



# Produtividade e qualidade da forragem de sorgo irrigado com águas salinas<sup>1</sup>

Mauro R. Vieira<sup>2</sup>; Claudivan F. de Lacerda<sup>2</sup>; Magno J. D. Cândido<sup>3</sup>; Ponciana L. de Carvalho<sup>2</sup>; Raimundo N. T. Costa<sup>2</sup> & José N. Tabosa<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal do Ceará - UFC

<sup>2</sup> DENA/UFC, CP 12.168, Campus do Pici, Bloco 804, CEP 60.021-970. Fortaleza, CE. Fone: (85) 4008-9686, fax: (85) 4008-9755; E-mails: maurocmid@yahoo.com.br, cfeitosa@ufc.br, cianapon@bol.com.br, rntcosta@ufc.br

<sup>3</sup> Depto. de Zootecnia/UFC, Campus do Pici, fone: (85) 4008-9711 e-mail: mjdccandido@gmail.com

<sup>4</sup> IPA/PE, Recife, PE. Fone: (81) 2122-7274. E-mail: tabosa@ipa.br

Protocolo 84

**Resumo:** Avaliaram-se a produtividade e a composição químico-bromatológica de dois genótipos de sorgo forrageiro, CSF 18 e CSF 20, irrigados com águas de diferentes níveis de salinidade, 0,90 (água do poço), 2,60, 4,20 e 5,80 dS m<sup>-1</sup>. O experimento foi instalado no delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições; o estudo foi desenvolvido em condições de campo, na estação seca, em um Argissolo Vermelho Amarelo com espaçamento de 0,80 x 0,10 m. Após 112 dias da semeadura, plantas com panículas abertas foram colhidas e, nas amostras pré-secadas e trituradas em moinho tipo Wiley, realizaram-se as análises laboratoriais. A salinidade da água de irrigação reduziu a altura da planta e a produtividade de matéria seca, especialmente no genótipo CSF 18. A salinidade reduziu os teores de proteína bruta e o rendimento de proteína nos dois genótipos e reduziu os teores de carboidrato apenas no genótipo CSF 18. Não se constataram efeitos da salinidade sobre o teor de fibra, em detergente neutro e ácido.

**Palavras-chave:** estresse salino, *Sorghum bicolor*, irrigação, análises bromatológicas

## Productivity and forage quality of sorghum irrigated with saline waters

**Abstract:** The dry matter yield and the chemical composition of two sorghum genotypes, CSF 18 and CSF 20, irrigated with waters of different salt levels, 0.90 (well water), 2.60, 4.20 and 5.80 dS m<sup>-1</sup>, were evaluated. A completely randomized block design, in a factorial arrangement (2 x 4), with four replicating was adopted. The experiment was set up in the field, during the dry season, in spacing of 0.80 x 0.10 m. At 112 days after sowing, the plant height was measured and the plants were harvested to evaluate biomass production and chemical composition. Plants containing completely open panicles were harvested and pre-dried and triturated samples were used to perform bromatologic analysis. Increase in salt levels in irrigation water reduced plant height and yield, especially in CSF 18 genotype. Salinity also reduced crude protein and protein yield in both genotypes, but reduced soluble carbohydrates only in CSF 18 genotype. On the other hand, effects of saline water on the neutral and acid detergent fiber levels were not observed.

**Key words:** salt stress, *Sorghum bicolor*, irrigation, bromatologic analysis.

## INTRODUÇÃO

A agricultura irrigada se constitui em um dos principais fatores para o desenvolvimento de regiões semi-áridas do mundo, sendo responsável por grande parte do fornecimento de alimentos para o homem e os animais domésticos (Souza, 2000); no entanto, a região semi-árida do Nordeste Brasileiro, além da escassez de recursos hídricos para atender às

necessidades da população, também se defronta com o problema do alto teor de sais em parte das fontes de água subterrâneas e superficiais. Essas fontes de água salina, embora inadequadas para o consumo humano, poderão se tornar, cada vez mais, necessárias para a agricultura irrigada, devido à escassez de recursos hídricos e ao aumento da demanda (Rhoades et al., 1992; Seckler et al., 1998).

O sorgo, reconhecido por sua tolerância moderada ao estresse salino (Ayers & Westcot, 1999), pode se constituir uma alternativa para cultivos em que se utilizem recursos salinos. O uso do sorgo se justifica, também, por suas características bromatológicas que, à semelhança do milho, possibilitam fermentação adequada e conseqüente armazenamento sob forma de silagem, pelos teores elevados de carboidratos solúveis e, até mesmo, de proteína bruta, em algumas variedades, e por suas características agrônômicas que, entre outras, incluem moderada resistência à seca (Tabosa et al., 2002) e elevada produtividade de biomassa (Oliveira, 1983).

Neste trabalho, buscou-se avaliar a produtividade e a composição químico-bromatológica da forragem de dois genótipos de sorgo forrageiro irrigados com águas contendo quatro níveis de salinidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado no campo, durante a estação seca do ano de 2004, em uma área de Argissolo Vermelho Amarelo, localizada no Laboratório de Hidráulica e Irrigação da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza (3° 45'S; 38° 33' W). As principais características físico-químicas do solo são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo da área experimental

Característica	Profundidade (m)		
	0 a 0,30	0,30 a 0,60	0,60 a 0,90
Classe Textural	Franco arenosa	Franco argilo arenosa	Franco argilo arenosa
Dens. Solo (kg dm <sup>-3</sup> )	1,40	1,41	1,29
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,00	1,00	1,60
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,00	1,00	1,40
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,07	0,06	0,05
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,27	0,26	0,17
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,14	2,31	1,15
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,05	0,30	0,15
pH em água (1:2,5)	5,7	4,6	4,6
CE (dS m <sup>-1</sup> )	0,44	0,45	0,35

As sementes de dois genótipos de sorgo forrageiro, CSF 18 e CSF 20, cedidas pelo IPA (Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária), foram postas para germinar no campo utilizando-se do espaçamento 0,8 x 0,1 m. Após o estabelecimento (cerca de 10 dias após a semeadura), as plantas passaram a ser irrigadas com água com quatro diferentes condutividades elétricas: 0,90 (água de poço), 2,6, 4,2 e 5,8 dS m<sup>-1</sup>. Para o preparo das soluções salinas, utilizaram-se dos sais NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, dissolvidos na água do poço, na proporção de 7:2:1, obedecendo-se à relação entre a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e sua concentração (mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup> = CE x 10), extraída de Rhoades et al. (1992). A água foi aplicada em sulcos e sua quantidade foi calculada para atender às necessidades da cultura, através de dados de uma estação meteorológica localizada a cerca de 40 m do local do experimento, adicionando-se a fração de lixiviação

calculada de acordo com Ayers & Westcot (1999). O total de precipitação durante o período experimental foi de apenas 20 mm. A adubação das plantas seguiu a recomendação de Fernandes (1993).

O experimento obedeceu a um delineamento experimental em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, em esquema fatorial 2 x 4 (dois genótipos de sorgo x quatro níveis de salinidade da água), com quatro repetições. As parcelas foram formadas pelos níveis de salinidade da água de irrigação (quatro) e as subparcelas corresponderam aos genótipos (dois). Cada subparcela teve o comprimento de 3,0 m e três linhas de plantio, sendo a fileira central a parcela útil.

A colheita foi realizada após 112 dias da germinação, quando as plantas apresentavam panículas completamente abertas, o que é recomendado para genótipos de sorgo semi-sacarino. Medida a altura das plantas, em seguida elas foram colhidas, dividindo-se em quatro frações: folhas, colmos + bainhas, panícula e material morto. Para avaliação da forragem, colheram-se amostras de cerca de 500 g de cada fração da planta e, nas amostras pré-secadas e trituradas em moinho tipo Wiley com peneira de 1,0 mm, determinaram-se os teores de matéria seca, do resíduo mineral, de proteína bruta (AOAC, 1980), de fibra em detergente neutro, de fibra em detergente ácido (Silva & Queiroz, 2002) e os teores de carboidrato solúveis em água (Dubois et al., 1976).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e de regressão. A escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes de regressão, ao nível de 1 e 5% de probabilidade. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas, adotou-se o procedimento do programa SAEG/UFV (Ribeiro Junior, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises estatísticas evidenciaram diferenças entre os genótipos, tanto em relação às características de crescimento, quanto em relação à qualidade da forragem, excetuando-se a percentagem e o rendimento de proteína bruta (Tabela 2). Por outro lado, o aumento nos níveis de sais na água de irrigação afetou o rendimento e a qualidade da forragem, não sendo, porém, verificadas alterações significativas nos teores de fibras.

O teor de matéria seca não foi influenciado ( $p > 0,05$ ) pela salinidade, mas diferiu ( $p < 0,01$ ) entre os genótipos. No genótipo CSF 18, a percentagem de matéria seca foi de 28,09%  $\pm$  0,30, enquanto no genótipo CSF 20 o teor de matéria seca médio foi de

25,16%  $\pm$  0,43. A produção de matéria seca não diferiu entre os dois genótipos quando eles foram irrigados com água do poço, ou seja, água de baixa salinidade (Figura 1), e os valores encontrados estão dentro das variações observadas por outros autores. Por exemplo, Corrêa (1996), em estudo comparativo com treze híbridos de sorgo, encontrou produção de matéria seca variando de 0,41 a 1,47 kg m<sup>-2</sup>, constituindo-se nos maiores valores relativos aos híbridos de maior altura. O aumento na concentração de sais na água de irrigação reduziu a produção de matéria seca, sendo que os efeitos foram maiores no genótipo CSF 18, confirmando resultados obtidos por outros

Tabela 2. Valores de quadrados médios e significância estatística para as variáveis: altura da planta (AP), teor de matéria seca (MS), rendimento de matéria seca (RMS), proteína bruta (PB), rendimento de proteína bruta (RPB), teor de fibra em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA), de resíduo mineral (RM) e de carboidratos solúveis em água (CS)

Fontes de variação	Quadrado Médio								
	AP	MS	RMS	PB	RPB	FDN	FDA	RM	CS
Tratamento	0,158**	0,716 ns	0,075*	0,683*	0,0005**	3,260 ns	1,463 ns	0,620*	120,9**
Genótipo	6,319**	68,90**	0,195**	0,171 ns	0,0002 ns	226,7**	30,06**	2,439**	37,38**
Trat x Gen	0,018 ns	0,400 ns	0,026 ns	0,131 ns	0,00001 ns	0,625 ns	1454 ns	0,070 ns	90,43**
Resíduo	0,029	1,443	0,020	0,186	0,00006	2,518	1,378	0,206	3,846
CV (%)	4,3	4,5	9,9	8,9	11,3	3,4	4,4	11,5	11,9

\*Significativo pelo teste F a 5%; \*\*Significativo pelo teste F a 1%; ns = Não significativo

autores (Lacerda et al., 2001). Comparando-se a produtividade das plantas submetidas aos tratamentos extremos, isto é, águas de irrigação com 0,9 e 5,8 dS m<sup>-1</sup>, notou-se redução de 23% no genótipo CSF 18 e de 8% no genótipo CSF 20, o que representariam decréscimos estimados de 0,34 e 0,12 kg de matéria seca por metro quadrado, respectivamente.

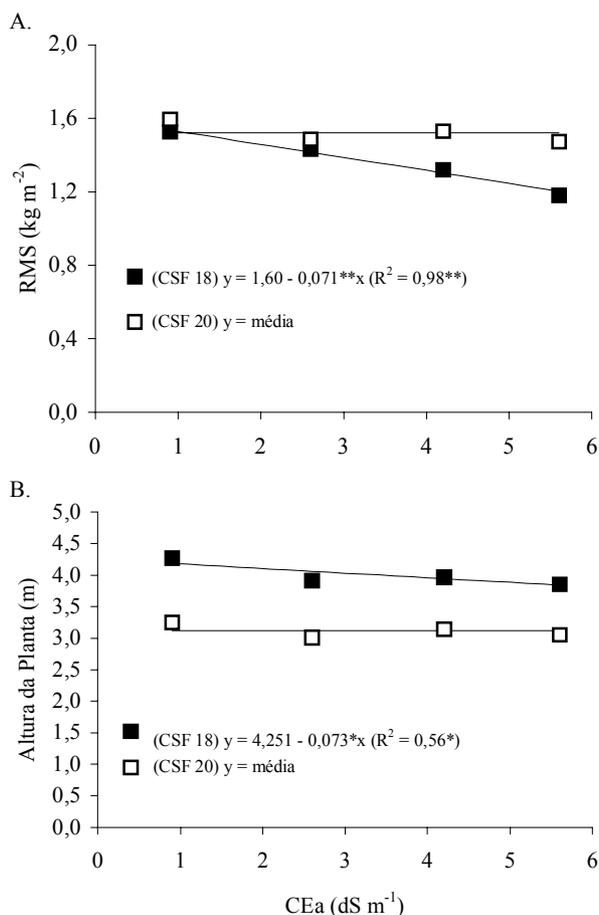
A altura das plantas não se mostrou tão sensível à aplicação de águas salinas quanto a produção de matéria seca (Figura 1), sendo observadas reduções de até 10 e 6% nos genótipos CSF 18 e CSF 20, respectivamente. O genótipo CSF 18 apresentou maior altura que o genótipo CSF 20, entretanto, com menor produção de matéria seca. Estes resultados divergem dos obtidos por outros autores, que têm constatado correlação

positiva entre essas duas variáveis de crescimento em outros genótipos de sorgo (Gontijo Neto et al., 2002).

Os valores médios registrados para teor de carboidratos solúveis (Figura 2) são semelhantes aos valores encontrados em sorgo por outros autores, elevando-se esses teores com a maturidade da planta, devido à maior proporção dos colmos nessa fase do desenvolvimento (Oliveira, 1983; Gontijo Neto et al., 2004). Por ocasião da colheita, cerca de 75% da matéria seca dos dois genótipos eram compostas de colmos e bainhas (Tabela 3), justificando os elevados teores de carboidratos solúveis encontrados. Os carboidratos solúveis são importantes para a palatabilidade e adequação do processo fermentativo na massa ensilada, cujos teores são bastante influenciados pelas condições ambientais (Gontijo Neto et al., 2004). No presente estudo, verificou-se que o aumento da salinidade reduziu os teores de carboidratos solúveis, apenas no genótipo CSF 18, como conseqüência, principalmente, da redução nos teores nos colmos. Embora esta redução nos carboidratos solúveis possa prejudicar a palatabilidade, ela não chegou, no entanto, a afetar o potencial desse genótipo para a ensilagem, visto seu teor ter ficado acima de 6,0 a 8,0% (com base na matéria seca), valores considerados necessários para que ocorra boa fermentação (McCullough, 1973 apud Gourley & Lusk, 1977).

Os valores encontrados para os teores de FDN variaram de 43 a 51% (Figura 2), estando próximos, porém abaixo da maioria dos dados reportados na literatura (Gomide, 1987; Gontijo Neto et al., 2004). Por outro lado, os teores de FDA oscilaram de 25 a 29%, dentro, portanto, da faixa encontrada para outros genótipos de sorgo por Gontijo Neto et al. (2004), que foi de 25 a 31%. De modo geral, os teores de FDN e FDA foram maiores no genótipo CSF 18, porém não se verificou efeito algum da salinidade da água de irrigação sobre essas duas variáveis. Os teores de FDN e FDA, aqui reportados, caracterizam os dois genótipos de sorgo estudados, como bons recursos forrageiros, já que, segundo van Soest (1965), teores de FDN apenas acima de 50 a 60% é que podem comprometer o consumo de forragem pelo animal. O resíduo mineral aumentou em função do aumento da salinidade nos dois genótipos, em que os maiores valores encontrados foram no genótipo CSF 20. Ressalta-se que, mesmo no maior nível de salinidade, os teores de cinza foram baixos, não comprometendo a composição químico-bromatológica da forragem.

Os teores de proteína bruta foram similares para os dois genótipos (Figura 3), com os valores médios em torno de 5,0% na matéria seca. Esses valores são considerados baixos quando comparados com outros da literatura, para a cultura do sorgo



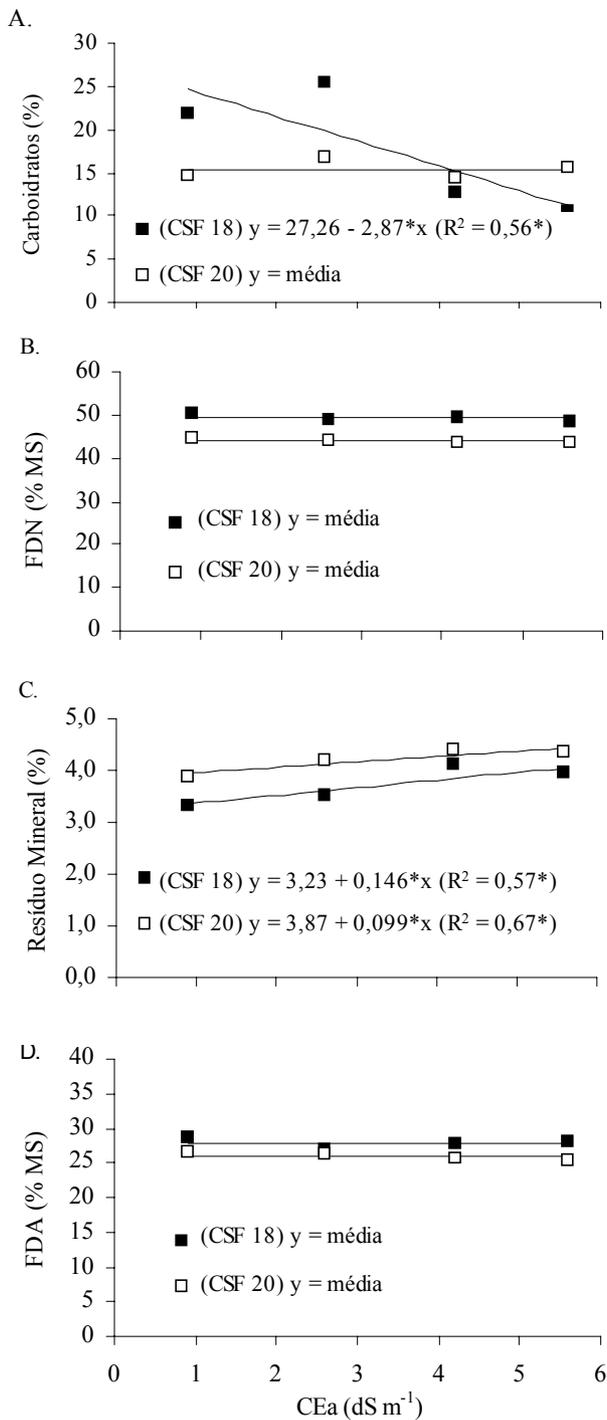
\*Significativo pelo teste F a 5%; \*\*Significativo pelo teste F a 1%

Figura 1. Produtividade de matéria seca (A) e altura (B) de plantas de sorgo forrageiro irrigadas com águas com crescentes concentrações de sais

Tabela 3. Partição da matéria seca da parte aérea, em porcentagem, entre os diversos órgão da planta<sup>1</sup>

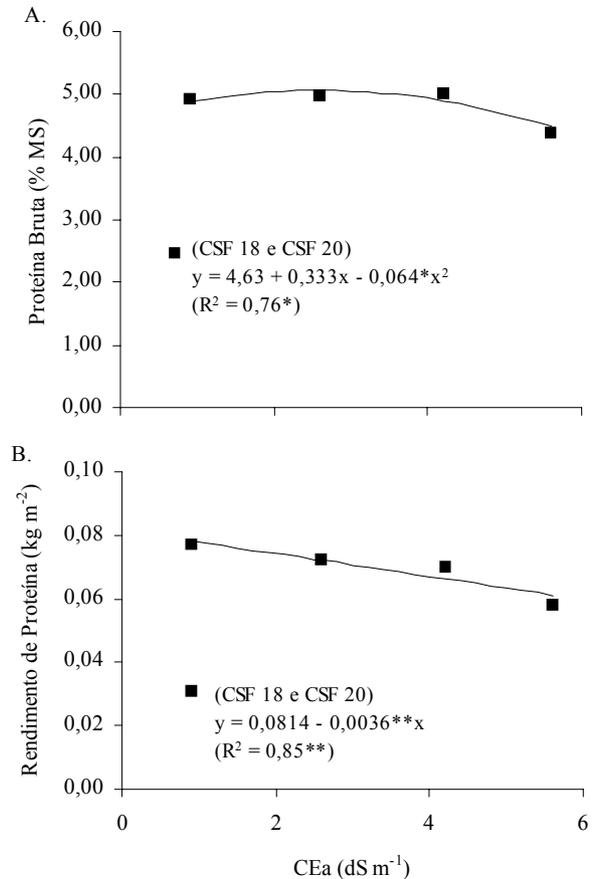
CEa (dS m <sup>-1</sup> )	Folhas		Colmos + Bainhas		Paniculas		Material Morto	
	CSF 18	CSF 20	CSF 18	CSF 20	CSF 18	CSF 20	CSF 18	CSF 20
0,9	15,2±0,9	15,8±1,9	75,0±3,7	73,7±2,4	7,6±2,5	5,9±0,9	2,2±0,8	4,6±0,3
2,6	16,8±1,5	15,9±0,9	74,3±1,2	72,5±2,9	6,3±0,6	6,8±1,8	2,6±0,6	4,8±1,2
4,2	17,3±1,4	16,3±2,6	73,8±1,7	73,7±2,3	6,4±0,9	5,9±0,4	2,5±0,5	4,1±0,7
5,8	15,3±2,9	14,7±2,9	75,0±1,8	73,6±2,5	6,4±0,7	6,2±1,2	3,3±1,3	5,5±2,2

<sup>1</sup>valores médios ± desvio padrão



\*Significativo pelo teste F a 5%; \*\*Significativo pelo teste F a 1%

Figura 2. Teor de carboidratos solúveis (A), fibras em detergente neutro (B), resíduo mineral (C) e fibras em detergente ácido (D) em plantas de sorgo forrageiro irrigadas com água com crescentes níveis de salinidade



\*Significativo pelo teste F a 5%; \*\*Significativo pelo teste F a 1%.

Figura 3. Teores de proteína bruta (A) e rendimento de proteína por metro quadrado (B), em plantas de sorgo forrageiro irrigadas com água com crescentes níveis de salinidade.

(Oliveira, 1983; Cândido et al., 2002; Gontijo Neto et al., 2002). Por exemplo, Gontijo Neto et al. (2002), trabalhando com cinco genótipos de sorgo, encontraram valores na faixa de 5,36 a 8,08%, cujas variações ocorreram em função das características dos genótipos e do nível de adubação NPK. Os baixos valores encontrados no presente estudo são devidos, em parte, à elevada proporção de colmos nos dois genótipos estudados (Tabela 3), tendo esta parte da planta apresentado um teor médio de proteína bruta inferior a 2,5%.

A salinidade da água de irrigação provocou reduções nos teores de proteína bruta, sendo essas reduções significativas apenas no nível mais elevado de sais. As reduções nos teores de proteína podem ser consequência de reduções na aquisição de nitrogênio pela planta ou de alterações na alocação e partição de assimilados dentro da planta. Por outro lado, o rendimento de proteína bruta (kg m<sup>-2</sup>) foi afetado pela salinidade, devido à redução no teor de proteína bruta (Figura 3) e à redução no

rendimento de matéria seca (Figura 1). No nível mais elevado de sais na água de irrigação, baixou em 25%, em média, o rendimento de proteína bruta por hectare, representando decréscimo estimado de aproximadamente 0,02 kg m<sup>-2</sup>.

## CONCLUSÕES

1. A aplicação de águas salinas reduziu o rendimento de matéria seca da forragem e de proteína bruta
2. O genótipo CSF 20 tem maior grau de tolerância à salinidade e, também, maior estabilidade na percentagem de carboidratos solúveis na forragem
3. Os teores de proteína bruta decresceram com a elevação na salinidade da água aplicada, notadamente no nível mais elevado de sais
4. A manutenção de níveis adequados de fibra e de cinza, sugere o uso potencial da forragem de sorgo, mesmo quando irrigado com águas salinas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, o suporte financeiro.

## LITERATURA CITADA

- AOAC - Association Official Analytical Chemist. Official methods of analysis. 13 ed., Washington, D.C: AOAC International, 1980. 1015p.
- Ayers, R.S.; Westcot, D.W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p
- Cândido, M. J. D.; Obeid, J. A.; Pereira, O. G.; Cecon, P. R.; Queiroz, A. C.; Paulino, M. F.; Gontijo Neto, M. M. Valor nutritivo de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob doses crescentes de adubação. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.31, n.1, p.20-29, 2002.
- Corrêa, C.E.S. Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em diferentes estágios de maturação. Belo Horizonte: UFMG, 1996. 78p. Dissertação Mestrado.
- Dubois, M.; Gilles, K.A.; Hamilton, J.K.; Rebers, P.A.; Smith, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry, Washington, v.28, p.350-356, 1976.
- Fernandes, V.L.B. Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará. Fortaleza: UFC, 1993. 248p.
- Gomide, J.A.; Zago, C.P.; Cruz, M.E. Milho e sorgo em cultivos puros ou consorciados com soja, para produção de silagem. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.16, n.4, p.308-317, 1987.
- Gontijo Neto, M.M.; Obeid, J.A.; Pereira, O.G.; Cecon, P.R.; Cândido, M.J.D.; Miranda, L. F. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação. rendimento, proteína bruta e digestibilidade in vitro. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.31, n.4, p.1640-1647, 2002.
- Gontijo Neto, M.M.; Obeid, J.A.; Pereira, O.G.; Cecon, P.R.; Zago, C.P.; Queiroz, A.C.; Cândido, M.J.D.; Miranda, L.F. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação. características agrônômicas, carboidratos solúveis e estruturais da planta. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.33, n.7, p.1975-1984, 2004.
- Gourley, L.M.; Lusk, F.W. Sorghum silage quality as affected by soluble carbohydrate, tannins and other factors. In: Annual Corn and Sorghum Research Conference, 32, Mississippi, 1977. Proceedings... Mississippi: Mississippi State University, 1977. p.157-170.
- Lacerda, C.F.; Cambraia, J.; Cano, M.A.O.; Ruiz, H.A. Plant growth and solute accumulation and distribution in two Sorghum genotypes, under NaCl stress. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Londrina, v.13, n.3, p.270-284, 2001.
- Oliveira, J.A. Influência do estágio de maturação do sorgo forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, sobre o rendimento e qualidade das forragens e respectivas silagens. Fortaleza: UFC, 1983. 50p. Dissertação Mestrado
- Rhoades, J.P.; Kandiah, A.; Mashali, A.M. The use of saline waters for crop production. Roma: FAO, 1992. 133p. FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48
- Ribeiro Júnior, J.I. Análises Estatísticas no SAEG. Viçosa: Editora UFV, 2001. 301p.
- Seckler, D.; Amarasinghe, U.; Moldem, D.; Silva, R.; Baker, R. World water demand and supply, 1990 to 2025: Scenarios and Issues. Colombo: International Water Management Institute, 1998. 41p. Research Report 19
- Silva, D.J.; Queiroz, A.C. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3 ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.
- Souza, F. Irrigação Desenvolvimento e Tecnologia. Fortaleza: Imprensa Universitária/UFC, 2000. 94p.
- Tabosa, J.N.; Reis, O.V.; Brito, A.R.M.B.; Monteiro, M.C.D.; Simplicio, J.B.; Oliveira, J.A.C.; Silva, F.G.; Azevedo Neto, A.D.; Dias, F.M.; Lira, M.A.; Tavares Filho, J.J.; Nascimento, M.M.A.; Lima, L.E.; Carvalho, H.W.L.; Oliveira, L.R. Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecológicos dos Estados de Pernambuco e Alagoas. Revista Brasileira de milho e sorgo, Sete Lagoas, v.1, n.2., p.47-58, 2002.
- van Soest, P.J. Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. Journal of Animal Science., Champaign, v.24, n.3, p.834-843, 1965.