

USO DE ÁGUA SALINA E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE SORGO NO NORDESTE BRASILEIRO

A. R. F. C. da Costa¹; J. F. de Medeiros²; J. P. N. da Costa³; M. V. T. da Silva⁴,
V. A. da S. Lino⁴

RESUMO: O sorgo é uma alternativa para produção de etanol, açúcar e material forrageiro em regiões semiáridas, onde os estresses hídrico e salino são comuns. Considerando que o sorgo é uma gramínea de comprovada resistência à seca e adaptada às condições edáficas destas regiões, objetivou-se avaliar a produtividade total e de colmos, em termos de massa fresca e seca, de grãos e o ° Brix de cultivares de sorgo (BRS 506, IPA 2502 e Ponta Negra), submetidas a diferentes concentrações salinas da água de irrigação (CE = 0,8; 2,4; 3,4; e 4,8 dS m⁻¹) e lâminas de irrigação (306, 378 e 490 mm). Os fatores estudados foram arranjados em parcelas subdivididas (4x3)x3, sendo as quatro concentrações salinas e as três lâminas em fatorial nas parcelas e as três cultivares nas subdivididas, e delineados em blocos casualizados com quatro repetições. Observou-se que a redução de 23% da lâmina considerada potencial para a cultura não prejudicou o rendimento total e de colmos das cultivares de sorgo BRS 506 e Ponta Negra havendo um aumento de produtividade total (5 e 7%) e de colmos (6 %) quando reduzida a lâmina de irrigação, para as respectivas cultivares. Apenas a cultivar BRS 506 apresentou redução de rendimento (total – 20%, de colmos frescos – 21% e de massa seca de colmos – 30%) e incrementou o teor de sólidos solúveis em 2% quando irrigada com água de CE = 4,8 dS m⁻¹ em relação a água de CE 0,8 dS m⁻¹. Não houve efeito significativo das lâminas de irrigação e da salinidade da água de irrigação sobre a massa de 100 grãos e produtividade de grãos das cultivares de sorgo.

PALAVRAS-CHAVE: cultivares, salinidade, lâminas de água

USE OF SALINE WATER AND IRRIGATION DEPTHS FOR SORGHUM PRODUCTION IN NORTHEAST BRAZIL

¹Pós-doutoranda em Engenharia Agrícola; Universidade Federal Rural do Semiárido; Mossoró, RN; andreaquel19@hotmail.com;

²Engenheiro Agrônomo; Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN;

³Doutorando em Engenharia Agrícola; Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN;

⁴Mestrando em Engenharia Agrícola; Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN.

SUMMARY: Sorghum is an alternative for the production of ethanol, sugar and forage in semiarid regions, where saline and water stresses are common. Considering that sorghum is a grass of proven resistance to drought, as adapted to the edaphic conditions of these regions, the objective was to evaluate the total and stalks productivity, in terms of fresh and dry mass, and grain and the BRIX of cultivars of sorghum (BRS 506, IPA 2502, and Ponta Negra) submitted to saline concentrations of irrigation water (0.8, 2.4, 3.4, and 4.8 dS m⁻¹), and irrigation depths (306, 378 and 490 mm). The factors studied were arranged in subdivided plots (4x3) x 3, with four saline concentrations and three depths slides in factorial and the three cultivars in the subdivided plots, delineated in randomized blocks with four replicates. It was observed that the 23% reduction of the depth considered as potential for the crop did not affect the total and stalks productivity of sorghum cultivars BRS 506 and Ponta Negra, with an increase in total and stalks productivity of 5 and 7% and 6% when the irrigation depth was reduced, for the respective cultivars. Only the cultivar BRS 506 showed a reduction in productivity (total – 20%, fresh stalks – 21% and dry matter of stalks - 30%) and increased the soluble solids content by 2% when irrigated with water of CE = 4.8 dS m⁻¹ relative to water of CE 0.8 dS m⁻¹. There wasn't significant effect of irrigation depths and irrigation water salinity on the mass of 100 grain and grain productivity of sorghum cultivars.

KEYWORDS: cultivars, salinity, water depths

INTRODUÇÃO

O uso de água salina na agricultura pode ser considerado uma alternativa importante na utilização dos recursos naturais escassos, além disto, é um dos grandes desafios de pesquisadores e produtores agrícolas, em virtude principalmente da escassez de água de boa qualidade, buscando obter produtividades economicamente viáveis e produtos com qualidade, utilizando água de qualidade inferior (COSTA et al., 2012).

Algumas alternativas têm possibilitado o uso dessas águas na agricultura irrigada, dentre estas: o uso de espécies halófitas forrageiras ou leguminosas, maior eficiência no manejo do solo, rotação de culturas e irrigação com misturas de águas de diferentes concentrações de sais.

A mistura de água de elevada concentração de sais com água de boa qualidade, apesar de não ser uma prática muito comum no semiárido nordestino, é uma opção para se melhorar a qualidade e aumentar a disponibilidade de água nessa região (SILVA et al., 2014).

Assim, a utilização de água salina pode ser considerada uma opção para irrigação, porém é fundamental escolha de culturas adaptadas às condições edáficas destas regiões.

No Nordeste brasileiro o sorgo tem sido o cereal mais indicado por apresentar adaptabilidade às condições dos estresses abióticos existentes no semiárido, sendo considerado moderadamente tolerante a salinidade (DIAS & BLANCO, 2010). Desta maneira, o sorgo apresenta-se como alternativa para a produção de material forrageiro, grãos, etanol e açúcar em regiões áridas e semiáridas, em que o estresse hídrico e salino limita o desenvolvimento da maioria das culturas.

Em regiões onde a água é escassa, a otimização da irrigação também é um aspecto de suma importância e como o sorgo é uma cultura que apresenta tolerância a condições de estresse hídrico uma irrigação ótima implicaria em menores lâminas aplicadas em relação à irrigação plena, sem que haja perdas significativas de produção.

Desse modo, as águas salinas como alternativa para a irrigação de sorgo no semiárido brasileiro fica condicionada a tolerância da cultura à salinidade, a mistura dessas águas com água de baixa concentração de sais, visando incentivar a inserção dessas águas na produção vegetal em regiões que sofrem com secas prolongadas e ao manejo da irrigação com vistas a otimização do uso da água e ao controle da salinização destas áreas, para que o produtor possa aumentar sua produção utilizando os recursos hídricos de maneira sustentável.

Nesse sentido, objetivou-se por meio desta pesquisa avaliar a produtividade total e de colmos, em termos de massa fresca e seca, e de grãos e o ° Brix de cultivares de sorgo, submetidas a diferentes concentrações salinas da água de irrigação e lâminas de irrigação no semiárido nordestino.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado no município de Mossoró-RN, Brasil, cujas coordenadas geográficas são 5°10'20" de latitude Sul, 37°18'10" de longitude Oeste e 70 m de altitude.

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo latossólico conforme EMBRAPA, 2013.

O preparo do solo foi realizado 15 dias antes da instalação do experimento, e consistiu de uma aração, seguida por uma gradagem, abertura dos sulcos de plantio e realização da adubação de fundação. A adubação do solo foi realizada parte em fundação e parte por meio da fertirrigação, utilizando-se as recomendações de IPA (2008). Para o N a dose padrão foi de 30 kg ha⁻¹, utilizando-se como fonte a ureia via fertirrigação. Para K (K₂O) e P (P₂O₅) as doses

foram determinadas de acordo o teor desses elementos no solo, com aplicação de 60 kg ha⁻¹ de K₂O e 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅, utilizando-se como fontes o cloreto de potássio e o superfosfato simples, via fertirrigação e fundação, respectivamente.

Os tratamentos estudados foram constituídos de três fatores, concentração de sais da água de irrigação (0,8; 2,4; 3,4; e 4,8 dS m⁻¹), lâminas de irrigação (306, 378 e 490 mm) e cultivares de sorgo (BRS 506, IPA 2502, e Ponta Negra), arranjados em parcelas subdivididas (4x3)x3, sendo as quatro concentrações salinas e as três lâminas em fatorial nas parcelas e as três cultivares nas subdivididas, e delineados em blocos completamente casualizados com quatro repetições.

Para o fator concentração de sais, a água de menor concentração (0,8 dS m⁻¹) foi proveniente de poço artesiano profundo e a água de maior concentração (4,8 dS m⁻¹) baseada na tolerância à salinidade da cultura do sorgo para um rendimento potencial de 50%, de acordo com AYERS & WESTCOT (1999) e produzida previamente com a adição de sais (NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgSO₄.7H₂O), para ficar com uma proporção molar de cargas de 7:2:1 de Na, Ca e Mg, que representa a composição média das águas salobras do semiárido nordestino. As outras duas concentrações de sais (2,4 e 3,4 dS m⁻¹) da água foram obtidas da mistura dessas duas águas, sendo monitoradas diariamente, com auxílio de um condutivímetro portátil.

O fator lâminas de irrigação foi determinado a partir de estimativas da evapotranspiração da cultura (80, 98 e 127%) utilizando-se o método de Penman-Monteith, proposto pela FAO (ALLEN et al., 2006). O sistema de irrigação utilizado no experimento foi o gotejamento, para obtenção das diferentes lâminas utilizou-se mangueiras com espaçamentos entre gotejadores (20, 30 e 40 cm) e vazões diferentes (1,2, 1,6 e 2,0 L h⁻¹), de modo a proporcionar volumes diferentes por área.

As irrigações eram realizadas diariamente, com base na evapotranspiração máxima da cultura (ET_c), que foi estimada multiplicando-se a evapotranspiração de referência (ET_o) pelo coeficiente de cultura (K_c), conforme método proposto pela FAO 56 (Allen et al., 2006), aplicando-se a metodologia do K_c dual, usando K_c basais de 0,15; 0,95 e 0,35, respectivamente, para as fases fenológicas inicial, intermediária e para o final do ciclo, adotando-se como eficiência de irrigação para calcular a lâmina bruta de irrigação o efeito do coeficiente de uniformidade de 95%, sendo esta lâmina adotada para a lâmina intermediária (100%).

A ET_o foi determinada a partir de dados coletados em uma estação meteorológica localizada próxima ao local do experimento.

A cultura utilizada no experimento foi o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). O plantio foi realizado manualmente, colocando-se cinco sementes por cova, com desbaste 15 dias após

a semeadura, deixando-se três plantas por cova, no espaçamento em fileira dupla 1,2 x 0,3 x 0,20 m, com espaçamento médio de 0,75 m entre fileiras e 0,20 m entre plantas. As unidades experimentais foram constituídas de duas fileiras duplas de sete metros, sendo as fileiras externas de cada unidade a bordadura, totalizando uma área útil de 3,2 m², e um total de 144 parcelas experimentais.

As cultivares de sorgo escolhidas para serem estudadas foram BRS 506, IPA 2502 e Ponta Negra. A cultivar do IPA 2502 destaca-se como sendo uma cultivar promissora, por ter um bom rendimento de panícula como também de forragem, tendo boa adaptabilidade no estado do Rio Grande do Norte. A cultivar Ponta Negra se aproxima mais do ideal para as condições edafoclimáticas da região. Já as cultivar BRS 506, embora muito rica em sacarose, ainda não se conhece sua adaptabilidade a região.

A produtividade total e de colmos foi avaliada por meio da pesagem total do material vegetal (folhas, cachos e colmos) e dos colmos da área útil no momento da colheita, com o auxílio de uma balança digital portátil com gancho com capacidade para pesar até 50 kg e os valores expressos em Mg ha⁻¹.

Devido aos ataques iminentes de pássaros para se alimentar dos grãos, em cada parcela útil, logo após o surgimento das panículas, protegeu-se 12 inflorescências com sacos de papel, as quais foram utilizadas para se estimar o rendimento de massa seca e fresca de panícula e de grãos.

Para obtenção dos dados de massa seca foi realizada, na colheita, coleta da parte aérea de quatro plantas de cada parcela experimental. A parte aérea da planta foi separada em folhas, inflorescências e colmos. Após ser separado, esse material foi pesado para determinação da massa verde total. Em seguida, foram retiradas amostras dos respectivos materiais frescos e colocadas em estufa à temperatura de circulação forçada mantida em cerca de 65°C, até atingirem massa constante, para obtenção da massa seca. Levando em consideração a massa verde da planta e a massa seca existente nas diferentes partes da planta, quantificou-se o teor de massa seca em cada parte da planta (folhas, inflorescências e colmos) que se multiplicando pela massa fresca das plantas colhidas na área útil da parcela estimou-se a produção total por parcela e depois determinou-se a produtividade, sendo os valores expressos em Mg ha⁻¹.

O ° Brix foi determinado a partir do caldo extraído da amostragem do colmo de cada parcela experimental, utilizando-se refratômetro digital Autopol 589, (Tecnal).

Os dados foram interpretados por meio de análises de variância, teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade e de regressão, utilizando-se para tanto o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG versão 9.0).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se por meio da ANOVA efeito significativo da interação entre lâminas de irrigação (L) e cultivares de sorgo (C) sobre a produção total e de colmos frescos da cultura do sorgo. Verificou-se também efeito significativo da interação entre salinidades da água de irrigação (S) e cultivares de sorgo (C) sobre a produção total, de colmos frescos, massa seca de colmos e °Brix aos níveis de significância de 5 e 10% de probabilidade (TABELA 2).

Tabela 2. Resumo da ANOVA e valores médios de massa de 100 grãos, produtividade de grãos, produtividade total e de colmos frescos, produtividade de massa seca total e de colmos e °Brix de cultivares de sorgo (BRS 506, IPA 2502 e Ponta Negra), em função das lâminas de água (L) e salinidades da água de irrigação (S).

Fontes de variação	GL	M100GR12	PRODGR	PRODT	PRODC	PRODMST	PRODMSC	BRIX
Estatística F								
BLOCO	2	0,42 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,38 ^{ns}	2,41 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,46 ^{ns}
LAM	2	0,64 ^{ns}	1,36 ^{ns}	2,40 ^{***}	2,22 ^{ns}	0,50 ^{ns}	2,27 ^{ns}	1,48 ^{ns}
SAL	3	0,75 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,93 ^{ns}	1,46 ^{ns}	1,53 ^{ns}	1,22 ^{ns}	0,93 ^{ns}
LAM*SAL	6	0,21 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,41 ^{ns}	1,30 ^{ns}	0,41 ^{ns}
ERRO(a)	22	---	---	---	---	---	---	---
CULTIVAR	2	136,55 ^{**}	257,15 ^{**}	276,05 ^{**}	301,42 ^{**}	159,83 ^{**}	136,42 ^{**}	458,99 ^{**}
LAM*CULT	4	1,39 ^{ns}	0,35 ^{ns}	2*,66*	2,27 ^{***}	1,5 ^{ns}	1,64 ^{ns}	1,41 ^{ns}
SAL*CULT	6	1,64 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,60 ^{oo}	1,32 ^{oo}	2,20 ^o	2,40*	2,63*
LAM*SAL*CULT	12	1,16 ^{ns}	0,48 ^{ns}	1,20 ^{ns}	1,07 ^{ns}	1,21 ^{ns}	1,28 ^{ns}	0,97 ^{ns}
ERRO(b)	48	---	---	---	---	---	---	---
Média		2,50	4,58	40,53	27,00	11,40	4,85	12,47
C.V		11,08	22,43	11,50	13,57	13,96	19,62	11,07

^{ns} não significativo, * significativo a 5%, ** significativo a 1%, ^o significativo a 10%, ^{oo} significativo a 20% de probabilidade pelo teste F.

Avaliando-se a produtividade total e de colmos em função das lâminas de irrigação e para as diferentes cultivares de sorgo (Figura 1A), verificou-se uma redução linear na produtividade total e de colmos com o aumento das lâminas de irrigação para as cultivares BRS 506 e Ponta Negra. Os valores máximos de produtividade total (57 e 43,3 Mg ha⁻¹) e de colmos (37,8 e 32,9 Mg ha⁻¹) foram verificados na lâmina 306 mm, havendo uma redução de 5 e 7% na produtividade total e de 6% na produtividade de colmos quando irrigadas com uma lâmina de 378 mm (lâmina potencial) para as cultivares Ponta Negra e BRS 506, respectivamente. Essa redução na produtividade se deve a perda de nutrientes pela lavagem do solo no sentido vertical com o excesso de irrigação, carregando os nutrientes para as camadas mais profundas do perfil

do solo, fora do alcance das raízes (SILVA, 2012), assim, o excesso de água no solo, provoca redução do desenvolvimento vegetal, em função de desequilíbrios nutricionais provocados.

A redução da produtividade de sorgo com o aumento do volume de água aplicado durante a irrigação comprova o quão resistente a cultura é as condições de déficit hídrico, a redução de 23% da lâmina considerada potencial para a cultura não prejudicou o rendimento total e de colmos das cultivares de sorgo BRS 506 e Ponta Negra e não influenciou significativamente o rendimento total e de colmos da cultivar IPA 2502, apresentando valores médios de 27,9 e 15,1 Mg ha⁻¹, respectivamente.

Isso ocorre devido a cultura do sorgo possuir mecanismos fisiológicos que a torna mais tolerante ao estresse hídrico (LIMA et al., 2010), nesse sentido a produção de sorgo vem ganhando destaque em regiões onde há baixa precipitação e chuvas irregulares, devido à sua facilidade de cultivo, resistência à seca, rapidez no estabelecimento e no crescimento, a cultivar de sorgo Ponta negra, por exemplo, é um das mais plantadas na região por apresentar mais adaptabilidade às condições dos estresses abióticos existentes no semiárido, possibilitando uma redução no custo de produção (RODRIGUES, 2010).

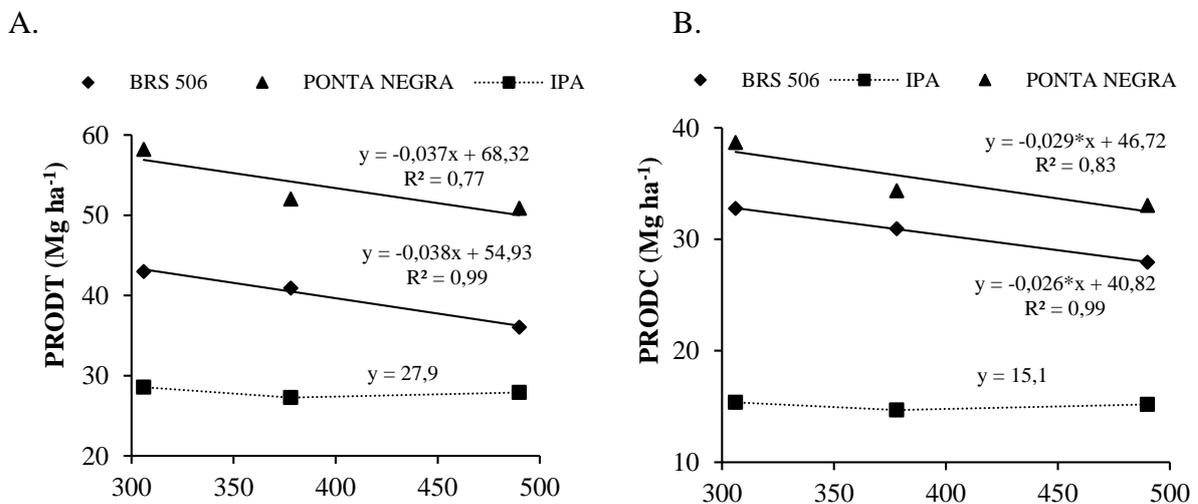


Figura 1. Produtividade total (A) e de colmos frescos (B) de cultivares de sorgo (BRS 506, IPA 2502 e Ponta Negra), em função das lâminas de irrigação.

Lâminas de irrigação (mm)

Quanto ao efeito das concentrações salinas da água de irrigação sobre produtividade de massa seca de colmos (PRODMSC), observou-se efeito significativo apenas para a cultivar BRS 506, ajustando-se equação linear decrescente (Figura 2).

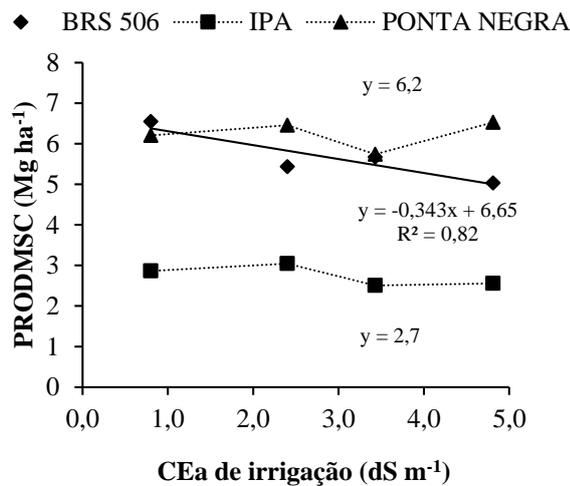


Figura 2. Produtividade de massa seca de colmos de cultivares de sorgo (BRS 506, IPA 2502 e Ponta Negra), em função das concentrações salinas da água de irrigação.

O maior valor de produtividade de massa seca ($6,4 \text{ Mg ha}^{-1}$) foi verificado na CEa de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ e o menor ($5,0 \text{ Mg ha}^{-1}$) na CEa de $4,81 \text{ dS m}^{-1}$ havendo uma redução de 27,5 % na produtividade de massa seca de sorgo da menor para maior concentração salina da água de irrigação. Para as demais cultivares (IPA 2502 e Ponta Negra) não houve efeito significativo das concentrações salinas sobre o rendimento de massa seca de colmos, apresentando valores médios de produtividade de massa seca de colmos de 2,7 e $6,2 \text{ Mg ha}^{-1}$, respectivamente.

Devido à variabilidade genética entre as cultivares de sorgo estudadas ocorre uma variação na tolerância à salinidade. A cultivar de sorgo Ponta Negra, por exemplo, ocupa lugar de destaque na região Nordeste, pela sua elevada produtividade mesmo quando irrigada com água de elevada salinidade (MORAIS NETO, 2009). Já a Cultivar de sorgo BRS 506 não existem estudos que comprovem a sua resistência a salinidade da água, por isso a importância de se conhecer a sua tolerância em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.

O efeito negativo da salinidade sobre o desenvolvimento da cultivar de sorgo BRS 506 provavelmente ocorreu devido a diminuição da disponibilidade hídrica no solo, o que ocasiona queda no potencial da água da folha e consequente perda de turgescência e fechamento estomático, o que acarretará alterações na produção de biomassa (MUNNS; TESTER, 2008).

Com relação ao efeito das concentrações salinas da água de irrigação sobre a produtividade total e de colmos das cultivares de sorgo (Figura 3) verificou-se resposta significativa apenas para a cultivar BRS 506, ajustando-se equação linear decrescente.

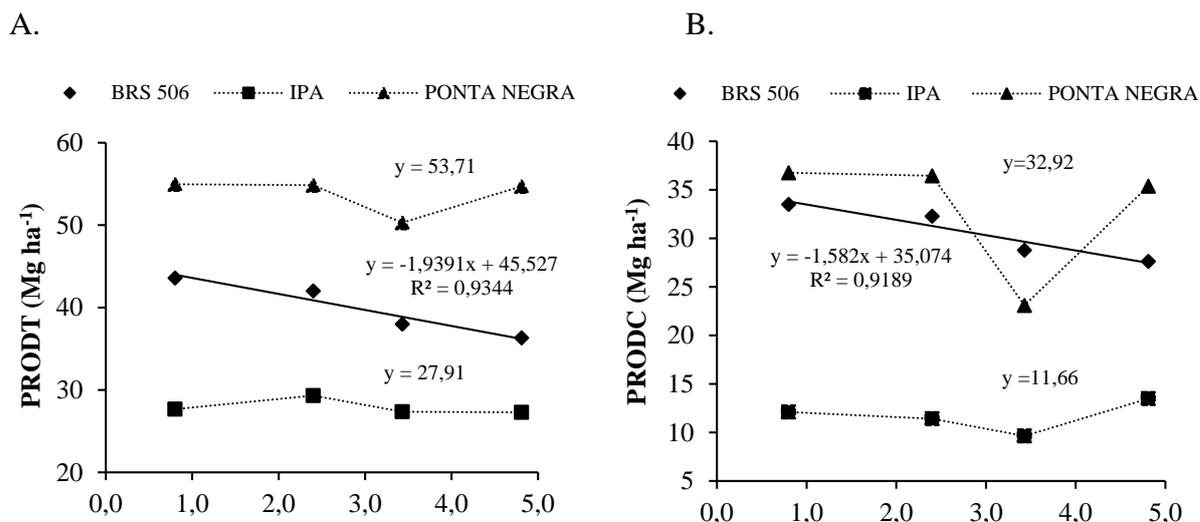


Figura 3. Produtividade total (A) e de colmos frescos (B) de cultivares de sorgo (BRS 506, IPA 2502 e Ponta Negra), em função das concentrações salinas da água de irrigação.

CEa de irrigação (dS m⁻¹)

Considerando-se os valores obtidos pelas equações de regressões para a cultivar BRS 206, observou-se que as maiores produtividades total (43,9 Mg ha⁻¹) e de colmos (33,8 Mg ha⁻¹) foram obtidas na CEa de 0,8 dS m⁻¹, enquanto as menores (36,2 e 27,5 Mg ha⁻¹) na CEa de 4,81 dS m⁻¹, havendo uma redução de 21,5 e 23,1% da CEa de 0,8 dS m⁻¹ para CEa de 4,81 dS m⁻¹. As cultivares IPA 2502 e Ponta Negra apresentaram valores médios de produtividade total de 27,9 e 53,7 Mg ha⁻¹ e de colmos de 11,7 e 32,9 Mg ha⁻¹, respectivamente.

Embora a cultura do sorgo seja classificada como moderadamente tolerante a salinidade, podem ocorrer reduções significativas na produção de massa seca em resposta à salinidade, com taxas de perdas variando em função de materiais genéticos (COELHO et al., 2014).

O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) das cultivares de sorgo também foi avaliado em resposta às concentrações salinas da água de irrigação (Figura 4). Observou-se que o teor de sólidos solúveis da cultivar Ponta Negra aumentou a partir da CE da água de 2,3 dS m⁻¹, obtendo-se na CEa de 4,81 dS m⁻¹ um teor de sólidos solúveis de 12,3%, ou seja, houve um aumento de 17,4% no teor de sólidos solúveis da CEa de 2,3 dS m⁻¹ para a CEa de 4,81 dS m⁻¹. O autor acredita que o aumento dos níveis de salinidade do solo e a consequente redução na absorção de água pela planta proporcionou maior concentração de SST no colmo.

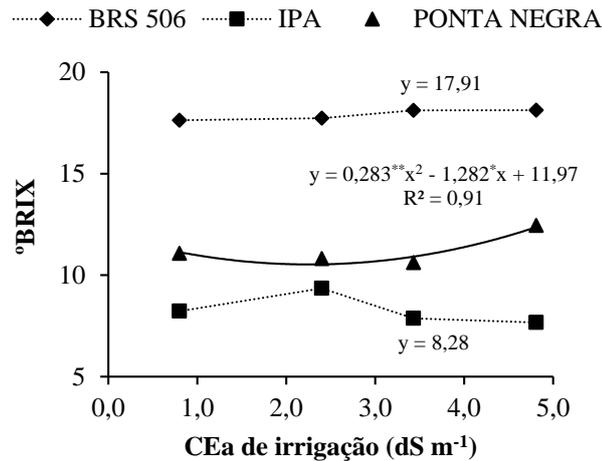


Figura 4. Teor de sólidos solúveis (%) de cultivares de sorgo (BRS 506, IPA 2502 e Ponta Negra), em função das concentrações salinas da água de irrigação.

Para as cultivares BRS 506 e IPA 2502 não houve efeito significativo da análise de regressão das concentrações salinas da água de irrigação sobre o teor de sólidos solúveis, apresentando valores médios de 17,91 e 8,28%. Apesar de não ter havido influência da salinidade sobre o °BRIX destas cultivares, a cultivar BRS 506, por exemplo, apresentou teor de sólidos solúveis próximos aos encontrados para a cana-de-açúcar, que estão entre 18 e 21 °Brix. Segundo DURÃES et al. (2012) nesta espécie ocorre variação de 15 a 21 °Brix o que torna a utilização do caldo do sorgo uma alternativa para complementar a produção de etanol nas destilarias do país.

CONCLUSÕES

A redução de até 23% da lâmina considerada potencial para a cultura não prejudicou o rendimento do sorgo. A cultivar de sorgo BRS 506 é mais sensível a salinidade. A concentração salina da água de irrigação de até 4,8 dS m⁻¹ não reduz significativamente a produtividade de massa fresca das cultivares de sorgo IPA 2502 e Ponta Negra.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo auxílio financeiro necessário para realização deste projeto e pela concessão da bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

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

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Roma: FAO, 1987. 218p (FAO. Estudo FAO Irrigação e Drenagem, 29).

COSTA, F. G. B.; FERNANDES, M. B.; BARRETO, H. B. F.; OLIVEIRA, A. de F. M.; SANTOS, W. de O. Crescimento da melancia e monitoramento da salinidade do solo com TDR sob irrigação com águas de diferentes salinidades. Irriga, Botucatu, v. 17, p. 327 - 336, 2012.

COELHO, D. S.; SIMÕES, W. L.; MENDES, A. M. S.; DANTAS, B. F.; RODRIGUES, J. A. S.; SOUZA, M. A. Germinação e crescimento inicial de variedades de sorgo forrageiro submetidas ao estresse salino. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, p.25-30, 2014.

DIAS, N. DA S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: Gheyi, H. R.; DIAS, N. DA S.; LACERDA, C. F. de. Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados. Fortaleza: INCT Sal, 2010. p.129-140.

DURÃES, F. O. M.; MAY, A.; PARRELLA, L. A. C. Sistema agroindustrial do sorgo sacarino no Brasil e a participação público-privada: oportunidades, perspectivas e desafios. Documentos 138, Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 76 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

LIMA, J. M. P.; LIRA, M. A.; LIMA, M. L.; SOBRINHO, E. E.; FREIRE, H. Sorgo: plante certo para colher muito. EMPARN, v. 16, 2010. 24p.

MORAIS NETO, L. B. Avaliação temporal do acúmulo de fitomassa e trocas gasosas do capim-canarana em função da salinidade da água de irrigação. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2009. 74p. (Dissertação Mestrado)

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. The Annual Review of Plant Biology, v.59, p.651-681, 2008.

RODRIGUES, J. A. S. Cultivo do sorgo. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010.

SILVA, L.C.F.; MANIERO, M.A.; CASAGRANDE, J.C.; STOLF, R. Controle de perdas. Cultivar Grandes Culturas, v. 14, p. 6-8, 2012.

SILVA, J. L. de A.; MEDEIROS, J. José F. de.; ALVES, S. V.; OLIVEIRA, F. de A. de.; SILVA JUNIOR, M. da S.; NASCIMENTO, I. B. do. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, p.66–72, 2014.