

## DESEMPENHO DO CAPIM TANZÂNIA IRRIGADO COM ÁGUA SALOBRA APLICADA VIA ASPERSÃO E GOTEJAMENTO

SAULO SAMUEL CARNEIRO PRAXEDES<sup>1</sup>; MANOEL JANUÁRIO DA SILVA  
JÚNIOR<sup>2</sup>; JOSÉ FRANCISMAR DE MEDEIROS<sup>2</sup>; JOSÉ LEÔNCIO DE ALMEIDA  
SILVA<sup>3</sup>; FRANCISCO VALFISIO DA SILVA<sup>4</sup> E ANA JAQUELINE DE OLIVEIRA  
TARGINO<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Doutorando do PPGMSA, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFRSA, Av. Francisco Mota, 572 - Bairro Costa e Silva, CEP: 59.625-900, Mossoró/RN/Brasil, saulosamuel@rn.gov.br;

<sup>2</sup>Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFRSA, Av. Francisco Mota, 572 - Bairro Costa e Silva, CEP: 59.625-900, Mossoró/RN/Brasil, mjanuario@ufersa.edu.br, jfmedeir@ufersa.edu.br;

<sup>3</sup>Doutorando do PPGEA, Universidade Federal de Viçosa, UFV/MG, Av. Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário, CEP: 36570-900, Viçosa - MG, jose.leoncio@ufv.br;

<sup>4</sup>Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFRSA, Av. Francisco Mota, 572 - Bairro Costa e Silva, CEP: 59.625-900, Mossoró/RN/Brasil, francisco@yahoo.com.br;

<sup>5</sup>Mestre em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFRSA, Av. Francisco Mota, 572 - Bairro Costa e Silva, CEP: 59.625-900, Mossoró/RN/Brasil, ana\_jacqueline2@hotmail.com.

### 1 RESUMO

O capim Tanzânia (*Panicum maximum*) é uma forrageira que vem se destacando nos últimos anos na alimentação de animais em todo o mundo, tanto pelo incremento de produtividade como fonte de nutrientes, sendo, portanto, a avaliação do seu crescimento e produção sob estresse salino, fator importante para potencializar o cultivo desta forrageira em regiões semiáridas. Com o objetivo de avaliar o desempenho desta gramínea sob estresse salino, estabeleceu-se um delineamento experimental inteiramente aleatorizado, analisado em esquema fatorial (5x2), com quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram na aplicação de águas com cinco níveis de salinidade (0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>) às plantas via aspersão e gotejamento. Avaliaram-se os componentes: altura (ALT), fitomassa fresca (FMF) e fitomassa seca (FMS) da parte aérea das plantas, as quais foram obtidas em 4 sucessivos cortes. Concluiu-se que a água de irrigação de elevada salinidade reduz a FMF e a FMS da gramínea, porém, é possível se obter resultados expressivos de produção com uma CEa máxima de 2,8 dS m<sup>-1</sup>, com reduções máximas de 20% na produção fitomassa seca. Ao se utilizar água salobra, as plantas irrigadas via gotejamento apresentaram resultados de produção mais expressivos em relação às plantas irrigadas via aspersão.

**Palavras-chave:** *Panicum maximum*, métodos de irrigação, condutividade elétrica.

PRAXEDES, S. S. C.; SILVA JÚNIOR, M. J.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, J. L. A.;  
SILVA, F. V.; TARGINO, A. J. O.  
PERFORMANCE OF TANZANIA GRASS IRRIGATED WITH SALINE  
WATER APPLIED VIA SPRAY AND DRIPPING

## 2 ABSTRACT

Tanzania grass (*Panicum maximum*) is a forage that has stood out in the last years for feeding animals worldwide. Therefore, the evaluation of its growth and production under saline stress is an important factor to enhance the cultivation of this fodder in semi-arid regions. To evaluate the performance of this grass under salt stress, a completely randomized experimental design was established in a factorial scheme (5x2) with four replications, totaling 40 experimental units. Treatments consisted of application of water with five salinity levels (0.5, 1.5, 2.5, 3.5 and 4.5 dS m<sup>-1</sup>) to the plants via sprinkling and dripping. The components: height (ALT), fresh phytomass (FMF) and dry matter (FMS) of the aerial parts of the plants were evaluated, which were obtained in four successive cuts. High salinity irrigation water reduces FMF and grass FMS, but it is possible to obtain significant results of production with a maximum ECa of 2.8 dS m<sup>-1</sup>, and maximum reductions of 20% in dry biomass production. When brackish water is used, plants irrigated via drip irrigation presented more significant production results against plants irrigated by spraying.

**Keywords:** *Panicum maximum*, irrigation methods, Electrical conductivity

## 3 INTRODUÇÃO

As pastagens são consideradas a forma mais prática e econômica de alimentação animal e, portanto, desempenham papel fundamental nos sistemas de produção de carne e/ou de leite (ARAÚJO et al., 2010). O capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) tem sido amplamente utilizado em áreas de pastagem no Brasil. Considerada espécie exigente em água, a utilização dessa gramínea em sistemas irrigados e com um manejo adequado proporciona altas produtividades de forragem de qualidade. Nesse sentido, o uso da irrigação é uma alternativa que deve ser considerada para manter modelos de produção baseados em pastagens de capim Tanzânia ao longo do ano (LEMOS et al., 2017).

A produção animal no semiárido brasileiro, assim como em outras regiões do País, é limitada principalmente pela grande variação qualitativa e quantitativa da forragem ofertada ao longo do ano, e essa variação é reflexo da concentração da produção no período das chuvas (SANTOS et al., 2013).

De acordo com Silva (2010), a água é um dos fatores de produção que mais limita os rendimentos da grande maioria dos cultivos. Em regiões áridas e semiáridas, a distribuição das chuvas é frequentemente irregular, provocando perdas significativas na quantidade e qualidade do rendimento dos cultivos.

Além disso, a região do semiárido brasileiro também se defronta com o problema do alto teor de sais em parte das fontes de água subterrâneas e superficiais (VIEIRA et al., 2005). Na região do Polo Agrícola Mossoró/Açu, no estado do Rio Grande do Norte, a maior demanda por água para irrigação tem obrigado à utilização de águas com salinidade mais elevada (PORTO FILHO et al., 2006).

Nesse caso, sua utilização fica condicionada à tolerância das culturas à salinidade e ao manejo de práticas culturais como irrigação e adubação (MEDEIROS et al., 2003). O estresse ocasionado pelo excesso de sais pode alterar as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas, retardando seu crescimento e reduzindo a produção (AMORIM et al., 2010).

No entanto, esses efeitos provocados nas plantas pela salinidade da

água de irrigação podem ser reduzidos de acordo com o método utilizado. Enquanto o método por aspersão é projetado de forma que distribua a água uniformemente sobre toda a área irrigada, produzindo um perfil de salinidade, no qual a maior parte dos sais se acumula na parte inferior da zona radicular, o método de irrigação por gotejamento aplica água somente em parte do terreno.

De acordo com Bisconer (2011), na irrigação localizada, devido à lenta e regular aplicação de água, a concentração de sais na zona radicular é reduzida e os sais são mantidos longe da zona radicular, evitando, também, a queima de folhas devido à acumulação de sais em sua superfície através do contato com a água da irrigação, como acontece na irrigação por aspersão.

Portanto, quando a água de irrigação apresenta problemas com alta salinidade, torna-se necessário estudar a utilização do melhor método, visando definir aquele que mais se adequa ao sistema de produção das pastagens.

Assim, objetivou-se com a realização deste experimento avaliar os efeitos da utilização de água salobra utilizando dois diferentes métodos de irrigação (aspersão e gotejamento) no desempenho da gramínea forrageira Tanzânia, cultivada em argissolo vermelho

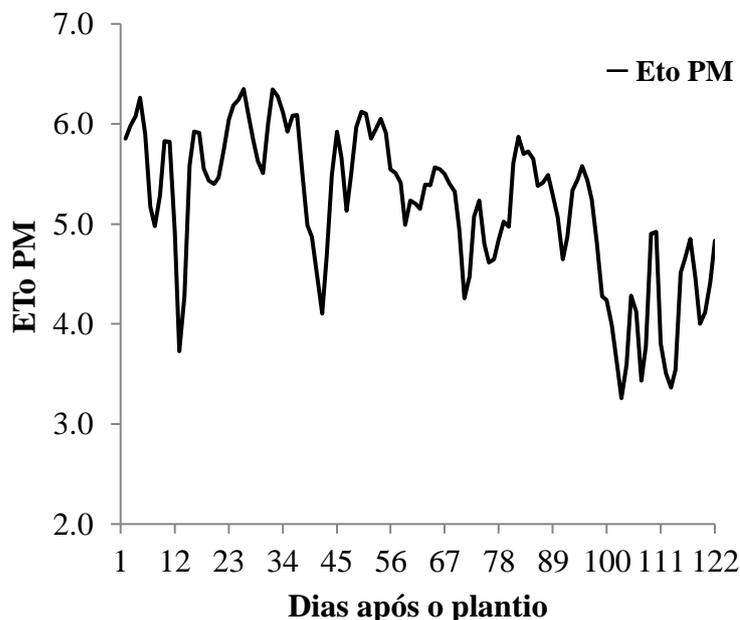
amarelo da região do semiárido de Mossoró – RN, bem como identificar a tolerância desta forrageira ao uso de águas salobras em sucessivos cortes da cultura.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Ciências Agrônomicas e Florestais, localizado nas dependências da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, campus Oeste, Mossoró/RN, Brasil, localizada nas coordenadas geográficas de 5° 12' de latitude sul e 37° 19' de longitude oeste, com altitude média de 18 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSw<sup>h</sup>, com temperatura média anual de 27,4 °C, precipitação pluviométrica anual regular, com média de 673,9 mm, e umidade relativa de 68,9 % (CARMO FILHO e OLIVEIRA, 1995).

Para a determinação da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), foi utilizado o método padrão Penman-Monteith FAO de acordo com Allen et al. (2006), variando de 2,7 a 6,4 mm/dia, com ET<sub>o</sub> média de 5,2 mm/dia durante o período de 122 dias de cultivo do capim Tanzânia (Figura 1).

**Figura 1.** Valores da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) diária no período de 08/01/2013 a 09/05/2013.



A cultura utilizada no experimento foi o capim Tanzânia, sendo escolhida por ser uma das forrageiras utilizadas pelos produtores rurais e apresentar área de cultivo em expansão na região, como também pela falta de informações técnicas obtidas para a região, principalmente quanto à tolerância à salinidade e manejo da irrigação.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições, sendo a unidade experimental representada por uma coluna de PVC com capacidade para 12 L. Os tratamentos resultaram da combinação de dois métodos de irrigação (gotejamento e aspersão) com cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CE<sub>a</sub>) (S<sub>1</sub>=0,5; S<sub>2</sub>=1,5; S<sub>3</sub>=2,5; S<sub>4</sub>=3,5 e S<sub>5</sub>=4,5 dS m<sup>-1</sup>). Os níveis de salinidade de S<sub>2</sub> ao S<sub>5</sub> foram obtidos com a mistura da água de baixa salinidade (CE<sub>a</sub> = 0,5 dS m<sup>-1</sup>) com a de salinidade elevada (CE<sub>a</sub> = 5,0 dS m<sup>-1</sup>) e as proporções destas foram calculadas com auxílio de uma planilha eletrônica, visando determinar a quantidade de cada água na mistura e ajustando a CE<sub>a</sub>

com auxílio de um condutivímetro de bancada.

O solo utilizado no experimento foi classificado como argissolo vermelho amarelo distrófico, textura franca arenosa (EMBRAPA, 1999), coletado nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, seco ao ar, peneirado com peneira de 2 mm e distribuído em colunas de PVC com 50 cm de altura e 20 cm de diâmetro. Utilizou-se uma camada de brita de 3 cm e manta geotêxtil "Bidim" como dreno, e uma torneira para drenagem da água. O acondicionamento das amostras do material de solo nas colunas foi feito de forma a representar as condições reais de campo em relação à densidade e respectivas profundidades.

Antes do plantio da cultura, realizou-se adubação, determinada de acordo com análise prévia dos solos e a exigência nutricional da cultura (Tabela 1), recomendação de Rodrigues et al. (2011) para o capim Tanzânia. Realizou-se adubação de fundação, aplicando 4,15 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para cada coluna de solo e, semanalmente, foram realizadas adubações via fertirrigação com N e K de acordo com

a necessidade das culturas aplicando, por coluna de solo, um total de 5,0 g de N e 7,0 g de K<sub>2</sub>O.

**Tabela 1.** Análise química e física do solo utilizado no experimento.

pH	M.O.	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	t	CTC	V	PST	
	%	---(mg dm <sup>-3</sup> )---			----- (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )-----									--- % ---
6,8 4	1,67	16,9	20,4	3,0	1,2	0,24	0,10	1,60	1,51	1,61	3,11	48	0,4	
<b>Densidade</b>				<b>Areia</b>			<b>Silte</b>			<b>Argila</b>				
----- (kg dm <sup>-3</sup> ) -----				----- (g kg <sup>-1</sup> )-----										
1,50				790			30			180				

A água de menor salinidade utilizada no experimento foi proveniente do Arenito Açú e a de salinidade mais elevada proveniente do Calcário Jandaíra, em poços

existentes na própria UFERSA, cujas características químicas estão contidas na Tabela 2.

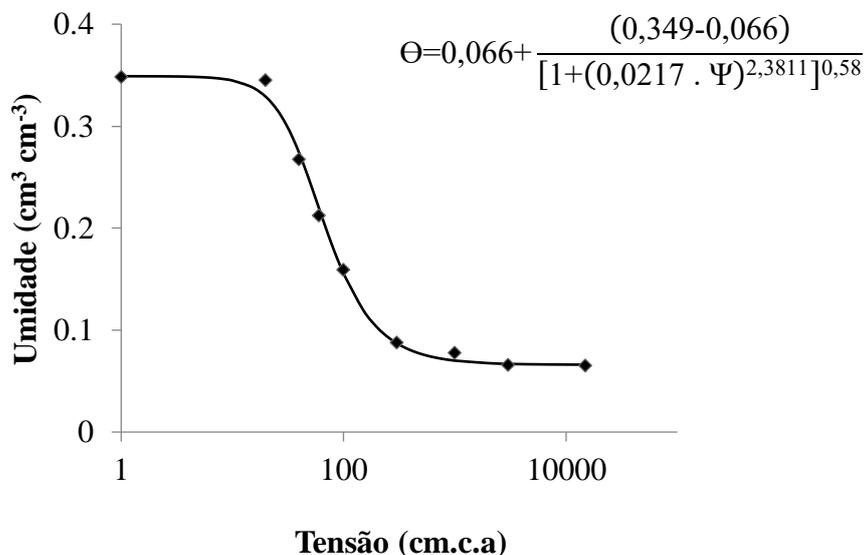
**Tabela 2.** Análise química das águas do Arenito Açú e do Calcário Jandaíra utilizadas na irrigação do capim Tanzânia.

Origem da água	pH	CE (dS m <sup>-1</sup> )	Cátions (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )				RAS	Ânions (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )		
			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>
Arenítica	8,0	0,5	2,0	0,9	2,9	0,4	2,3	4,0	0,2	1,8
Calcária	7,1	5,0	14,3	18,2	9,6	0,7	2,4	5,2	-	9,2

Foram adotados dois métodos de irrigação, um por gotejamento e outro por aspersão. O manejo da irrigação foi baseado em dados de umidade do solo obtidos com o auxílio de baterias de tensiômetros instaladas a 20 cm de profundidade. As irrigações foram realizadas diariamente, repondo-se o volume de água necessário

para elevar a umidade do solo à capacidade de campo, de acordo com a umidade atual do solo, calculada em função da tensão medida no tensiômetro, sendo o volume de água aplicado estimado para cada nível de salinidade, conforme curva de retenção da água no solo (Figura 2).

**Figura 2.** Curva de retenção de água no solo, ajustada ao modelo de Van Genuchten (1980), em função da tensão da água no solo para o argissolo vermelho amarelo.



Para a curva de retenção, as amostras foram inicialmente saturadas e submetidas às tensões de 2, 4, 6 e 10 kPa na coluna de areia (REINERT e REICHERT, 2006) e de 33, 100, 300 e 1.500 kPa nos aparelhos extratores de Richards (EMBRAPA, 1997), para a determinação da retenção de água no solo. Através do programa SWRC (DOURADO NETO et al., 2000) foram obtidos os parâmetros empíricos  $\alpha$ ,  $n$  e  $m$ , que foram usados para o ajuste das curvas de retenção de água, realizado segundo modelo proposto por Van Genuchten (1980).

A irrigação por gotejamento tinha como emissores microtubos ou “espaguetes”, com vazão de 1,5 L h<sup>-1</sup>, enquanto que a irrigação por aspersão foi feita por simulação, utilizando regadores, em que a água era aspergida sobre as folhas das plantas e o excesso de água escorria até atingir o solo e infiltrar-se. Para isso, utilizou-se uma espécie de funil, disposto na base dos vasos, cujas laterais eram totalmente envolvidas, evitando que a água da aspersão caísse fora do vaso. O emprego de regadores foi, exclusivamente, para se ter controle da exata quantidade de água

recebida em cada tratamento (SIMÃO, 1956).

Durante a condução do experimento, foram aplicadas duas lâminas de lixiviação para lavagem do acúmulo de sais no perfil do solo, aplicando uma fração de lixiviação de 10% durante o segundo e quarto corte.

Para avaliar o crescimento e desenvolvimento da forrageira, foram realizados quatro cortes, sempre ao final de cada ciclo do experimento, com aproximadamente 30 dias para cada corte. Em cada etapa do experimento, foram realizadas as seguintes determinações: altura (ALT), determinada com uma trena, correspondente à distância entre o colo da planta (superfície do solo) e a extremidade superior do maior perfilho; fitomassa fresca (FMF), determinada em balança analítica de precisão após cada corte; fitomassa seca (FMS), determinada após secagem em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 65 ± 1 °C, permanecendo até apresentarem massa constante.

Os dados de produção obtidos no experimento foram interpretados por meio de análises de variância e de regressão, sendo as médias do fator método de

irrigação comparadas pelo teste Tukey a 0,05 de probabilidade e os efeitos do fator salinidade avaliados por análise de regressão, desdobrando-se a interação sempre que a mesma foi significativa a 0,05. Utilizou-se para tanto o software SISVAR, versão 5.1, Build 72 (FERREIRA, 2007).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Altura de plantas (ALT)

Houve efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) da salinidade da água de irrigação sobre a ALT das plantas nos cortes I e II. Não se verificou efeito significativo da interação entre o nível de salinidade x método de irrigação em nenhum dos quatro cortes (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para altura de plantas (ALT) do capim Tanzânia obtida em sucessivos cortes, em plantas irrigadas por aspersão e gotejamento com águas de níveis crescentes de salinidade.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		ALT			
		Corte I	Corte II	Corte III	Corte IV
Salinidade (S)	[4]	0,5295*	0,0121*	0,0077 <sup>ns</sup>	0,0133 <sup>ns</sup>
Regressão linear	1	0,4061 <sup>ns</sup>	0,0192*	0,0151*	0,0353*
Regressão quadrática	1	1,4265**	0,000032 <sup>ns</sup>	0,0129*	0,0165 <sup>ns</sup>
Desvio de regressão	2	0,1428 <sup>ns</sup>	0,0145*	0,0013 <sup>ns</sup>	0,0007 <sup>ns</sup>
Método de irrigação (M)	1	0,0003 <sup>ns</sup>	0,0084 <sup>ns</sup>	0,000023 <sup>ns</sup>	0,0391*
Interação M x S	4	0,2015 <sup>ns</sup>	0,0018 <sup>ns</sup>	0,0051 <sup>ns</sup>	0,0033 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	0,1757	0,0039	0,0031	0,0056
CV		27,27	6,33	7,92	7,18

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo a 0,05 e \*\* significativo a 0,01 de probabilidade pelo teste F

Não houve diferença significativa entre os dois métodos de irrigação nos três primeiros cortes (Tabela 4), verificando-se somente no 4º corte maior ALT no método

de irrigação por gotejamento (1,07 m) em relação ao método de irrigação por aspersão (1,01 m).

**Tabela 4.** Média da altura de plantas (m) do capim Tanzânia obtida em sucessivos cortes, em plantas irrigadas por aspersão e gotejamento com águas de níveis crescentes de salinidade.

Método de irrigação	Corte I	Corte II	Corte III	Corte IV
Gotejamento	1,53 a	1,00 a	0,70 a	1,07 a
Aspersão	1,54 a	0,97 a	0,71 a	1,01 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey

No 4º corte, a lixiviação de sais da zona radicular das plantas do solo irrigado por gotejamento influenciou o maior crescimento das plantas, em relação ao método de irrigação por aspersão. Este método de irrigação pode induzir a danos maiores às culturas, quando se utiliza água salina, já que pode acarretar em acúmulo e

toxidez de sais nas folhas (SHARMA e MINHAS, 2005).

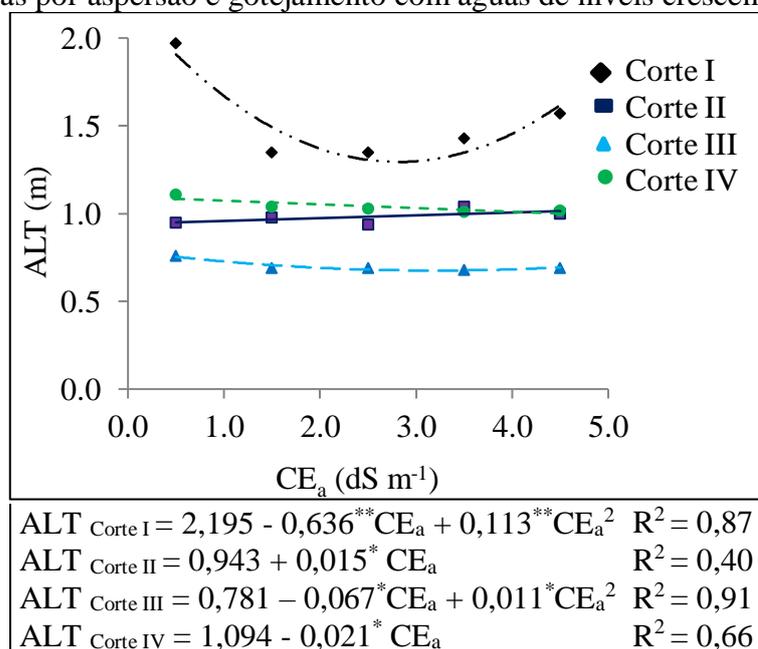
Além disso, na aspersão observam-se ciclos de umedecimento e secagem, o que resulta em maiores prejuízos à planta. Neste aspecto, o gotejamento torna-se o melhor método de irrigação, visto que o potencial mátrico é mantido próximo de zero no

ambiente radicular, o que reduz os efeitos osmóticos dos sais na planta (LACERDA et al., 2010).

Aquino e Berger (2011), analisando o crescimento e a produtividade do algodoeiro cultivado em solo arenoso irrigado pelos métodos de irrigação por aspersão e por gotejamento, observaram que não houve diferença entre a ALT obtida com o uso do método por aspersão convencional e por gotejamento.

Com relação à salinidade da água, no 1º corte, a ALT decresceu com efeito quadrático a partir de 1,91 m para a  $CE_a$  igual a 0,5  $dS\ m^{-1}$  até atingir o ponto mínimo de 1,30 m para a  $CE_a$  igual a 2,8  $dS\ m^{-1}$ , correspondente a 68,2% da ALT inicial, a partir daí crescendo até atingir a ALT de 1,62 m, correspondente a 85,1% da altura inicial para a  $CE_a$  igual a 4,5  $dS\ m^{-1}$  (Figura 3).

**Figura 3.** Altura de plantas (ALT) de capim Tanzânia obtida em sucessivos cortes, em plantas irrigadas por aspersão e gotejamento com águas de níveis crescentes de salinidade.



Parâmetros da equação: (\*\*) significativo a 0,01; (\*) significativo a 0,05 pelo teste t

Na condição ambiental em que os dados foram obtidos, verifica-se que o aumento da salinidade da água de irrigação estimulou o crescimento das plantas de capim Tanzânia, a partir da  $CE_a$  igual a 2,8  $dS\ m^{-1}$ . No 2º corte, a ALT cresce linearmente a partir de 0,95 m para a  $CE_a$  igual a 0,5  $dS\ m^{-1}$ , numa razão de 0,015 m para cada unidade de incremento na  $CE_a$ , até a ALT de 1,01 m para a  $CE_a$  igual a 4,5  $dS\ m^{-1}$ , o que corresponde a 106,3% da ALT inicial.

Houve, portanto, maior capacidade de as plantas serem tolerantes e se ajustarem osmoticamente a ambientes adversamente

salinos, não comprometendo o crescimento vegetativo. Esta tolerância também pode estar associada às baixas tensões da água no solo proporcionadas pela elevada frequência de irrigação.

Os valores elevados de ALT verificados nos ciclos I e II estão de acordo com os resultados obtidos por Bezerra et al. (2013) que, avaliando os efeitos da salinidade no comportamento germinativo e vegetativo de plantas jovens de *Parkinsonia aculeata*, verificaram que o aumento na salinidade do solo, ocasionado pelo aumento da  $CE_a$ , promoveu crescimento linear das plantas, correspondente a 0,56 cm

planta<sup>-1</sup> para cada incremento unitário da condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato.

No 3º ciclo, a ALT decresceu com efeito quadrático a partir de 0,75 m para a CE<sub>a</sub> igual a 0,5 dS m<sup>-1</sup> até atingir o ponto mínimo de 0,68 m para a salinidade da água igual a 3,0 dS m<sup>-1</sup>, correspondente a 90,5% da ALT inicial, a partir daí crescendo até atingir a ALT de 0,70 m para a CE<sub>a</sub> igual a 4,5 dS m<sup>-1</sup>, correspondente a 93,6% da altura inicial. No 4º ciclo, a ALT decresce linearmente a partir de 1,08 m para a CE<sub>a</sub> igual a 0,5 dS m<sup>-1</sup>, numa razão de 0,021 m para cada unidade de incremento na CE<sub>a</sub>, até a ALT de 1,00 m para a CE<sub>a</sub> igual a 4,5 dS m<sup>-1</sup>, o que corresponde a 92,2% da ALT inicial.

De acordo com Taiz e Zeiger (2013), a inibição do crescimento ocasionada pela salinidade se deve ao efeito osmótico, pois promove a seca fisiológica, assim como pode ocorrer o efeito tóxico, resultante da concentração de íons no

protoplasma. O acúmulo de sais no solo, ao longo dos ciclos da cultura, também contribuiu para a redução da altura média das plantas com o acréscimo da salinidade.

Resultados semelhantes foram encontrados por Camilo (2017), que verificou que a altura de plantas do capim *Panicum maximum* BRS Zuri foi sensível ao aumento da salinidade nas concentrações salinas de níveis de 1,8 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>, e por Maia et al. (2015), os quais observaram que a salinidade da água de irrigação diminuiu a altura máxima das plantas de capim Tanzânia.

## 5.2 Fitomassa fresca (FMF)

A salinidade da água de irrigação interferiu significativamente ( $p \leq 0,01$ ) sobre a produção de FMF em todos os cortes (Tabela 5). Não houve efeito significativo para a interação entre o nível de salinidade x método de irrigação nos quatro cortes analisados.

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância para fitomassa fresca (FMF) do capim Tanzânia obtida em sucessivos cortes, em plantas irrigadas por aspersão e gotejamento com águas de níveis crescentes de salinidade.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		FMF			
		Corte I	Corte II	Corte III	Corte IV
Salinidade (S)	[4]	9992,1972**	97626,0866**	10239,2416**	26044,8594**
Regressão linear	1	39658,4180**	372235,6125**	40293,2645**	97720,2000**
Regressão quadrática	1	7,5089 <sup>ns</sup>	1360,8229 <sup>ns</sup>	30,4514 <sup>ns</sup>	5170,7232*
Desvio de regressão	2	151,4310 <sup>ns</sup>	8453,9556**	316,6253 <sup>ns</sup>	644,2571 <sup>ns</sup>
Método de irrigação (M)	1	54,9902 <sup>ns</sup>	6809,4902**	4594,5922**	5141,5562*
Interação M x S	4	32,1465 <sup>ns</sup>	965,9084 <sup>ns</sup>	380,1279 <sup>ns</sup>	455,1331 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	125,6471	629,0652	320,1626	1006,8649
CV		7,15	5,39	10,08	6,58

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo a 0,05 e \*\* significativo a 0,01 de probabilidade pelo teste F

Com relação ao método de irrigação utilizado, apenas no 1º corte não foi

observada diferença significativa entre os dois métodos estudados (média de 156,74

g), sendo verificado efeito significativo a partir do 2º corte (Tabela 6), de modo que foram observados maiores valores para FMF no método de irrigação por gotejamento no 2º e 4º cortes (478,26 g e 493,68 g, respectivamente) em relação ao método de irrigação por aspersão (452,16 g

e 471,00 g, respectivamente). Somente no 3º corte é que maiores valores de FMF foram observados no método de irrigação por aspersão (188,15 g) em relação ao método de irrigação por gotejamento (166,72 g).

**Tabela 6.** Média de FMF (g) da parte aérea de plantas do capim Tanzânia obtida em sucessivos cortes, em plantas irrigadas por aspersão e gotejamento com águas de níveis crescentes de salinidade.

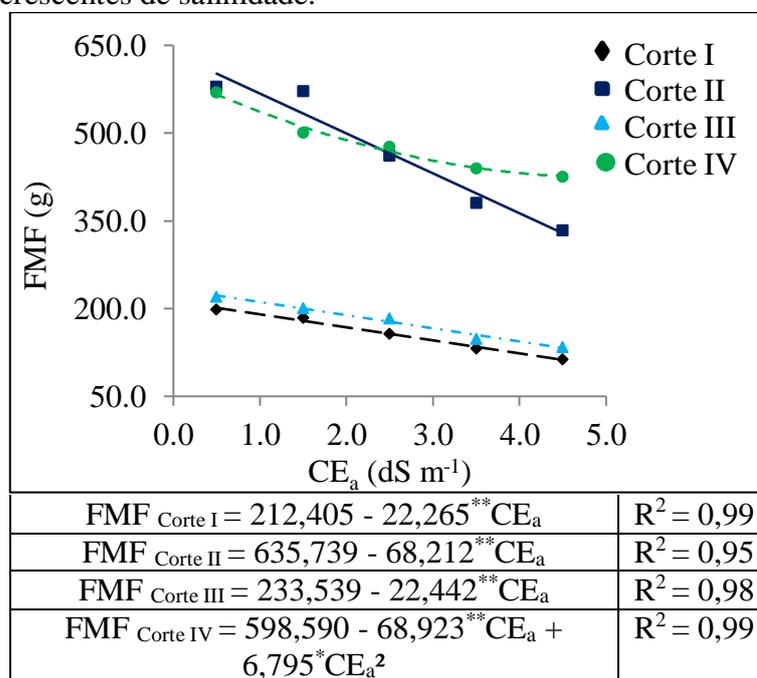
Método de irrigação	Corte I	Corte II	Corte III	Corte IV
Gotejamento	155,57 a	478,26 a	166,72 b	493,68 a
Aspersão	157,92 a	452,16 b	188,15 a	471,00 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey

Quanto à salinidade, no 1º ciclo a FMF reduz linearmente com o incremento da salinidade a partir de 201,3 g para a  $CE_a$  igual a 0,5 dS m<sup>-1</sup>, numa razão de 22,265 g

para cada unidade de incremento na  $CE_a$ , até atingir o valor mínimo de 112,2 g para a  $CE_a$  igual a 4,5 dS m<sup>-1</sup>, correspondente a 55,8% do valor da FMF inicial (Figura 4).

**Figura 4.** Fitomassa fresca da parte aérea de plantas (FMF) de capim Tanzânia obtida em sucessivos cortes, em plantas irrigadas por aspersão e gotejamento com águas de níveis crescentes de salinidade.



Parâmetros da equação: (\*\*) significativo a 0,01; (\*) significativo a 0,05 pelo teste t

No 2º corte, a FMF reduz a partir de 601,6 g para a  $CE_a$  igual a 0,5 dS m<sup>-1</sup>, numa razão de 68,212 g para cada unidade de incremento na  $CE_a$ , até atingir o valor

mínimo de 328,8 g para a  $CE_a$  igual a 4,5 dS m<sup>-1</sup>, correspondendo a 54,6% do valor da FMF inicial. No 3º corte, a FMF reduz a partir de 222,3 g para a  $CE_a$  igual a 0,5 dS

$m^{-1}$ , na razão de 22,442 g para cada unidade de incremento na  $CE_a$ , até atingir o valor mínimo de 132,6 g (59,6% da FMF inicial) para a  $CE_a$  igual a 4,5  $dS m^{-1}$ . No 4º corte a FMF decresceu com efeito quadrático a partir de 565,8 g para  $CE_a$  igual a 0,5  $dS m^{-1}$  até atingir o ponto mínimo de 426,0 g para o limite deste estudo, que foi a  $CE_a$  igual a 4,5  $dS m^{-1}$ , que corresponde a 75,3% do valor inicial.

Se analisarmos o efeito provocado pelo mesmo nível de salinidade nos sucessivos cortes na FMF, veremos que para água de 0,5  $dS/m$  a maior biomassa foi obtida no 2º e 4º corte e a pior no 1º e no 3º corte. A partir de 2,5  $dS/m$ , os valores mais expressivos foram obtidos no 4º corte. Valores maiores de biomassa também foram verificados por Maia et al., (2015) trabalhando com níveis de salinidade na água de irrigação para o capim Tanzânia, onde os maiores níveis de salinidade (6,0  $dS m^{-1}$ ) apresentaram acréscimos de 132% na produção de massa fresca.

A redução da FMF com o aumento da  $CE_a$  verificada em todos os ciclos pode

estar relacionada com a perda no teor de água das folhas nas plantas, como resposta das plantas à salinidade, mediante a sua capacidade de adaptação osmótica pela diminuição no teor de água nas folhas ou pelo aumento da concentração de solutos. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Gella et al. (2012) que, analisando a taxa de acúmulo de FMF de gramíneas do gênero *Cynodon* sob água residuária de indústria de farmoquímicos, com CE de 0,0; 3,1; 5,5; 7,9 e 10,5  $dS m^{-1}$ , verificaram que o teor de FMF do tecido vegetal diminui com o aumento da CE da água residuária.

### 5.3 Fitomassa seca (FMS)

Também foi verificado efeito significativo da salinidade da água para a FMS em todos os cortes (Tabela 7). Houve interação entre o nível de salinidade x método de irrigação ( $p \leq 0,05$ ) apenas no 1º corte, não se observando nos demais.

**Tabela 7.** Resumo da análise de variância para fitomassa seca da parte aérea (FMS) do capim Tanzânia obtida em sucessivos cortes, em plantas irrigadas por aspersão e gotejamento com águas de níveis crescentes de salinidade.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		FMS			
		Corte I	Corte II	Corte III	Corte IV
Salinidade (S)	[4]	341,1641**	2975,2516**	504,7579**	525,9419**
Regressão linear	1	-	8778,0500**	1792,0085*	2092,0351*
Regressão quadrática	1	-	1649,3575**	101,0610*	2,7972 <sup>ns</sup>
Desvio de regressão	2	-	736,7995**	62,9811*	4,4676 <sup>ns</sup>
Método de irrigação (M)	1	230,8802**	540,2250**	38,0250 <sup>ns</sup>	0,8122 <sup>ns</sup>
Interação M x S	[4]	88,7559*	43,9394 <sup>ns</sup>	4,5056 <sup>ns</sup>	85,1929 <sup>ns</sup>
		Aspersão	Gotejamento		
Regressão linear		704,7602**	465,8062**	-	-
Regressão quadrática		150,8145*	54,2145 <sup>ns</sup>	-	-
Desvio de regressão		118,7591*	53,2831 <sup>ns</sup>	-	-
Resíduo	30	24,0602	57,8905	16,0672	47,2504
CV		14,05	6,46	9,92	6,92

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo a 0,05 e \*\* significativo a 0,01 de probabilidade pelo teste F

Com relação à interação entre o nível de salinidade x método de irrigação, no 1º corte da cultura, houve diferença significativa entre os dois métodos utilizados quando se utilizou a água de nível

de salinidade igual a 1,5 dS m<sup>-1</sup> (Tabela 8), verificando-se maiores valores para FMS de plantas no método de irrigação por aspersão (48,40 g) em relação ao método de irrigação por gotejamento (33,23 g).

**Tabela 8.** Desdobramento da interação Método de irrigação x CE<sub>a</sub> para médias da FMS (g) da parte aérea de plantas obtidas no 1º corte do capim Tanzânia.

Método de irrigação	CE <sub>a</sub>				
	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5
Gotejamento	38,65 a	33,23 b	37,78 a	29,35 a	23,53 a
Aspersão	40,65 a	48,40 a	35,48 a	36,33 a	25,70 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey

No 2º corte, também foi observado efeito significativo entre os dois métodos de irrigação, verificando-se maiores valores para FMS de plantas no método de irrigação por gotejamento (121,51 g) em relação ao método de irrigação por aspersão (114,16

g). Não foi observada diferença significativa entre os dois métodos estudados no 3º e 4º cortes, registrando-se médias de 40,42 g e de 99,39 g, respectivamente (Tabela 9).

**Tabela 9.** Médias de FMS (g) da parte aérea de plantas do capim Tanzânia obtidas no 2º, 3º e 4º corte em função dos métodos de irrigação utilizados.

Método de irrigação	Corte II	Corte III	Corte IV
Gotejamento	121,51 a	39,45 a	99,25 a
Aspersão	114,16 b	41,40 a	99,53 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey

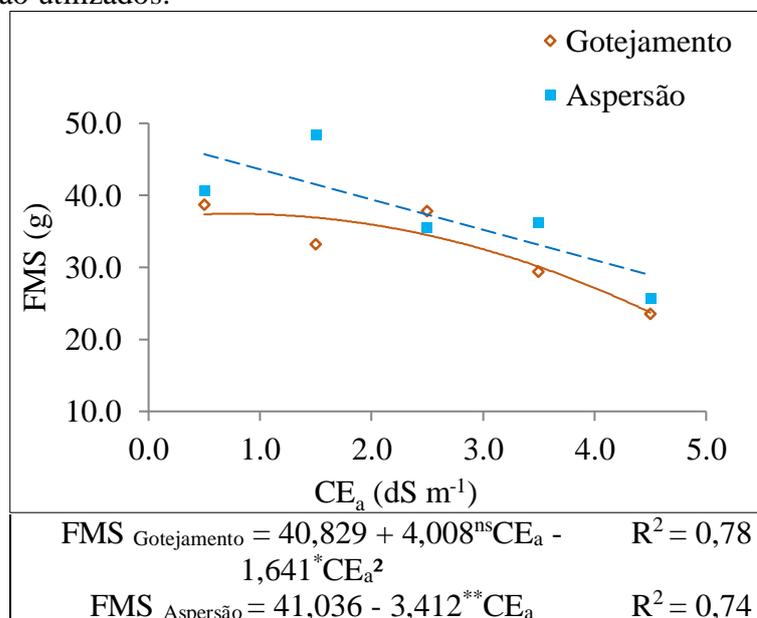
A interceptação de águas pelas folhas pode ser um componente que reduz o armazenamento de água no solo na avaliação do balanço hídrico, diminuindo o efeito da lixiviação de sais do solo, o que provavelmente induziu a uma menor produção de FMS no método de irrigação por aspersão no 2º corte. De acordo com Holanda et al. (2016), no método de irrigação por superfície gotejamento, a concentração de sais suportada pelas culturas é bem mais elevada do que no método de irrigação por aspersão.

Nos cortes III e IV, em que não houve diferença significativa na FMS em função dos métodos de irrigação, o efeito da salinidade da água foi menor em relação a

uma maior quantidade de sais depositada no solo, provavelmente devido a uma maior lixiviação dos sais e uma maior adaptação osmótica da cultura ao contato com os sais.

Houve efeito significativo do nível de salinidade no 1º corte nos dois métodos de irrigação utilizados, sendo que no método de irrigação por gotejamento a FMS cresceu suavemente, com efeito quadrático, a partir de 42,4 g para a  $CE_a$  igual a 0,5 dS  $m^{-1}$  até atingir o ponto máximo de 43,3 g para a  $CE_a$  igual a 1,2 dS  $m^{-1}$ , o que representa 102,0% da FMS inicial, a partir daí decrescendo até atingir a produção mínima de 25,6 g para a  $CE_a$  igual a 4,5 dS  $m^{-1}$ , relativa a 60,4% da FMS inicial (Figura 5).

**Figura 5.** Fitomassa seca da parte aérea (FMS) do 1º corte em função dos dois métodos de irrigação utilizados.



Parâmetros da equação: (ns) não significativo; (\*\*) significativo a 0,01; (\*) significativo a 0,05 pelo teste t

Já no método de irrigação por aspersão, a FMS reduziu linearmente com o incremento da salinidade a partir de 39,3 g

para a  $CE_a$  igual a 0,5 dS  $m^{-1}$ , numa razão de 3,4 g para cada unidade de incremento na  $CE_a$ , até atingir o valor mínimo de 25,7 g

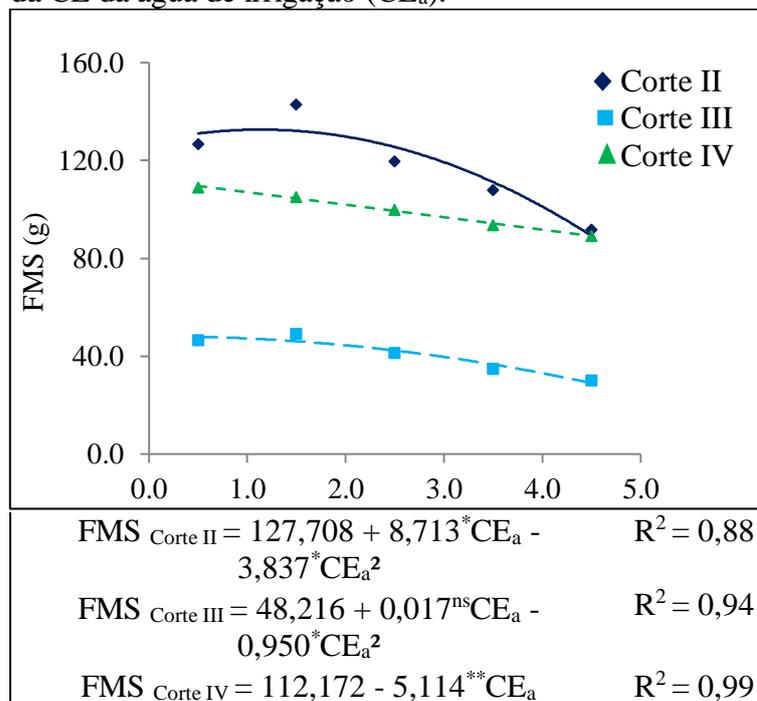
para a  $CE_a$  igual a  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ , o que representa 65,3% da FMS inicial.

Analisando-se a Figura 5, verifica-se que no estabelecimento inicial da cultura, as plantas irrigadas por aspersão apresentaram valores maiores de FMS em relação às plantas irrigadas por gotejamento, principalmente quando irrigado com águas de menor salinidade. Uma menor absorção de sais pelas folhas das plantas, evitando prejuízos no desenvolvimento da cultura, além do microclima criado pela irrigação por aspersão, devido ao umedecimento da parte aérea das plantas, pode ter facilitado o

perfilhamento do capim Tanzânia, o que aumenta a produção de massa seca.

Ainda com relação ao efeito da salinidade, observou-se decréscimo da FMS em razão do aumento da  $CE_a$  do 2º ao 4º corte (Figura 6). No 2º corte, a FMS cresceu suavemente, com um ajuste quadrático, a partir de 131,1 g para a  $CE_a$  igual a  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$  até atingir o ponto máximo de 132,7 g para a  $CE_a$  igual a  $1,1 \text{ dS m}^{-1}$ , correspondente a 101,2% da FMS inicial, a partir daí decrescendo até atingir a produção mínima de 89,2 g para a  $CE_a$  igual a  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ , relativa a 68,1% da FMS inicial.

**Figura 6.** Fitomassa seca da parte aérea (FMS) do 2º, 3º e 4º corte do capim Tanzânia em função da CE da água de irrigação ( $CE_a$ ).



Parâmetros da equação: (ns) não significativo; (\*\*) significativo a 0,01; (\*) significativo a 0,05 pelo teste t

No 3º corte, apesar do efeito quadrático, a FMS já decresceu a partir do limite mínimo de salinidade estudado, que foi a  $CE_a$  igual a  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ , cuja produção foi de 48,0 g, até atingir o valor de 29,1 g para a  $CE_a$  igual a  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ , o que representa 60,5% da FMS inicial. No 4º corte, a FMS decresce linearmente a partir de 109,6 g para a  $CE_a$  igual a  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ , na

razão de 5,1 g para cada unidade de incremento na  $CE_a$ , até atingir o valor mínimo de 89,2 g para a  $CE_a$  igual a  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ , o que representa 81,3% da FMS inicial.

A redução da FMS observada em todos os ciclos do capim Tanzânia condiz com o fato de que íons absorvidos e transportados para as folhas possivelmente excederam o limite necessário ao

ajustamento osmótico da planta e, desta forma, acarretaram danos ao crescimento das plantas (FLOWER e YEO, 1986). Com isto as plantas entram em senescência, demonstrando que a  $CE_a$  passa a limitar a produção devido à dificuldade de translocação de água e nutrientes pelos vasos condutores.

Resultados semelhantes foram obtidos por Dantas et al. (2006) que, avaliando a influência da salinidade na produção de biomassa seca da parte aérea de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), constatou que o tratamento salino provocou decréscimo na produção de biomassa seca, principalmente nos clones mais sensíveis à salinidade. Nesse sentido, Maia et al. (2015) também verificaram efeito negativo da salinidade na água sobre a massa seca de folhas do capim *Panicum maximum* cv. Tanzânia irrigado com  $CE_a$  de 0,5 a 6,0 dS  $m^{-1}$ .

Verificou-se um limite máximo da salinidade da água de irrigação tolerável pelas plantas de capim Tanzânia, ficando inviável a produção desta forrageira se a água disponível para a irrigação apresentar uma  $CE_a$  superior a 2,8 dS  $m^{-1}$ , o que representa, na pior das hipóteses aqui estudadas, 80,0% da produção de FMS observada no nível menos salino, obtida no método de irrigação por gotejamento do 1º corte. Este rendimento relativo nesse nível de salinidade a classifica como uma cultura moderadamente sensível, de acordo com a classificação de tolerância das culturas à salinidade (AYERS e WESTCOT, 1991).

Acima desta  $CE_a$  ocorre redução drástica na FMS das plantas, comprometendo, portanto, a produção total de forragem essencial para o desenvolvimento dos rebanhos. Silva (2017), avaliando a produção de FMS da gramínea *Panicum maximum* cv BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade, de 0,6 a 3,0 dS  $m^{-1}$ , verificou que a salinidade interferiu decisivamente na produção de matéria seca, inviabilizando a utilização, para irrigação de pastagens, de água cuja CE se mostrar superior a 3,0 dS  $m^{-1}$ .

## 6 CONCLUSÕES

A partir dos resultados de rendimento relativo, observa-se que *Panicum Maximum* cv. Tanzânia não apresentou tolerância à salinidade, sendo classificada como moderadamente sensível à salinidade da água de irrigação para este estudo.

Quando se utiliza água salobra, as plantas de capim Tanzânia irrigadas por gotejamento apresentaram resultados de produção mais expressivos em relação às plantas irrigadas por aspersão, com menores reduções das fitomassas fresca e seca.

Apesar da redução das fitomassas fresca e seca das plantas de capim Tanzânia à medida que aumenta a salinidade da água de irrigação, é possível se obter resultados expressivos de produção com uma  $CE_a$  máxima de 2,8 dS  $m^{-1}$ , com reduções máximas de 20% na produção fitomassa seca.

## 7 REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, J. **Evapotranspiration del cultivo: guias para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 2006. 298 p. (Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).

- AMORIM, A. V.; GOMES FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, p.113-121, 2010.
- ARAÚJO, V. S.; EKCLUND, C. R. B.; COELHO, F. C.; CUNHA, R. C. V.; LOMBARDI, C. T.; AGUIAR, R. S. Teor de proteína bruta e produtividade da forragem de milho utilizando resíduos da cultura de minimilho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Campos dos Goytacazes, v.9, p.266-276, 2010.
- AQUINO, L. A.; BERGER, P. G. Produtividade do algodoeiro irrigado por aspersão ou gotejamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 8.; COTTON EXPO, 1., 2011, São Paulo. **Anais [...]**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2011. 1 CD-ROM.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 29).
- BEZERRA, F. T. C.; ANDRADE, L. A. DE; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; BEZERRA, M. A. F. Emergência e crescimento inicial de plantas de *Parkinsonia aculeata* L. (Fabaceae) em substrato salino. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, p.611-618, 2013.
- BISCONER, I. Microirrigation system fundamentals. In: STETSON, L.E.; MECHAM, B.Q. (Ed). **Irrigation**. Falls Church: Irrigation association, 2011. Cap. 11, p.387 – 452.
- CAMILO, D. A. **Morfologia e trocas gasosas do capim *Panicum maximum* BRS Zuri sob salinidade e lâminas de irrigação**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2017.
- CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. **Mossoró: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico**. Mossoró: ESAM, 1995. (Coleção Mossoroense, série B).
- DANTAS, J. A.; BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P.; SANTOS, M. V. F. Efeito da salinidade sobre o crescimento e composição mineral de seis clones de *Pennisetum*. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.37, p.97-101, 2006.
- DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPMANS, J. W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; LOPES, P. P. Programa computacional para modelagem de curvas de retenção de água no solo (SWRC, versão 2.00). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, pp.191-192, jan./mar. 2000.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 1999.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: **sistema de análise de variância para dados balanceados**. Versão 5.1 Build 72. Lavras: DEX/ UFLA, 2007.

FLOWER, T. J.; YEO, A. R. Ion relations of plants under drought and salinity. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.13, p.75-91, 1986.

GELLA, T. L. B.; BERTONHA, A.; FREITAS, P. S. L.; CECATO, U. Produção de gramíneas do gênero *Cynodon* sobre lâminas de efluentes de indústria farmoquímica. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v.5, p.135-150, 2012. Edição Especial.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C.; SÁ, F. V. S. 2016. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (eds.). **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. Fortaleza, INCTSal, p.35-50.

LACERDA, C. F.; COSTA, R. N. T.; BEZERRA, M. A.; NEVES, A. L. R.; SOUSA, G. G.; GHEYI, H. R. 2016. Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (eds.). **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. Fortaleza, INCTSal, p.337-352.

LEMOS, N. L. S.; CAVALCANTE, A. C. R.; SILVA, T. G. F.; PEZZOPANE, J. R. M.; SANTOS, P. M.; CÂNDIDO, M. J. D. Agro-climatic suitability and water requirement for Tanzania Guinea grass cultivation in the state of Ceará. **Revista Caatinga**, Mossoró, vol.30, no.4, Oct./Dec. 2017.

MAIA, P. M. E.; DIAS, N. S.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, L. F. C.; SANTOS JÚNIOR, J. A. Interação salinidade e nitrogênio sobre os componentes de produção do capim Tanzânia. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. Fortaleza. v.9, nº.4, p. 259 - 268, 2015.

MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, p.469-472. 2003.

PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; SOUSA NETO, E. R.; GHEYI, H. R.; Matos, J. A. de. Viabilidade da irrigação do meloeiro com águas salinas em diferentes fases fenológicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, p.453-459. 2006.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Coluna de areia para medir a retenção de água no solo: protótipos e teste. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p.1931-1935, 2006.

RODRIGUES, B. H. N.; ANDRADE, A. C.; MAGALHÃES, J. A.; BASTOS, E. A.; SANTOS, F. J. S. Evapotranspiração e coeficiente de cultura do capim-Tanzânia. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Embrapa Meio-Norte**, Teresina, n. 98, 2011.

SANTOS, D. B.; VOLTOLINI, T. V.; AZEVEDO, C. A. V.; NOGUEIRA, D. M.; SILVA, A. S.; MEDEIROS, S. S. Tolerância do capim marandu a salinidade. **Revista Educação Agrícola Superior**, Campina Grande, v.28, p.63-66, 2013.

SHARMA, B. R.; MINHAS, P. S. Strategies for managing saline/alkali waters for sustainable agricultural production in South Asia. **Agricultural Water Management**, Elsevier, v.78, p.136-151, 2005.

- SILVA, J. S. **Evapotranspiração e produção de melancia sob diferentes níveis de nitrogênio e da salinidade da água de irrigação**. 2010. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2010.
- SILVA, E. B. **Composição mineral e química em *panicum maximum* cv. BRS Zuri submetida a diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2017.
- SIMÃO, S. Irrigação de alface. **Anais da Esalq**, Piracicaba, v. 12, p. 121-128, 1956.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- VAN GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, p. 892-898, 1980.
- VIEIRA, M. R.; LACERDA, C. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; CARVALHO, P. L.; COSTA, R. N. T.; TABOSA, J. N. Produtividade e qualidade da forragem de sorgo irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, p. 42-46, 2005.