos por meio da equação 8 apresentada a seguir:

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

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>.

ETc= Evapotranspiração da cultura, ou consumo de água pela cultura acumulado, dentro de cada estação, expresso em milímetros (mm).

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, 5.3 (FERREIRA, 2014).

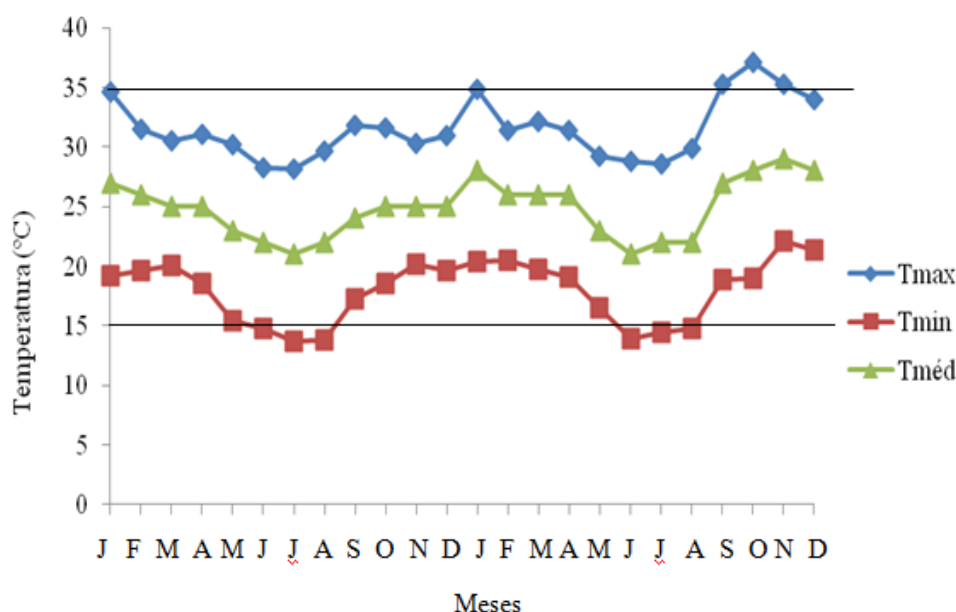
Os modelos foram selecionados com base nos polinômios ortogonais (significância dos parâmetros pelo teste de T), tendência dos dados e maior coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>). A produção de matéria seca (PMS), eficiência

do uso da água (EUA) e a evapotranspiração da cultura (ETc) foram submetidos a análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante todo o período experimental foi possível observar as temperaturas médias das máximas e médias das mínimas (Figura 1), mostrando valores abaixo da linha dos 15°C, a qual é a temperatura base-inferior de algumas gramíneas forrageiras tropicais (RASSINI, 2004). Também pode se observar que as médias das máximas mais elevadas variam de setembro a janeiro de 2014 e de 2015, aproximando da temperatura base superior que é de 35°C para estas mesmas gramíneas.

Figura 1 – Temperaturas máximas e mínimas observadas durante o período experimental e linha limitante da temperatura-base inferior



Fonte: Elaborada pelos autores

Verifica-se na Tabela 2 que, durante os períodos de verão e outono, quando as médias das mínimas estiveram acima dos 15°C, houve intervalos de cortes (IMC) mais curtos. Já o número de cortes no verão (quatro) foi maior do que no outono (dois) e inverno/primavera (dois). A produção de matéria seca (PMS) no verão e inverno/primavera foi maior, quando comparada com a estação de outono. Apesar desta PMS do inverno/primavera ser igual à do verão, houve um longo período para que houvesse a produtividade de 10.096 kg ha<sup>-1</sup>, ou seja, 210 dias (dois IMC de 105 dias).

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 do capim-tifton 85, durante as estações climáticas do ano.

Estação do ano	IMC (dias)	Cortes (nº)	PMS (kg.ha <sup>-1</sup> )	ETc (mm)	EUA (kgha <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> )
Verão	23	4	10.251 a	625 b	16,40 a
Outono	33	2	3.165 b	408 c	7,76 b
Inv./Prim.	105	2	10.096 a	1.404 a	7,19 b
		8	23.512	2.437	

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

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os valores da PMS observada na Tabela 2, em todos os períodos estudados, são superiores aos encontrados por Oliveira *et al.* (2014) em Rio Paranaíba/MG, quando obtiveram uma PMS de 1.861,3 kg.ha<sup>-1</sup>. Entretanto estão bem próximos aos encontrados por Ribeiro e Pereira (2011), quando encontraram produtividade de 5.751 a 20.466 kg.ha<sup>-1</sup>, com variação da aplicação de doses de nitrogênio e intervalos de cortes de 28 dias. A maior PMS observada neste estudo, no verão, está de acordo com trabalho de Cunha *et al.* (2008), quando concluíram que a produtividade da matéria seca é maior em virtude dos maiores valores das unidades fototérmicas.

Alguns trabalhos de irrigação em capim-tifton-85 tem proporcionado bons resultados. Um exemplo foi a aplicação de dejetos líquidos suínos realizado por Drumond *et al.* (2006), no município de Uberaba/MG, quando obteve uma PMS de 5.928 kg.ha<sup>-1</sup> a cada ciclo de 28 dias, correspondendo a aproximadamente 212 kg.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, superior aos encontrados neste trabalho, que foram de 111,5 kg.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, 50 kg.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> e 48 kg.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, no verão, outono e inverno/primavera, respectivamente. Isto pode ser explicado pela adição de 200 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> de dejetos líquidos de suínos.

O número de cortes de quatro e dois, nos períodos de verão e inverno/primavera, não influenciaram na produtividade de 10.251 kg.ha<sup>-1</sup> e 10.096 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, porém o intervalo médio entre os cortes foi muito superior no período inverno/primavera (105 dias), caracterizando a grande estacionalidade de produção, influenciada pelas temperaturas mínimas, nos meses de maio a setembro. Conforme Mota *et al.* (2020), nesse período as temperaturas mínimas estão próximas às de base inferior para as gramíneas tropicais.

Rassini (2004) trabalhando com seis gramíneas forrageiras em São Carlos/SP, concluiu que a estacionalidade de produção era de 65 a 70 dias nos meses mais frios do ano. Esta estacionalidade de produção também foi verificada por Mota *et al.* (2010). Em seu trabalho com Capim-Pioneiro (*Pennisetum purpureum*, Schum), no Norte de Minas Gerais, os autores concluíram que a irrigação associada a adubação nitrogenada diminui a estacionalidade de produção, porém não a elimina totalmente.

A melhor eficiência de uso da água (EUA) do capim-tifton-85 foi observado no verão, já no outono e inverno/primavera os valores foram semelhantes. Os valores da EUA de  $7,76 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$  no outono e de  $7,19 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$ , no inverno/primavera, iguais estatisticamente, se deve a grande produção de matéria seca na estação mais fria (inverno/primavera), em decorrência de um intervalo médio de corte (IMC) de 105 dias (Tabela 2).

Os dados observados na pesquisa mostram claramente, que no período de verão, quando as temperaturas mínimas estão acima dos  $15^{\circ}\text{C}$  a EUA foi superior, no caso  $16,40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$ . A EUA no outono foi influenciada negativamente pela baixa PMS ocasionada por apenas dois cortes em 66 dias (IMC de 33 dias,) neste período. Isto pode ter ocorrido, talvez em consequência da proximidade o período do inverno, já que os cortes foram feitos no dia 15/04/15 e 21/05/2015.

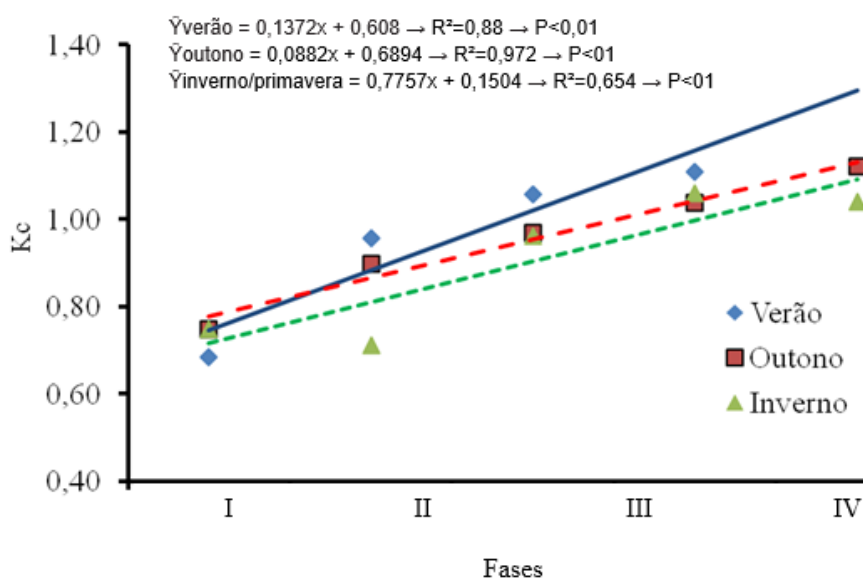
A EUA de  $16,40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$  no verão é maior do que os  $10,30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$  encontrado por Silva *et al.* (2007) trabalhando com Capim-Tanzânia em um período de descanso de 25 dias em Pentecoste/CE, porém menor que os encontrados por Cavalcante (2010), também trabalhando com Capim-Tanzânia, que foi de 19,00 kg de matéria seca para cada milímetro de água aplicada. Isto pode ter ocorrido por se tratar de outra espécie de capim e em condições edafoclimáticas distintas.

A ETc de 1.404 mm observada no período de inverno/primavera foi superior aos 625 mm no verão e 408 mm no outono em decorrência dos intervalos de cortes (Tabela 2). No inverno/primavera houve um longo espaço de tempo sem produção (durante todo o inverno), no entanto para manter as funções vitais da planta foi mantido o consumo de água, sem, contudo, haver produção. Esta produção foi acontecer nas primaveras de 2014 e 2015, acarretando o alto consumo de água (ETc) de 1.404 mm para uma PMS de  $10.096 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Esta característica de baixa produtividade nos períodos, onde a temperatura mínima fica próximo dos  $15^{\circ}\text{C}$  são verificadas nas gramíneas tropicais, as quais possuem estacionalidade de produção nos períodos mais frios do ano (RASSINI, 2004; VITOR *et al.*, 2009; MOTA *et al.*, 2020), também verificada neste trabalho com capim-tifton-85, porém com menor intensidade, por

ser uma gramínea subtropical. Os valores médios da ETc encontrados neste trabalho, de 6,40 mm.dia<sup>-1</sup>, são superiores aos encontrados por Santana *et al.* (2016) em Uberaba/MG, que foi de 3,62 mm.dia<sup>-1</sup> e de Sanches *et al.* (2017) em Piracicaba/SP, que foi de 4,31 mm.dia<sup>-1</sup>.

O coeficiente de cultura (Kc) do capim-tifton-85 teve significância em todas as estações climáticas do ano (P<0,001). A Figura 2, apresenta o comportamento das curvas do Kc ajustadas por equações de regressão em função das fases de desenvolvimento do capim-tifton 85 após cada corte nas estações de verão, outono e inverno/primavera.

Figura 2. Comportamento do Kc do capim-tifton nas diferentes fases de desenvolvimento fonológico dentro de cada estação climática do ano. Fase I (15 – 17 cm), fase II (17 – 19 cm), fase III (19 – 22 cm) e fase IV (22 – 25 cm).



Fonte: Elaborada pelos autores.

Em todas as estações do ano, o comportamento foi linear ascendente, contudo, no verão houve aumento diário de 0,02 unidades no Kc com variação geral de 0,74 na fase I para 1,16 na fase IV. O incremento diário no Kc na estação do outono foi de 0,01 unidades com variação marginal de 0,78a 1,13. Isto significa, que no verão, entre as fases I e II, II e III e III e IV houve acréscimos de 0,14 unidades no Kc e no outono esta variação foi de 0,12 entre cada fase. No inverno/primavera a variação marginal para o Kc foi de 0,72 a 1,06 com aumento diário 0,003 unidades, no entanto esta variação que aparentemente é

insignificativa, é extremamente importante quando analisada por fases, pois entre a fase I e II e II e III houve uma variação de 0,11 unidades e entre a III e a IV de 0,12 unidades do Kc para o capim-tifton 85.

Para o período de verão e outono os dados do Kc variaram linearmente de 0,74, na fase I, logo após o corte até 1,16 na fase IV, na semana antecedente ao corte. Como não houve corte no inverno, os dados foram agrupados em uma única figura, denominado de inverno/primavera, o qual também teve comportamento linear ascendente. O Kc variou de 0,72 na fase I, logo após o corte a 1,06 na fase IV, logo antes do corte.

O Kc médio de 0,89 encontrado por Sanches *et al.* (2017), em Piracicaba/SP, está de acordo com os encontrados neste trabalho para o período de inverno/primavera. Já Santana *et al.* (2016), também trabalhando com capim-tifton 85, em Uberaba/MG, encontraram Kc médio de 1,06, aproximando sobremaneira os valores encontrados neste trabalho. Estes mesmos autores observaram que a gramínea estudada tinha Kc menor em sua fase inicial e maior nas fases finais, como também foi constatado neste trabalho. Segundo Mendonça (2008), em situação de pastagens com lotação rotacionada, o que se observa é que, ao longo do período de pastejo, há redução na área foliar e, com isso, a atividade metabólica da planta é alterada, refletindo-se em redução no Kc logo após o pastejo e aumento do mesmo ao longo do período de descanso.

Bueno *et al.* (2009) trabalhando com Capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em lisímetro com grama no município de Uberlândia – MG, durante o outono, encontraram valores médios do Kc de 0,75 e 0,83, no verão e outono, respectivamente. Diferindo dos valores encontrados neste trabalho, talvez por influência do clima ou da espécie forrageira. Barbosa *et al.* (2015), também trabalhando com Capim-Tanzânia, no Norte de Minas Gerais encontraram valores variando 0,97 a 1,20, no início da rebrotação e 30 dias após o corte, respectivamente, estando, portanto, bem próximo dos valores aqui encontrados para a época de corte.

Analisando os valores de 0,72 a 1,06 para o Kc, encontrado no período inverno/primavera (Tabela 3), evidencia que a recomendação de 0,80 para todas as pastagens, seria 10% maior do que o valor da fase I e 32,5% inferior do que

a fase IV para o capim-tifton 85. Para as estações de verão e outono esta diferença seria de 7,5% logo após o corte (fase I) e 45% imediatamente antes do corte (fase IV).

Tabela 3. Altura do capim-tifton 85 de acordo com as fases de desenvolvimento fenológico em cada estação climática do ano e valores de Kc médios para cada fase

Fases	Altura (cm)	Kc		
		Verão	Outono	Inv./Prim.
I	15 - 17	0,74	0,78	0,72
II	17 - 19	0,88	0,89	0,83
III	19 - 22	1,02	1,01	0,94
IV	22 - 25	1,16	1,13	1,06
Média		0,95	0,95	0,89

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

Fonte: Elaborada pelos autores.

Estas diferenças influirão na quantidade de água a ser aplicada, pois estas seriam menores nas fases iniciais do capim, ou seja, no início da rebrota e superiores por ocasião do corte. Diante disto pode se afirmar que o Kc médio de 0,80 recomendado por outros autores, não se aplica na região do semiárido mineiro.

## 5 CONCLUSÃO

Os valores da PMS do capim-tifton 85 são de 10.251 kg.ha<sup>-1</sup>, no verão, 10.096 kg ha<sup>-1</sup>, no inverno/primavera e 3.165 kg ha<sup>-1</sup>, no outono.

A ETc acumulada no inverno/primavera, de 1404 mm é superior à do verão e do outono, de 625 e 408 mm, respectivamente, em decorrência do grande IMC.

A melhor EUA é verificada no verão com 16,4 kg.ha<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>.

Considerando-se o intervalo de cortes tendo como referência à altura da planta, os valores de Kc recomendados são: no verão 0,74 (de 15 -17 cm); 0,88 (de 17 - 19 cm); 1,02 (de 19 - 22 cm); 1,16 (de 22 - 25 cm); no outono 0,78 (de 15 - 17 cm); 0,89 (de 17 - 19 cm); 1,01 (de 19 - 22 cm); 1,13 (de 22 - 25 cm); no inverno/primavera 0,72 (de 15 - 17 cm); 0,83 (de 17 - 19 cm); 0,94 (de 19 - 22 cm) e 1,06 (de 22 - 25 cm) para o capim-tifton 85.

Existe uma estacionalidade de produção do capim-tifton 85 quando as temperaturas mínimas aproximam dos 15°C.

Há uma estacionalidade de produção na estação inverno/primavera.

Conhecer e ter em mãos os parâmetros ideais para o manejo racional da aplicação de água para as culturas, contribuem significativamente para aumentar a produtividade agrícola e otimizar o uso responsável dos recursos hídricos e energéticos.

A realização de mais pesquisas sobre os parâmetros ideais para o manejo adequado da irrigação é de extrema relevância.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem o apoio financeiro concedido pela CAPES, FAPEMIG, CNPq e aos demais envolvidos na realização do experimento, bem como à Universidade Estadual de Montes Claros.

## REFERÊNCIAS

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**, v.38, 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, Edição Especial, IRRIGA & INOVAGRI, p. 11-20, 2015.

BUENO, M. R.; TEODORO, R. E. F.; ALVARENGA, C. B. de.; GONÇALVES, M. V. Determinação do coeficiente de cultura para o capim Tanzânia. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 5, p.29-35, 2009.

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.

CAVALCANTE, A.C.R. **Produção de leite de cabra em pastagem de Capim Tanzânia: avaliação de alternativas de manejo para produção sustentável em pasto cultivado**. 2010. 166 p. Tese (Doutorado em Ciências, área de concentração: Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2010

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**, v. 30, n. 1, p. 103-108, 2008.

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

DRUMOND, L. C. D.; ZANINI, J. R.; AGUIAR, A. P. A.; RODRIGUES, G. P.; FERNANDES, A. L. T. Produção de matéria seca em pastagem de tifton 85 irrigada, com diferentes doses de dejetos líquidos de suíno. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.2, p.426-433, 2006.

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 de Zootecnia**, v.39, p.1191-1199, 2010.

MOTA, V. J. G.; CARVALHO, A. J.; OLIVEIRA, F. G.; GOMES, V. M.; MONÇÃO, F. P.; MOTA FILHO, V. J. G. Determinação do coeficiente de cultura do Capim-Mombaça manejado em diferentes estações do ano no semiárido mineiro. **Irriga**, Botucatu, v. 25, n. 1, p. 170-183, 2020.

OLIVEIRA, V. M. R. de.; DRUMOND, L. C. D.; SILVA, L. O. D.; GENTIL, F. H. Produção de tifton-85 irrigado submetido a doses de adubação nitrogenada no primeiro ano de implantação. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 10, n. 19, p. 1563, 2014.

PAULA, T. A.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C. Utilização de pastagens em regiões semiáridas: aspectos agronômicos e valor nutricional – Artigo de Revisão. **Arquivos do Mudi**, v. 24, n. 2, p. 140-162, 2020.

RASSINI, J. B. Período de estacionalidade de produção de pastagens irrigadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 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, K. G.; PEREIRA, O. G. Produtividade de matéria seca e composição mineral do capim-tifton 85 sob diferentes doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n. 4, p. 811-816, 2011.

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. Repositório de informação tecnológico da Embrapa, Piauí. Teresina: **Embrapa Meio-Norte**, 2011. 23 p. (Embrapa Meio-Norte).

SANCHES, A. C.; SOUZA, D. P. de; JESUS, F. L. de FERREIRA; MENDONÇA, F. C.; MAFFEI, R, G. Consumo de água de forrageiras tropicais no período de formação de pastagem. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.11, nº.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**, v.18, único, 2007.

VITOR, C. M. T.; FONSECA, D. M. da.; 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**, v.38, n.3, p.435-442, 2009.