

Desempenho agrônômico de *Megathyrsus  
maximus* cultivares Massai e Tamani  
sob diferentes regimes hídricos em  
duas estações (seca e chuvosa)



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Caprinos e Ovinos  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
04**

**Desempenho agronômico de *Megathyrus  
maximus* cultivares Massai e Tamani  
sob diferentes regimes hídricos em  
duas estações (seca e chuvosa)**

*Roberto Cláudio Franco Fernandes Pompeu  
Samuel Rocha Maranhão  
Henrique Antunes de Souza  
Magno José Duarte Cândido  
Ana Clara Rodrigues Cavalcante  
Fernando Lisboa Guedes  
Marcos Cláudio Pinheiro Rogério  
Ricardo Alves de Araújo  
Renato Gomes Fontinele  
João Avelar Magalhães*

**Embrapa Caprinos e Ovinos  
Sobral, CE  
2018**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Caprinos e Ovinos**  
Fazenda Três Lagoas, Estrada Sobral/  
Groaíras, Km 4 Caixa Postal: 71  
CEP: 62010-970 - Sobral, CE  
Fone: (88) 3112-7400  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Caprinos e Ovinos

Presidente  
*Vinicius Pereira Guimarães*

Secretário-Executivo  
*Alexandre César Silva Marinho*

Membros  
*Alexandre Weick Uchoa Monteiro, Carlos  
José Mendes Vasconcelos, Cícero Cartaxo  
de Lucena, Fábio Mendonça Diniz, Manoel  
Everardo Pereira Mendes, Maira Vergne Dias,  
Zenildo Ferreira Holanda Filho, Tânia Maria  
Chaves Campêlo*

Supervisão editorial  
*Alexandre César Silva Marinho*

Revisão de texto  
*Carlos José Mendes Vasconcelos*

Normalização bibliográfica  
*Tânia Maria Chaves Campêlo*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Francisco Felipe Nascimento Mendes*

Foto da capa  
*Juniel Lehy Costa Fernandes*

**1ª edição**  
On-line (2018)

#### **Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)** Embrapa Caprinos e Ovinos

---

Desempenho agrônomico de *Megathyrus maximus* cultivares Massai e Tamani sob diferentes regimes hídricos em duas estações (seca e chuvosa) [recurso eletrônico] / Roberto Cláudio Franco Fernandes Pompeu... et al. – Sobral : Embrapa Caprinos e Ovinos, 2018.  
32 p. : il. ; 21 cm x 15 cm. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Caprinos e Ovinos, ISSN 0101-6008; 4).

Modo de acesso: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/item/11>>.

1. Gramínea forrageira. 2. Capim forrageiro. 3. Forrageira tropical. 4. Lâminas de irrigação. 5. Morfofisiologia vegetal. 6. Fluxo de biomassa. I. Maranhão, Samuel Rocha. II. Souza, Henrique Antunes de. III. Cândido, Magno José Duarte. IV. Cavalcante, Ana Clara Rodrigues. V. Guedes, Fernando Lisboa. VI. Rogério, Marcos Cláudio Pinheiro. VII. Araújo, Ricardo Alves de. VII. Araújo, Ricardo Alves de. VIII. Fontinele, Renato Gomes. IX. Magalhães, João Avelar. X. Título. XI. Série.

CDD 633.2 (21. ed.)

## Sumário

---

Resumo .....	05
Abstract .....	07
Introdução.....	08
Material e métodos .....	08
Ensaio I - Avaliação das trocas gasosas .....	12
Ensaio II – Avaliação do fluxo de biomassa .....	13
Ensaio III - Avaliação das características estruturais.....	14
Resultados e discussão.....	15
Trocas gasosas no período seco .....	15
Fluxo de biomassa no período seco .....	17
Características estruturais no período seco .....	21
Trocas gasosas no período chuvoso .....	23
Fluxo de biomassa no período chuvoso .....	23
Características estruturais no período chuvoso.....	27
Conclusões.....	32
Referências .....	32

## Desempenho agrônômico de *Megathyrus maximus* cultivares Massai e Tamani sob diferentes regimes hídricos em duas estações (seca e chuvosa)

Roberto Cláudio Franco Fernandes Pompeu<sup>1</sup>

Samuel Rocha Maranhão<sup>2</sup>

Henrique Antunes de Souza<sup>3</sup>

Magno José Duarte Cândido<sup>4</sup>

Ana Clara Rodrigues Cavalcante<sup>5</sup>

Fernando Lisboa Guedes<sup>6</sup>

Marcos Cláudio Pinheiro Rogério<sup>7</sup>

Ricardo Alves de Araújo<sup>8</sup>

Renato Gomes Fontinele<sup>9</sup>

João Avelar Magalhães<sup>10</sup>

**Resumo** – Há pouco tempo, o Semiárido Brasileiro foi assolado pela pior seca dos últimos 50 anos. Preconiza-se que esses episódios ressurgirão mais frequentes, deixando a garantia de oferta de forragem ainda mais crítica. Uma saída seria o uso de forrageiras adaptadas e regimes racionais de irrigação. Diante disso, objetivou-se avaliar as características morfofisiológicas dos caprins massai e tamani em diferentes suprimentos hídricos (30; 60; 90 e 120% da evapotranspiração de referência) nos períodos seco e chuvoso, em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, com três repetições. O experimento foi conduzido na Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará (3° 45' 00.77" S e 40° 20' 38.55" O), em vasos sob

---

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral - CE

<sup>2</sup> Zootecnista, mestre em Zootecnia, bolsista da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral - CE

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina - PI

<sup>4</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, professor da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE

<sup>5</sup> Zootecnista, doutora em Ciências, pesquisadora da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral - CE

<sup>6</sup> Biólogo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral - CE

<sup>7</sup> Médico-veterinário, doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral - CE

<sup>8</sup> Zootecnista, mestre em Ciência Animal, bolsista da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral - CE

<sup>9</sup> Zootecnista, mestre em Zootecnia, bolsista da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral - CE

<sup>10</sup> Médico-veterinário, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina - PI

condições de campo. No período seco, verificou-se maior número de folhas vivas do capim-massai, ao passo que, no período das águas, verificou-se maior alongamento das hastes do capim-tamani no regime de 90% da evapotranspiração de referência. Conclui-se que no período seco a aplicação da lâmina de 30% da ETo possibilita a manutenção das gramíneas sem prejuízo à sua recuperação no período das águas; e a manutenção do regime de 90% da ETo no período seco apresenta-se como o mais adequado para o manejo do capim-tamani e sua resposta no período das águas

**Palavras-chave:** lâminas de irrigação, morfofisiologia, semiárido

## Agronomic performance of *Megathyrsus maximus* Massai and Tamani cultivars under different water supplies in two seasons (dry and rainy)

**Abstract** – Not long ago, the Brazilian semi-arid region was plagued by the worst drought of the last 50 years. It is recommended that these episodes reappear more frequent, which leaves the guarantee of fodder supply even more critical. An alternative would be the use of adapted forage species and rational irrigation regimes in properties with water availability. The objective of this study was to evaluate the gas exchange, the biomass flow and the structural characteristics of the massai and tamani grasses in different water supplies (30, 60, 90 and 120% of reference evapotranspiration) in dry and rainy periods, in a completely randomized design in a factorial scheme with three replications. The experiment was conducted at Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará (3°45' 00.77" S e 40°20' 38.55" O). In the dry period, there was a slight decrease in the number of live leaves of the Tamani grass at the highest water regimes, whereas, in the period of the waters, it presented a greater rate of elongation of the stems, especially in the regime of 90% of the reference evapotranspiration. In general, grasses maintained productivity up to the highest irrigation regimes, not being limited its development in the water period to those that came from the treatment of 30% of the reference evapotranspiration in the dry season.

**Index terms:** irrigation supply, morphophysiology, semiarid

## Introdução

---

A região que compreende o Semiárido Brasileiro dispõe de condições naturais favoráveis à produção de forragem. No entanto, alguns aspectos climáticos e logísticos levam a essa baixa produtividade, como a precipitação irregular e a falta de informação sobre as espécies mais adaptadas. Nos últimos tempos, a região foi assolada pela pior seca dos últimos 50 anos, gerando enormes prejuízos principalmente para a agricultura de sequeiro e para as atividades pastoris. Diante do quadro de mudanças climáticas, preconiza-se que os períodos de seca se tornarão maiores e mais frequentes, o que deixa a garantia de oferta de forragem para os rebanhos em uma situação crítica.

Uma saída para essa problemática seria o uso de espécies forrageiras adequadas a cada região, tipos de solo e regimes de exploração e o uso racional da água de irrigação em propriedades com disponibilidade desse recurso. Por meio do estudo da morfofisiologia, é possível entender a fisiologia e a dinâmica do aparecimento, alongamento e da senescência dos tecidos que influenciam na estrutura e composição da biomassa de forragem disponível ao animal em pastejo. Ademais, as forrageiras tropicais são bastante produtivas, principalmente se implantadas em solos com boas características físico-químicas, permitindo explorar ao máximo seu potencial produtivo. Gramíneas como as do gênero *Megathyrsus*, que são bastante exploradas em outras regiões com período de estiagem, no Nordeste são pouco utilizadas, principalmente em regime de sequeiro, o que pode ser relacionado ao pouco conhecimento da adaptabilidade dessas forrageiras ao Semiárido, sobretudo sobre a perspectiva de irrigação.

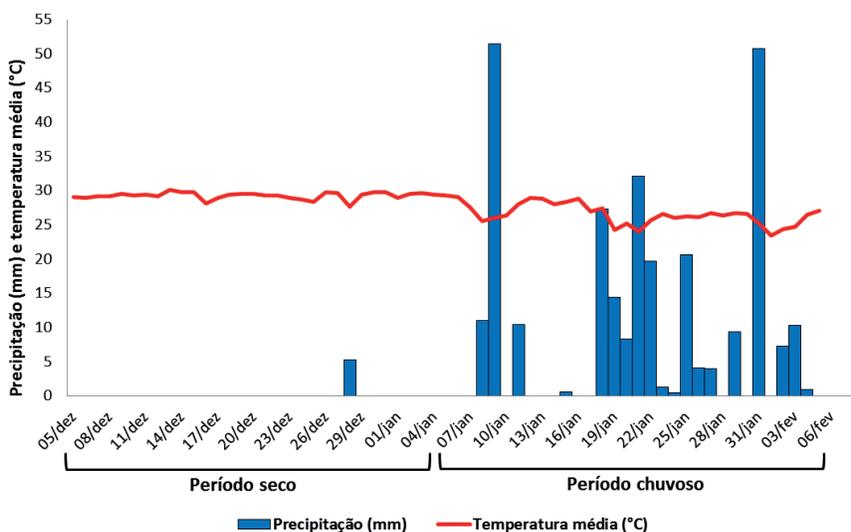
Por essa razão, objetivou-se através de estudo, avaliar a morfofisiologia dos capins Massai e Tamani submetidos a diferentes suprimentos hídricos e cultivados em duas estações distintas de crescimento.

## Material e métodos

---

O experimento foi conduzido no período de dezembro de 2015 a fevereiro de 2016 na Fazenda Três Lagoas pertencente à Embrapa Caprinos e Ovinos, localizada em Sobral – CE, sob coordenadas geográficas de 3°45'00.77" latitude sul, longitude a oeste de Greenwich de 40°20'38.55" e altitude aproxi-

mada de 101 metros em relação ao nível do mar. Segundo classificação de Köppen - Geiger, o clima da região é do tipo Bshw, semiárido quente, com chuvas compreendidas no período verão-outono. Os dados de precipitação e temperatura média observada durante o período experimental encontram-se na Figura 1.



**Figura 1.** Médias semanais de temperatura média e precipitação registradas durante o período experimental.

Fonte: INMET (2016).

Os tratamentos consistiram na aplicação de quatro lâminas de irrigação: 30%; 60%; 90% e 120% da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) (Medeiros et al., 2013), nos períodos seco e chuvoso, em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4 (duas gramíneas x quatro lâminas de irrigação), com três repetições.

O ensaio foi realizado em vasos com capacidade para 7,5 dm<sup>3</sup> de solo em condições de campo. Foi utilizada a camada de 0 m-0,2 m de um solo do tipo Luvissoilo Crômico Órtico (Santos et al., 2013), como substrato. As análises química e granulométrica da camada 0 m-0,2 m do solo Luvissoilo encontram-se na Tabela 1.

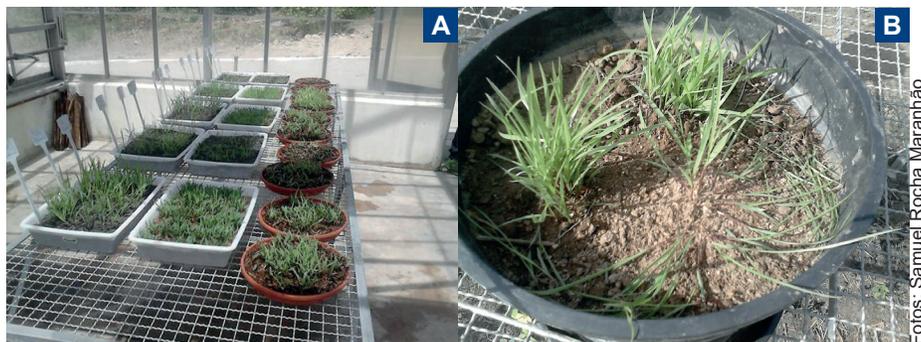
**Tabela 1.** Atributos químicos e granulométricos da camada de 0 m-0,2 m do solo Luvissole

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H + Al	Al	SB	CTC
H <sub>2</sub> O	g dm <sup>-3</sup>	---mg dm <sup>-3</sup> ---		-----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					
6,2	18	32	183	40	15	25	0	55,7	84,9
V	S	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
%	-----mg dm <sup>-3</sup> -----								
71	4	6	0,21	0,5	8	11,8	0,85		
Argila	Silte	Areia total	Areia grossa	Areia fina					
-----g kg <sup>-1</sup> -----									
189	181	630	320	310					

Nota: pH – potencial hidrogeniônico; M.O. – matéria orgânica; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; H + Al – acidez potencial; Al – alumínio; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca de cátions; V – saturação por bases; S – enxofre; Na – sódio; B – boro; Cu – cobre; Fe – ferro; Mn – manganês; Zn – zinco.

De posse dos resultados da análise de solo, procederam-se as correções para fósforo (15 mg dm<sup>-3</sup>) e micronutrientes (25 mg dm<sup>-3</sup>) acordo com o Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (Cantarutti et al., 1999).

As mudas de capim Massai e Tamani foram produzidas em casa de vegetação (Figura 2) e transplantadas (Figura 3) para os vasos 10 dias após a germinação, como medida preventiva ao ataque de pássaros, permanecendo, portanto, sob condições de campo. A primeira aplicação de adubo nitrogenado (22,5 mg dm<sup>-3</sup> de nitrogênio) foi realizada sete dias após o transplântio via água de irrigação e a segunda dez dias após a primeira, perfazendo uma dose total equivalente a 45 mg dm<sup>-3</sup> de nitrogênio.



Fotos: Samuel Rocha Maranhão

**Figura 2.** Produção das mudas das gramíneas em casa de vegetação (a) e detalhe para o ataque de pássaros (b).



Fotos: Samuel Rocha Maranhão

**Figura 3.** Transplântio das mudas dos capins Massai e Tamani.

Na fase inicial de crescimento das gramíneas, foi utilizada uma lâmina de irrigação correspondente a 100% da evapotranspiração de referência ( $E_{To}$ ) (Medeiros et al., 2013). O cálculo da lâmina de irrigação utilizada no período é produto da equação (1):

$$(1) \quad \text{Lâmina de irrigação} = E_{To} (K_p * ET) * \text{área do vaso}$$

Em que,

$E_{To}$ : Evapotranspiração de referência;

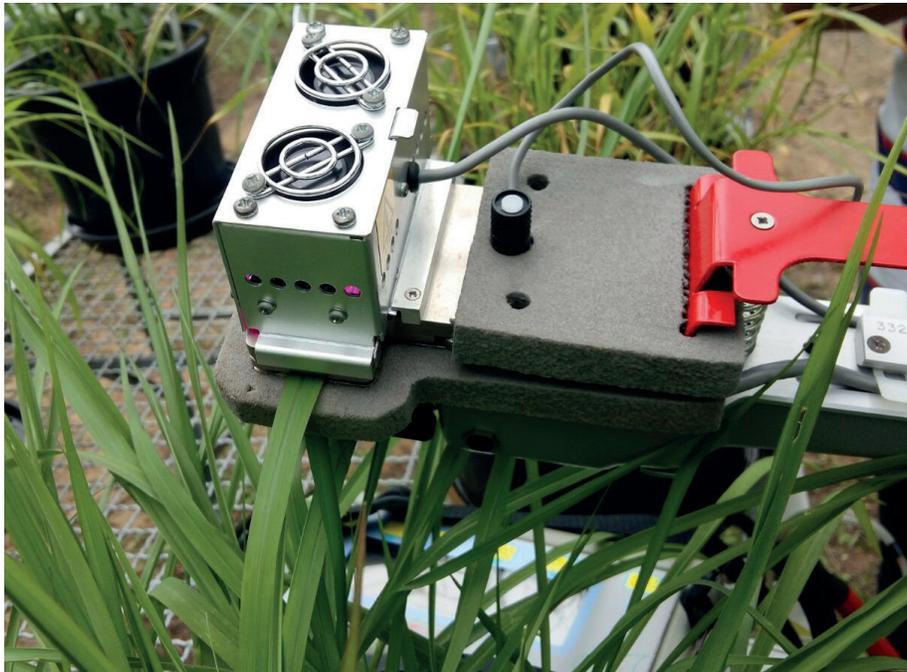
$K_p$ : Coeficiente do tanque Classe 'A', adimensional, e;

ET: Evaporação do tanque, mm dia<sup>-1</sup>.

Após 26 dias de crescimento, foi realizado o corte das gramíneas dando início aos tratamentos com quatro lâminas de irrigação: 30%; 60%; 90% e 120% da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>).

## Ensaio I - Avaliação das trocas gasosas

As avaliações de trocas gasosas foram realizadas por intermédio do analisador de CO<sub>2</sub> por infravermelho, IRGA modelo LCpro-SD (ADC Bioscientific Ltd Hoddesdon, Hertfordshire, UK). Para cada vaso (unidade experimental) foi escolhido um perfilho, tomando a porção mediana da folha recém-expandida para a leitura do aparelho (Figura 4).



**Figura 4.** Detalhe da aferição das trocas gasosas na porção mediana da folha de capim-massai.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4 (duas gramíneas x quatro lâminas de irrigação), com três repetições.

As leituras foram realizadas no 10º dia após o corte correspondente ao início de cada ciclo de crescimento, sempre logo após a irrigação das plantas, por volta de 9h00 e 10h00 da manhã.

Foram analisadas as variáveis, temperatura da folha (TFOL, °C), concentração interna de CO<sub>2</sub> na folha (Ci, ppm), taxa de transpiração foliar (E, mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), condutância estomática (gs, mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e taxa de fotossíntese foliar (A, μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>).

## Ensaio II – Avaliação do fluxo de biomassa

Para avaliação do fluxo de biomassa, foram identificados três perfilhos com anéis de fios telefônicos de diferentes cores (Figura 5). As avaliações foram realizadas a intervalos de três dias. Para cada perfilho identificado foi aferida a taxa de alongamento foliar (TAIF), por meio da obtenção da extensão da lâmina foliar a partir da lígula exposta, quando esta encontrava-se completamente expandida, e da lígula da folha inferior quando em expansão. O tamanho da folha é dividido em fração verde e fração morta, sendo este último obtido por diferença do comprimento total. A altura das hastes, por sua vez, foi obtida por meio da aferição do comprimento da lígula da última folha expandida em relação ao solo.



Fotos: Samuel Rocha Maranhão

**Figura 5.** Identificação dos perfilhos de capim-tamani para o ensaio de fluxo de biomassa.

Por meio do acompanhamento do fluxo de biomassa das forrageiras, foi possível estimar a taxa de alongamento foliar ( $TAIF = \text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$ ), das hastes ( $TAIH = \text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$ ), de senescência foliar ( $TSF = \text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$ ) e filocrono, variável que estima o tempo (em dias) até a completa expansão de uma nova folha.

### **Ensaio III - Avaliação das características estruturais**

Ao término de cada período de crescimento (seco e chuvoso), foram realizadas as seguintes mensurações anteriores ao corte das gramíneas: altura do dossel (ALT), número de folhas vivas por perfilho (NFV) e densidade populacional de perfilhos (DPP).

A altura do dossel foi auferida com o auxílio de uma régua, sendo tomadas cinco alturas aleatoriamente em cada repetição (vaso) partindo do solo até o encontro da régua com a curvatura das folhas no dossel. O número de folhas vivas por perfilho foi obtido mediante contagem das folhas de cinco perfilhos aleatoriamente para cada repetição (vaso). Para folhas truncadas resultantes de ciclos anteriores e folhas em emergência, ou seja, aquelas que não apresentaram a exposição da lígula foram consideradas o valor de 0,5 folhas.

A densidade populacional de perfilhos foi contabilizada em cada vaso (repetição), a cada intervalo de avaliação. Foi também avaliado o ângulo das hastes ( $\hat{A}NG$ ), que é conseguido mediante mensuração do comprimento das hastes verticalmente a partir da lígula da última folha expandida em relação ao solo e, horizontalmente, correspondendo ao comprimento da inserção da gramínea à altura da última lígula exposta.

Logo em seguida, foi realizado o corte de 2/3 das folhas das gramíneas. O material colhido foi pesado e fracionado em folha, colmo e material morto para determinação das biomassas de lâmina foliar verde (BLV), de colmo verde (BCV), de forragem morta (BFM) e relação lâmina foliar/colmo (F/C). Após o fracionamento, o material foi pesado, acondicionado em sacos de papel, levado a estufa a 55 °C até peso constante e pesado novamente.

A eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde ( $EUA_{BFV}$ ), ao qual considera as frações folha e colmo, foi obtida por meio da razão entre a biomassa de forragem verde ( $\text{g vaso}^{-1}$ ) e a quantidade de água (mm) correspondente a cada tratamento com lâmina de irrigação.

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de lâmina de irrigação, foi realizada análise de regressão baseado em modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Para o efeito de período, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a interação (período x lâmina de irrigação) foi desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (Ferreira, 2011).

## Resultados e discussão

---

### Trocas gasosas no período seco

Verificou-se interação (gramínea x lâmina de irrigação) apenas para a variável  $C_i$  nas trocas gasosas dos capins Massai e Tamani no período seco (Tabela 2). Para o efeito isolado de lâmina de irrigação, observou-se efeito linear decrescente para a variável  $T_{fol}$  e crescente para as variáveis  $E$ ,  $g_s$  e  $A$ , sendo estimados valores médios de 40 °C de temperatura foliar e 4,84, 0,144 e 20  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  no regime de 120% da ETo, respectivamente.

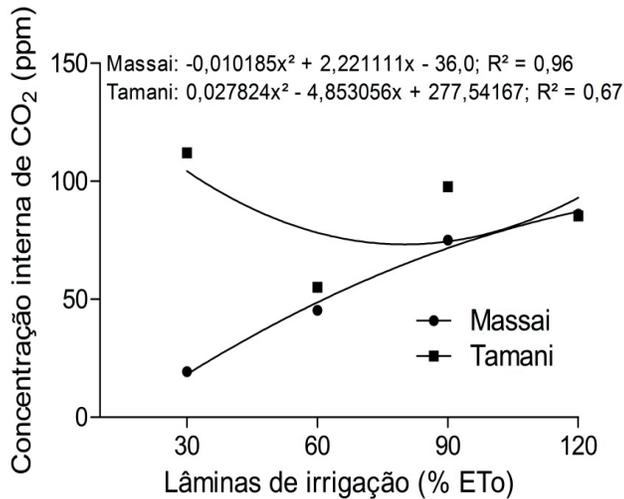
O comportamento decrescente da  $T_{Fol}$  pode ser explicado pelo alto calor específico da molécula de água. De acordo com Taiz e Zieger (2006), a célula vegetal quando em estágio de crescimento, sofre pressão na parede celular devido às forças geradas pelo turgor, causando afrouxamento e aumento do conteúdo de água no protoplasma da célula. Esse processo também é verificado em células que já cessaram seu crescimento, aumentando rapidamente o potencial hídrico (Taiz; Zieger, 2006). Por esse motivo, verifica-se uma diminuição da temperatura foliar à medida que aumentava o teor de umidade propiciado pelos maiores regimes hídricos, dado que o elevado calor específico da água regula o aquecimento das células foliares, ao mesmo tempo em que a transpiração foliar também contribui para resfriamento. É factível concluir, portanto, que em dadas circunstâncias, em que as plantas se encontram em ótimas condições de umidade no solo e o protoplasma das células vegetais constituídos de grande proporção de água, o calor específico da água garante elevada estabilidade de temperatura.

**Tabela 2.** Trocas gasosas dos capins Massai e Tamani durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30%; 60%; 90%; 120% da evapotranspiração de referência (%ET<sub>o</sub>)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% ET <sub>o</sub> )					p-valor		
	30%	60%	90%	120%	Mé- dia	CV(%)	G	G x L
Temperatura da folha (TFol; °C)								
Massai	41,2	41,6	39,6	40,0	40,6	2,84	0,04**	0,77**
Tamani	41,3	40,8	40,3	40,4	40,7			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				-0,014556* + 41,75833; R <sup>2</sup> = 0,73				
Concentração interna de CO <sub>2</sub> (Ci; ppm)								
Massai	19	67	75	86	61	78,12	2,30**	9,59*
Tamani	167	55	97	85	101			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,042094* - 0,214167; R <sup>2</sup> = 0,92				
Transpiração foliar (E; μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )								
Massai	0,73	2,96	3,55	4,95	3,05	47,78	0,14**	0,05**
Tamani	0,57	3,01	3,25	4,49	2,83			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,001406* - 0,024167; R <sup>2</sup> = 0,95				
Conduância estomática (gs; μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )								
Massai	0,016	0,063	0,093	0,170	0,085	80,51	0,11**	0,24**
Tamani	0,016	0,076	0,080	0,133	0,076			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,178456* - 1,4205; R <sup>2</sup> = 0,92				
Taxa de fotossíntese foliar (A; μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )								
Massai	3,09	11,54	14,78	21,08	12,62	45,98	0,35**	0,15**
Tamani	1,90	12,58	11,97	18,72	11,29			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,178456* - 1,4205; R <sup>2</sup> = 0,92				

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (\*) significativo e (\*\*) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Já para o comportamento crescente das variáveis E, gs e A um adequado teor de umidade no solo favorece consideravelmente a absorção de água e nutrientes, ao passo que sob forte radiação, a produção de fotoassimilados é incrementada pela maior permanência de abertura estomática, tanto para a transpiração foliar como meio de regulação da homeostase do tecido foliar, quanto pelo estímulo à taxa fotossintética.



**Figura 6.** Concentração interna de CO<sub>2</sub> dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30%; 60%; 90% e 120% da evapotranspiração de referência (%ETo)), durante o período seco.

Com relação à variável  $C_i$ , observou-se efeito quadrático com ponto de mínimo de 85 e 66 ppm de CO<sub>2</sub> nos capins Massai e Tamani, estimados nos regimes de 109% e 87% da ETo, respectivamente (Figura 6). O efeito de interação entre gramínea x lâmina de irrigação foi impelido pela amplitude (136 ppm de CO<sub>2</sub>) do volume de CO<sub>2</sub> observados nas duas forrageiras sob o regime de 30% da ETo, enquanto que nos demais tratamentos, o efeito de lâmina não foi expressivo, com valores médios de CO<sub>2</sub> estimados em  $79 \pm 14$  ppm. A discrepância entre os dados observados sob o tratamento de 30% da ETo pode ser explicado pelo efeito adverso da baixa disponibilidade hídrica disponível por esse tratamento, levando a um possível desarranjo na fisiologia da planta, o que faz com que sejam observadas respostas sem um padrão de entendimento plausível.

## Fluxo de biomassa no período seco

Foi constatado efeito de interação (gramínea x lâmina de irrigação) durante o período seco tão somente para variável filocrono. No tocante ao efeito isolado de gramínea, apenas para a variável TSF foi observada diferença sig-

**Tabela 3.** Fluxo de biomassa de biomassa dos capins Massai e Tamani durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30%; 60%; 90% e 120% da evapotranspiração de referência (%ET<sub>o</sub>)

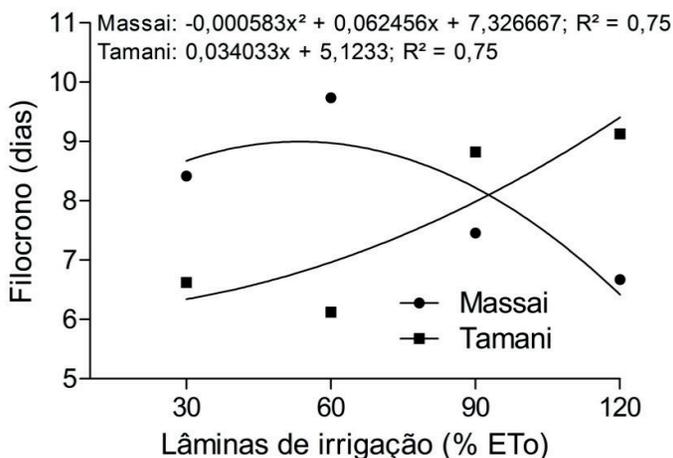
Gramínea	Lâminas de irrigação (% ET <sub>o</sub> )				Média	CV(%)	p-valor	
	30%	60%	90%	120%			G	G x L
Taxa de alongamento foliar (cm perf <sup>1</sup> dia <sup>-1</sup> )								
Massai	0,32	0,64	1,21	2,09	1,06	38,47	0,26**	0,51**
Tamani	0,30	1,05	1,35	1,92	1,15			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					0,018411* - 0,266667; R <sup>2</sup> = 0,98			
Taxa de alongamento das hastes (cm perf <sup>1</sup> dia <sup>-1</sup> )								
Massai	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	105,28	2,00**	0,36**
Tamani	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					0,009 ± 0,004			
Taxa de senescência foliar (cm perf <sup>1</sup> dia <sup>-1</sup> )								
Massai	0,05	0,18	0,20	0,16	0,14b	62,14	6,23*	0,17**
Tamani	0,17	0,26	0,39	0,31	0,28a			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					-0,000047* + 0,008486* - 0,103750; R <sup>2</sup> = 0,97			

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (\*) significativo e (\*\*) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

nificativa, tendo o capim-tamani apresentado 50% maior taxa de senescência foliar em relação ao capim-massai. Com relação ao efeito isolado de lâmina de irrigação, observou-se comportamento linear crescente e quadrático com ponto de máximo para as variáveis TAIF e TSF, com 1,94 cm e 0,27 cm per-filho dia<sup>-1</sup> estimados nos tratamentos de 102% e 90% da ET<sub>o</sub>, nessa ordem (Tabela 3).

O comportamento crescente da taxa de alongamento foliar pode ser corroborado pelo resultado da associação entre as características físico-químicas do solo e o incremento do suprimento hídrico pelo tratamento com lâminas de irrigação. Skinner e Nelson (1995) afirmaram que o alongamento das folhas é dependente do acúmulo de nutrientes, em especial do nitrogênio, e sua absorção pelo sistema radicular só é possível com um teor adequado de umidade no solo. Quanto à taxa de senescência foliar, por motivos não esclarecidos, observa-se um aumento na TSF até o regime de 90% da ETo, com posterior declínio de 14,3% no tratamento de 120% da ETo. Contudo, vale destacar que os valores observados são ínfimos, não se traduzindo em quantidades expressivas de biomassa de forragem morta (Tabela 3).

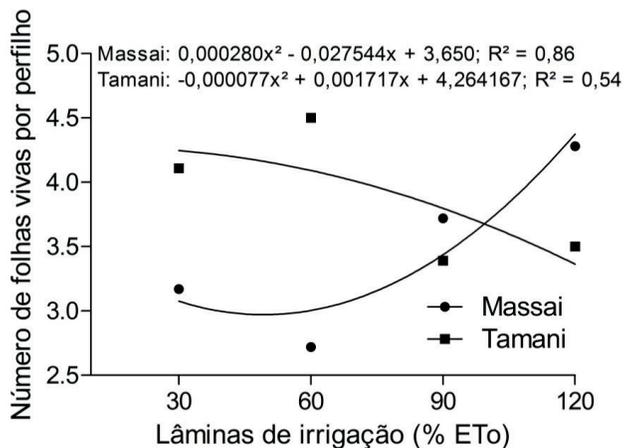
Para a variável Filocrono, observou-se comportamento linear crescente para o capim-tamani e quadrático para o capim-massai, com médias estimadas de 6,4 e 9,2 dias sob o regime de irrigação de 120% da ETo, respectivamente (Figura 7). O aumento no filocrono do capim-tamani foi de aproximadamente 1,3 dias para cada aumento do regime de irrigação. É de se esperar que o aumento da disponibilidade de água, em conjunto com um solo que apresenta boas características físicas e de fertilidade, e adubado, propiciasse condições favoráveis para a manifestação do potencial produtivo das gramíneas em estudo. Efetivamente, os parâmetros fisiológicos como a taxa



**Figura 7.** Filocrono dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30%; 60%; 90% e 120% da evapotranspiração de referência (%ETo)), durante o período seco.

fotossintética e a taxa de alongamento foliar corroboram com o exposto. No entanto, o aumento no filocrono do capim-tamani observado a partir do tratamento de 90% da ETo, não condiz com os dados apresentados. O filocrono é inversamente proporcional a TAIF, uma vez que a aceleração do alongamento foliar é traduzido em um menor tempo para a completa expansão da folha e, portanto, diminuição do filocrono. Nesse período, verificou-se um menor número de folhas vivas a partir do tratamento de 90% da ETo, podendo, assim, explicar o aumento no filocrono, contudo, por razões não esclarecidas. Se equiparado à fase de estabelecimento, houve uma diminuição média de 26,7% no NFV.

Pode se inferir a estabilização do número de perfilhos ainda na fase de estabelecimento, dado o número de plantas por vaso. Desse modo, o fato da permanência de três plantas distribuídas uniformemente no vaso, associado à elevada radiação incidente e ao potencial de perfilhamento dessas cultivares de *M. maximus*, pode ter favorecido o rosetamento dos perfilhos. Estima-se que esse fenômeno possa ter ocorrido em função do surgimento de um grande número de perfilhos surgindo da base do colmo do perfilho principal, repelindo as hastes do centro para a extremidade, levando a uma menor angulosidade ( $50,6 \pm 8,3^\circ$ ). Dessa forma, a limitação da luz que chega



**Figura 8.** Número de novas folhas por perfilho dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30%; 60%; 90% e 120% da evapotranspiração de referência (%ETo)), durante o período seco.

à base do dossel devido ao sombreamento, tanto das folhas como das hastes superpostas, pode ter ocasionado a inibição do perfilhamento.

Quanto à variável NFV, verificou-se efeito quadrático com ponto de mínimo e de máximo para os capins Massai e Tamani, sendo estimado número médio de 3,0 e 4,2 lâminas foliares por perfilho nos regimes de 120% e 30% da ETo, respectivamente (Figura 8). Conforme já discutido, a diminuição do número de folhas vivas do capim-tamani é função do aumento do filocrono nos regimes de 90 e 120 da ETo, contudo, por razões não esclarecidas, não é entendido esse fenômeno, uma vez que houve condições edafoclimáticas propícias para a manifestação positiva desta variável, como se observa no capim-massai.

## Características estruturais no período seco

Foi verificada interação (gramínea x lâmina de irrigação) apenas na variável número de folhas vivas por perfilho (NFV) durante o período seco (Tabela 3). Com relação ao efeito isolado de lâmina de irrigação, verificou-se efeito linear crescente para as variáveis BLV, BFM e  $EUA_{BFV}$ , com médias estimadas de 7,59 e 0,04 gramas vaso<sup>-1</sup> e 0,033 g MS<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 120% da ETo, respectivamente (Tabela 4).

Embora tenha sido verificada diminuição do número de folhas vivas das gramíneas sob os tratamentos de 90% e 120% da ETo, o menor número de folhas não trouxe decréscimos na produção de matéria seca de lâmina foliar. De igual modo, observa-se uma maior eficiência no uso da água quando esta encontra-se prontamente disponível à planta.

No tocante ao efeito isolado de gramínea, observou-se diferença significativa apenas para a variável DPP, com o capim-massai apresentado, em média, 19,3% a mais de perfilhos que o capim-tamani. Para o efeito isolado de lâmina de irrigação, verificou-se comportamento quadrático com ponto de máximo para a variável ALT e de mínimo para as variáveis DPP e ÂNG, com médias de 8,1 cm, 52 perfilhos vaso<sup>-1</sup>, e 43,8° estimados nas lâminas de irrigação de 64%, 50% e 92% da ETo, nessa ordem (Tabela 3).

O efeito de lâmina de irrigação nas características estruturais dos capins Massai e Tamani não foi tão marcante. Para a altura do dossel, mesmo tendo sido verificado comportamento quadrático, o desvio em torno da média (0,8

**Tabela 4.** Características estruturais e eficiência do uso da água dos capins Massai e Tamani durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30%; 60%; 90% e 120% da evapotranspiração de referência (%ETo)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% ETo)					p-valor		
	30%	60%	90%	120%	Média	CV(%)	G	G x L
Biomassa de lâmina foliar verde (gramas vaso <sup>-1</sup> )								
Massai	0,81	2,93	4,86	7,33	3,98	13,19	0,44**	3,10**
Tamani	0,79	2,46	4,66	8,59	4,12			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					0,078506* - 1,831667; R <sup>2</sup> = 0,98			
Biomassa de forragem morta (gramas vaso <sup>-1</sup> )								
Massai	0,01	0,04	0,07	0,01	0,03	100,51	1,13**	4,06**
Tamani	0,01	0,01	0,01	0,05	0,02			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					0,000267* + 0,006667; R <sup>2</sup> = 0,66			
Eficiência do uso da água – BFV (g MS <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> )								
Massai	0,013	0,023	0,023	0,030	0,022	17,4	0,25**	2,33**
Tamani	0,010	0,020	0,026	0,036	0,023			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					0,000228* + 0,005833; R <sup>2</sup> = 0,96			
Densidade populacional de perfilhos (perf. vaso <sup>-1</sup> )								
Massai	59	66	58	64	62a	20,35	6,69*	1,62**
Tamani	47	37	54	61	50b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					0,002176* - 0,219167* + 57,95833; R <sup>2</sup> = 0,99			
Altura do dossel (cm)								
Massai	8,6	7,7	7,9	11,0	8,8	17,97	0,01**	1,09**
Tamani	8,9	8,5	9,0	9,1	8,9			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					0,000624* - 0,080111* + 10,67750; R <sup>2</sup> = 0,99			
Ângulo das hastes (graus)								
Massai	67,5	43,0	39,1	47,0	49,2	22,81	0,38**	1,08**
Tamani	58,8	49,6	53,4	46,5	52,1			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					0,004820* - 0,887378* + 84,699167; R <sup>2</sup> = 0,93			

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (\*) significativo e (\*\*) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

cm) foi inexpressivo, ressaltando o baixo alongamento das hastes, característica estrutural importante que influencia na arquitetura do dossel (Gomide et al., 2003; Sbrissia; Silva, 2001) e na captação de forragem pelo animal quando em pastejo (Cândido, 2003). Quanto à DPP, observa-se ligeiro aumento no número de perfilhos, mas, de igual modo, não parece ser influenciado pelo regime hídrico, posto que se verifica um número médio de  $55 \pm 5$  perfilhos vaso<sup>-1</sup>.

## Trocas gasosas no período chuvoso

Não foi verificada interação (gramínea x lâmina de irrigação) nos parâmetros fisiológicos das gramíneas Massai e Tamani durante o período chuvoso (Tabela 5). Com relação ao efeito isolado gramínea, as maiores e menores médias para as variáveis T<sub>Fol</sub> e g<sub>s</sub> foram observadas nos capins Massai e Tamani, nessa ordem. Não foi detectado efeito significativo para o fator lâminas de irrigação.

Observou-se uniformidade nos parâmetros fisiológicos das gramíneas por conta da precipitação ocorrida logo início do segundo ciclo de crescimento. Até o décimo dia do período de crescimento, foi contabilizada uma precipitação de 100,6 mm, o que equivale a uma suplementação de 5,33 L de água por vaso. De fato, tamanho do volume de água adicional, aliado à textura e à fertilidade do solo, favoreceu o rápido restabelecimento das gramíneas, suprimindo o tratamento de lâminas de irrigação.

## Fluxo de biomassa no período chuvoso

Verificou-se interação (gramínea x lâmina de irrigação) apenas para a variável taxa de alongamento das hastes (TAIH) dos capins Massai e Tamani durante o período chuvoso (Tabela 6). Para o efeito isolado gramínea, verificou-se diferença significativa em todas as variáveis de fluxo de biomassa, tendo o capim-tamani apresentado médias superiores em 37,7%, 89,5% e 66,6% para as variáveis taxa de alongamento foliar, das hastes e de senescência foliar em relação ao capim-massai. Para a variável filocrono, o capim-massai apresentou média superior em 19,7% em relação ao capim-tamani.

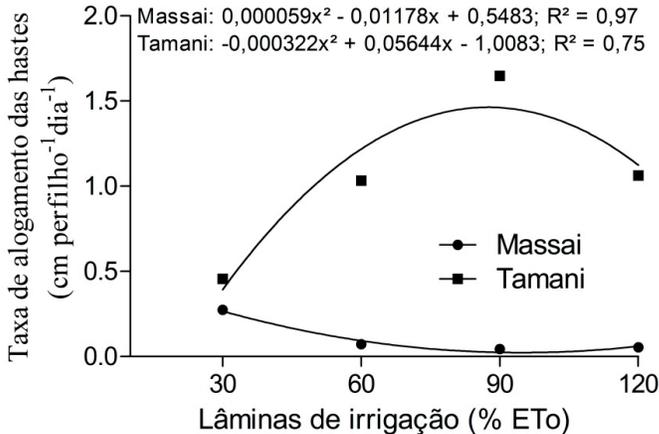
O total precipitado, de 283,8 mm registrado ao longo do período de crescimento, com uma precipitação de 11 mm já verificada no primeiro dia após

**Tabela 5.** Trocas gasosas dos capins Massai e Tamani durante o período chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30%; 60%; 90% e 120% da evapotranspiração de referência (%ETo)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% ETo)					p-valor		
	30%	60%	90%	120%	Média	CV(%)	G	G x L
Temperatura da folha (TFol; °C)								
Massai	37,4	36,6	36,0	35,4	36,3a	1,03	33,71*	0,17**
Tamani	35,7	36,1	35,4	34,7	35,5b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					35,9 ± 0,67			
Concentração interna de CO <sub>2</sub> (Ci; ppm)								
Massai	116	149	149	170	146	15,65	4,26**	0,89**
Tamani	165	149	164	189	167			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					156 ± 16			
Transpiração foliar (E; µmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )								
Massai	3,51	3,57	3,77	3,29	3,53	21,16	1,22**	0,36**
Tamani	4,25	3,91	3,51	3,90	3,89			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					3,71 ± 0,12			
Condutância estomática (gs; µmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )								
Massai	0,193	0,223	0,260	0,216	0,223b	22,57	22,52*	0,25**
Tamani	0,363	0,306	0,333	0,390	0,348a			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					0,28 ± 0,01			
Taxa de fotossíntese foliar (A; µmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )								
Massai	19,25	19,79	21,20	18,08	19,58	16,50	6,52**	0,23**
Tamani	25,61	23,22	21,95	22,29	23,26			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					21,4 ± 0,92			

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey; (\*) significativo e (\*\*) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

o corte, favoreceu o fluxo de biomassa das gramíneas, além das mudanças significativas nos parâmetros climáticos se comparados ao período seco. Logo, decréscimos de 10,6%, 13,3% e 43,2% para a temperatura média do ar, radiação global e insolação (horas de sol dia<sup>-1</sup>) e aumentos de 25,6% na



**Figura 9.** Taxa de alongamento das hastes dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30%; 60%; 90% e 120% da evapotranspiração de referência (%ETo)), durante o período chuvoso.

umidade relativa do ar podem ter levado a uma melhora do status morfofisiológico das gramíneas. O comportamento decrescente da taxa de alongamento foliar indica adequada recuperação do vigor das gramíneas, particularmente daquelas que estavam sob os tratamentos com as menores lâminas de irrigação (30% e 60% da ETo). De maneira geral, o capim-tamani apresentou maior fluxo de biomassa nesse período devido à entrada no período reprodutivo (Figura 9).

O estímulo ao florescimento pode ser induzido por uma série de fatores, tais como, fatores endógenos, estado nutricional, teores fitohormonais e os ritmos circadianos; bem como de fatores ambientais, como o fotoperíodo, a insolação, a temperatura e a disponibilidade de água, além do mais, em regiões tropicais e em regiões áridas ou semiáridas, o período de seca e o de disponibilidade de água são fatores decisivos para o crescimento e floração de algumas espécies (Kerbaui, 2004).

No tocante ao efeito isolado de lâmina de irrigação, constatou-se efeito linear decrescente para as variáveis TAIF e TSF, com médias de 2,08 e 0,32 cm perfilho dia<sup>-1</sup>, estimados na lâmina de irrigação de 120% da ETo, respectivamente. Não foi observado efeito do tratamento de lâminas de irrigação para a variável filocrono. O comportamento decrescente da TAIF, como já destacado, ressalta a recuperação das gramíneas sob os regimes de 30% e 60% da ETo. No período seco, os menores tratamentos hídricos não propiciaram condições de umidade suficientes para o acúmulo de matéria seca, justificado pela biomassa de lâminas foliares (Tabela 4), o que pode ter levado ao acúmulo de reservas orgânicas como estratégia de escape. Por esse fato, observa-se uma rápida mobilização dos carboidratos de reserva para uma taxa de alongamento foliar superior média estimada de 30,8% (3,40 ± 0,37 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) dos regimes de 30% e 60% da ETo em relação aos regimes de 90% e 120% da ETo (2,35 ± 0,37 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) no período chuvoso e de 92,4%, 73,2%, 47% e 7,2% em relação aos regimes de 30%; 60%; 90% e 120% da ETo no período seco.

Da mesma maneira, a taxa de senescência foliar pode ser explicada pela elevada atividade metabólica das gramíneas sob os menores regimes hídricos. Nesse caso, a senescência das folhas remanescentes do ciclo de crescimento anterior e a elevada taxa metabólica após o início do período chuvoso podem explicar o comportamento dessa variável, dado que pode ter ocorrido a mobilização de nitrogênio das folhas mais velhas para as folhas que estão em rápida expansão, já que a quantidade remobilizada pode alcançar até 75% do nitrogênio (Lemaire; Chapman, 1996), e de aproximadamente 50% do carbono que pode vir a ser utilizado para a produção novas folhas ((Lemaire; Agnusdei, 1999). Mazzanti e Lemaire (1994) justificaram ainda que uma maior TSF pode ocorrer quando as plantas se encontram em um solo com boa fertilidade e bem suprido com adubação nitrogenada, o que acarretará em uma maior taxa de alongamento foliar demandando maior quantidade de nitrogênio, podendo ser utilizado com fonte deste elemento as folhas mais velhas.

No que se refere à variável TAIH, verificou-se comportamento quadrático com ponto de máximo para o capim-tamani e de mínimo para o capim-massai, com médias estimadas de 1,46 e 0,01 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> sob os regimes de irrigação de 87% e 95% da ETo, respectivamente (Figura 9). O alongamento das hastes do capim-tamani foi influenciado pela indução das características

**Tabela 6.** Fluxo de biomassa dos capins Massai e Tamani durante o período chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30%; 60%; 90%; 120% da evapotranspiração de referência (%ETo)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% ETo)				Média	CV(%)	p-valor	
	30%	60%	90%	120%			G	G x L
<b>Taxa de alongamento foliar (cm perf<sup>1</sup> dia<sup>-1</sup>)</b>								
Massai	2,72	2,36	1,98	1,77	2,21b	18,16	39,44*	1,72**
Tamani	4,85	3,60	3,19	2,55	3,55a			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					-0,017578* + 4,199167; R <sup>2</sup> = 0,96			
<b>Taxa de alongamento das hastes (cm perf<sup>1</sup> dia<sup>-1</sup>)</b>								
Massai	0,27	0,07	0,04	0,05	0,11b	54,25	53,55*	5,14*
Tamani	0,45	1,03	1,64	1,06	1,05a			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					-0,003556* + 0,754167; R <sup>2</sup> = 0,99			
<b>Filocrono (dias)</b>								
Massai	7,6	7,2	7,9	7,7	7,6a	11,31	23,06*	0,68**
Tamani	6,7	6,0	5,9	5,8	6,1b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					6,8 ± 0,2			

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (\*) significativo e (\*\*) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

climáticas e da precipitação ao processo de florescimento. O incremento de 20% na TAIH das gramíneas sob o tratamento de 90% da ETo pode sugerir que esse regime, quando utilizado na época seca, tenha sido o que melhor supriu hidricamente as plantas, posto que estas, quando em um período sem restrição de umidade, apresentaram melhor capacidade reprodutiva, embora que o alongamento das hastes não seja de interesse para o manejo racional da pastagem.

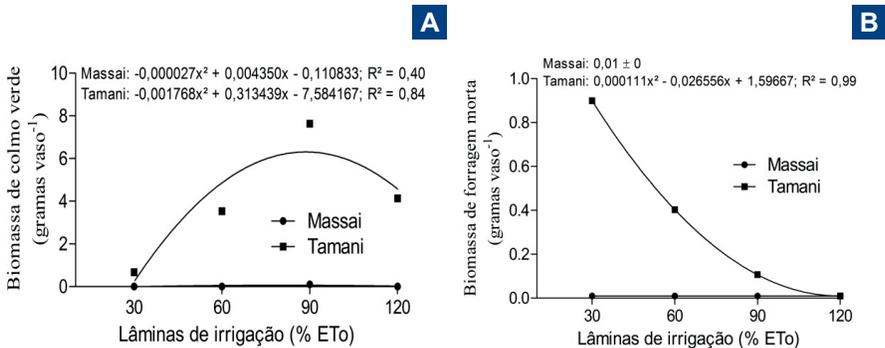
## Características estruturais no período chuvoso

Constatou-se interação (gramínea x lâmina de irrigação) para as variáveis de biomassa de colmo verde (BCV), de forragem morta (BFM) e altura do dossel (ALT) (Tabela 7) dos capins Massai e Tamani durante o período chuvoso. Para o efeito isolado de gramínea, o capim-tamani diferiu significativamente do capim-massai para as variáveis BCV e BFM, tendo constatado uma biomassa de colmo superior em 99,2% e de material morto em 97,1%. O capim-massai apresentou as maiores médias de DPP e F/C, com 19,3% a mais no número de perfilhos e uma relação lâmina foliar/colmo superior em 99,5% em relação ao capim-tamani. Já o capim-tamani apresentou as maiores médias de NFV, ALT e ÂNG. Para essas variáveis, observou-se no capim-tamani um aumento de 16,9%, 29,1% e 26,8% no número de folhas vivas por perfilho, altura do dossel e ângulo das hastes, respectivamente, em relação ao capim-massai.

Para o efeito isolado de lâmina de irrigação, verificou-se comportamento quadrático com ponto de máximo para as variáveis DPP e ÂNG e de mínimo para as variáveis F/C e NFV, com 52 perfilhos vaso<sup>-1</sup>, 66,0° de ângulo das hastes, 786 de relação lâmina foliar/colmo e 4,08 folhas por perfilho, estimados nas lâminas de irrigação de 50%, 84%, 57% e 120% da ETo, respectivamente.

A despeito de não ter sido constatado efeito significativo para a biomassa de lâmina foliar verde, é pertinente ressaltar o incremento na produção de matéria seca quando das mudanças climáticas e da suplementação ocasionada pela precipitação. Fica nítido o potencial de produção de biomassa dessas forrageiras e da recuperação pós-tratamento de irrigação, com destaque para as gramíneas sob os regimes de 30% e 60% da ETo, em que se observou um acréscimo de 96,4% e 77,1% na produção de biomassa de lâmina foliar, respectivamente. Acréscimos substanciais também foram verificados nos regimes de 90% e 120% da ETo com aumentos de 66,9% e 42,0% na produção de biomassa de lâminas foliares em relação ao período seco, nessa ordem.

Com relação à variável BCV, observou-se comportamento quadrático com ponto de máximo de 0,06 e 6,30 gramas vaso<sup>-1</sup> para os capins Massai e Tamani, estimados nas lâminas de irrigação de 80% e 89% da ETo, respectivamente (Figura 10a). No que se refere à variável BFM, foi verificado no



**Figura 10.** Biomassa de colmo verde (a) e biomassa de forragem morta (b) dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30%; 60%; 90% e 120% da evapotranspiração de referência (%ETo)), durante o período chuvoso.

capim-tamani efeito quadrático com ponto de mínimo, com médias estimadas de 0,008 e 0,90 gramas vaso<sup>-1</sup>, nas lâminas de irrigação de 30% e 120% da ETo, nessa ordem (Figura 10b).

A maior biomassa de colmo verde verificada no capim-tamani é explicada pelo processo de alongamento das hastes (Figura 9) para o lançamento da inflorescência, conforme já discutido neste estudo. Já com referência ao acúmulo de forragem morta (Figura 10b), esta foi tão maior quanto foi a resposta das gramíneas frente às mudanças climáticas observadas no período, uma vez que a BFM tem correlação positiva com o aumento da TAIF (Tabela 5), sendo resultado da provável mobilização de nutrientes dos tecidos mais velhos para a zona meristemática.

Com relação ao capim-massai, nas condições deste estudo, apresentou pelo menos duas características estruturais muito importantes para o manejo de gramíneas tropicais, sejam elas, o processo de alongamento das hastes e a taxa de senescência foliar. O primeiro traz implicações no consumo dos animais em pastejo (Cândido, 2003) pela diminuição da relação lâmina foliar/colmo (Buxt; Fales, 1994) trazendo consequências negativas para digestibilidade da biomassa vegetal (Van Soest, 1994), dado que a fração colmo passa agora a ser um possível componente da dieta. Já a fração morta da biomassa vegetal tende a ser rejeitada pelos animais em pastejo, causando acúmulo de macega e inibindo o perfilhamento por meio do aumento do coeficiente de

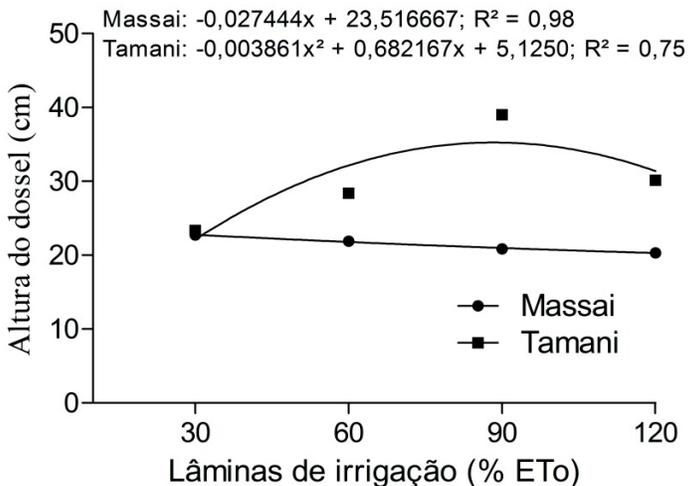
**Tabela 7.** Características estruturais e eficiência do uso da água dos capins Massai e Tamani durante o período chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30%; 60%; 90% e 120% da evapotranspiração de referência (%ETo)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% ETo)						p-valor	
	30%	60%	90%	120%	Média	CV(%)	G	G x L
Biomassa de lâmina foliar verde (gramas vaso <sup>-1</sup> )								
Massai	15,40	14,63	17,93	12,53	15,12	18,88	4,14**	1,39**
Tamani	13,86	10,50	13,66	13,66	12,92			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					14,02 ± 1,47			
Eficiência do uso da água – BFV (g MS <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> )								
Massai	0,046	0,033	0,036	0,020	0,034	25,80	0,20**	0,88**
Tamani	0,040	0,033	0,040	0,030	0,035			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					0,0361 ± 0,007			
Densidade populacional de perfilhos (perf. vaso <sup>-1</sup> )								
Massai	59	66	58	64	62a	20,35	6,69*	1,62**
Tamani	47	37	54	61	50b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					0,002176* - 0,219167* + 57,95833; R <sup>2</sup> = 0,99			
Relação lâmina foliar/colmo								
Massai	1540	1463	1600	1253	1464a	25,40	365,7*	0,97**
Tamani	15	03	01	04	06b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					-0,035541* + 4,064622* + 670,31750; R <sup>2</sup> = 0,64			
Número de folhas vivas por perfilho (n°)								
Massai	3,6	3,7	3,5	3,6	3,62b	10,66	17,91*	0,43**
Tamani	4,0	4,3	4,4	4,5	4,36a			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					-0,000024* + 0,006036* + 3,701250; R <sup>2</sup> = 0,68			
Ângulo das hastes (graus)								
Massai	75,6	52,4	52,9	61,5	60,0b	15,81	21,63*	1,27**
Tamani	84,4	78,2	85,9	79,5	82,0a			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)					0,004392* - 0,740083* + 97,201667; R <sup>2</sup> = 0,79			

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (\*) significativo e (\*\*) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

extinção luminosa, causado pelo impedimento da incidência de luz em quantidade e qualidade que chega a base dos perfilhos.

A DPP das gramíneas Massai e Tamani não sofreu efeito das mudanças ocorridas nesse período devido à estabilização do número de perfilhos, motivado pelo fenômeno de rosetamento das plantas, fenômeno este já discutido neste trabalho. O ângulo das hastes aumentou em média  $29,1 \pm 6,0^\circ$  em todos os tratamentos, resultado do alongamento das hastes, especialmente do capim-tamani, para emissão da inflorescência, o que causou uma expressiva diferença da relação lâmina foliar/colmo se equiparado ao capim-massai de 99,0%, 99,7%, 99,9% e 99,7% em relação aos regimes de 30%; 60%; 90% e 120% da ETo, nessa ordem. Vale destacar que não foi verificada massa de colmo verde suficiente para a sua determinação nas fases de estabelecimento e período seco, o que não permite realizar uma comparação entre períodos para esta variável. O ligeiro aumento no número de folhas vivas do capim-tamani de 25% e 22% nos regimes de 90% e 120% da ETo, respectivamente, em comparação ao período seco, pode ser explicado pelo surgimento da folha bandeira, já que em ambos os tratamentos, ocorreu plenamente o florescimento.



**Figura 11.** Altura do dossel dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30%; 60%; 90% e 120% da evapotranspiração de referência (%ETo)), durante o período chuvoso.

Com referência à variável ALT, observou-se comportamento quadrático com ponto de máximo para o capim-tamani e efeito linear decrescente para o capim-massai com médias de 40,0 cm e 22,2 cm de altura do dossel, estimados nas lâminas 88% e 120% da ETo, nessa ordem (Figura 11). O aumento na altura do dossel do capim-tamani é função do alongamento das hastes para a entrada no período reprodutivo (Figura 9). O capim-massai, por outro lado, não apresentou alongamento das hastes, independentemente do tratamento de irrigação, mantendo um dossel médio de  $21,4 \pm 1,0$  cm.

## Conclusões

---

1. No período seco, a aplicação da lâmina de 30% da ETo possibilita a manutenção das gramíneas sem comprometimento da recuperação do status morfofisiológicos com a chegada do período das águas.
2. O capim-massai apresenta melhor desempenho agrônômico independentemente do período do ano, principalmente pela reduzida taxa de senescência foliar e de alongamento das hastes. Já o capim-tamani floresce no período chuvoso, resultado do elevado alongamento das hastes.
3. A manutenção do regime de 90% da ETo no período seco apresenta-se como o mais adequado para o manejo das gramíneas.

## Referências

---

BUXT, D. R.; FALES, S. L. Plant environment and quality. IN: FAHEY JUNIOR, G. C.; COLLINS M.; MERTENS D. R.; MOSER L. E. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.155-199.

CÂNDIDO, M. J. D. **Morfofisiologia e crescimento do dossel e desempenho animal em *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso**. 2003. 134 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a. aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. P. 332-341.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

GOMIDE, J.A.; CÂNDIDO, M.J.D.; ALEXANDRINO, E. As interfaces solo-planta-animal da exploração da pastagem. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: Tema em evidência sustentabilidade, 4., 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. p.75-116.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia, Brasília, DF, Brasil. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 452p.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilisation. In:

In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1., 1999, Curitiba. **Proceedings...** Curitiba: UFPR, 1999. p. 165-186.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p. 3-36.

MAZZANTI A. e LEMAIRES, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue swards continuously grazed by sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. **Grass and Forage Science**, v. 49, n. 3, p. 352-359, Sep. 1994. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1994.tb02010.x>.

MEDEIROS, S. S. de; REIS, C. F.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; KLEIN, M. R.; RIBEIRO, M. D.; SZEKUT, F. D.; SANTOS, D. B. dos. **Manejo de irrigação do tanque Classe A**. Campina Grande: **INSA**, 2013. 8 p. (Cartilha).

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C. da. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **A produção animal na visão dos brasileiros**: anais. Piracicaba: FEALQ; SBZ, 2001. p.731-754.

SKINNER, R.H.; NELSON, C. J. Elongation of the Grass Leaf and its Relationship to the Phyllochron. **Crop Science**, v. 35, n. 1, p. 4-10, 1995.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722 p. 1. Impressão.

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



---

*Caprinos e Ovinos*

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO

GOVERNO  
FEDERAL

CGPE 15.195