

CRESCIMENTO DO ALGODOEIRO 'BRS RUBI' EM FUNÇÃO DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA

Adaan Sudário Dias¹, Geovani Soares de Lima^{2*}, Hans Raj Gheyi³, Lauriane Almeida dos Anjos Soares⁴, Leandro de Pádua Souza¹, Idelfonso Leandro Bezerra¹

RESUMO

A agricultura, em várias partes do mundo, está enfrentando problemas devido à diminuição quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos, sendo necessário a utilização de águas com concentração de sais relativamente alta para a irrigação das culturas. Desta forma, torna-se necessário a adoção de práticas que viabilizem o uso de tais recursos. Neste contexto, objetivou-se no presente trabalho avaliar os efeitos da irrigação com águas salinas e da adubação nitrogenada sobre o crescimento da cultivar de algodoeiro BRS Rubi de fibra colorida em experimento conduzido sob condições de casa de vegetação, em um Neossolo Regolítico Eutrófico de textura franco-arenosa, no município de Campina Grande-PB. Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso e consistiram da combinação de cinco níveis de salinidade da água de irrigação (5,1; 6,1; 7,1; 8,1 e 9,1 dS m⁻¹) com cinco doses de adubação nitrogenada (65, 100, 135, 170 e 205 mg N kg⁻¹ de solo) com três repetições. Não houve interação entre os fatores (CEa x DN) para nenhuma das variáveis avaliadas. O aumento da salinidade da água de irrigação a partir de 5,1 dS m⁻¹ comprometeu o crescimento do algodoeiro cv BRS Rubi, sendo a área foliar a variável mais sensível ao incremento da salinidade da água. O fornecimento de nitrogênio não mitigou os efeitos deletérios ocasionados pelo estresse salino sobre o cultivo algodoeiro cv. BRS Rubi.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L., estresse salino, nitrogênio.

GROWTH OF 'BRS RUBI' COTTON IN THE FUNCTION OF IRRIGATION WITH SALT WATERS AND NITROGEN FERTILIZATION

¹Doutorando em Engenharia Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande - CTRN/UFCG, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: sudario_dias@hotmail.com; engenheiropadua@hotmail.com; idelfonsobezerra@gmail.com.

²Pós-Doutorando em Engenharia Agrícola, PNPd/CAPES, Universidade Federal de Campina Grande-CTRN/UFCG, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: geovanisoareslima@gmail.com.

³Professor Visitante Sênior Nacional/CAPES, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: hans@pq.cnpq.br.

⁴ Pós-Doutoranda em Engenharia Agrícola, PDJ/CNPq Universidade Federal de Campina Grande-CTRN/UFCG, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: laurispo.agronomia@gmail.com.

ABSTRACT

Agriculture in various parts of the world is facing problems due to the quantitative and qualitative reduction of water resources, and the use of relatively high salt water for crop irrigation is necessary. Thus, it is necessary to adopt practices that make feasible the use of such resources. In this context, the objective of this work was to evaluate the effects of irrigation with saline waters and nitrogen fertilization on the growth of the BRS Rubi cotton cultivar of colored fiber in an experiment conducted under greenhouse conditions, in a textured Eutrophic Neolithic in the municipality of Campina Grande-PB. The treatments were distributed in randomized blocks and consisted of five irrigation water salinity levels -EC_w (5.1, 6.1, 7.1, 8.1 and 9.1 dS m⁻¹) with five doses of nitrogen fertilization (65, 100, 135, 170 and 205 mg N kg⁻¹ soil) with three replicates. There was no interaction between the factors (EC_w x DN) for any of the evaluated variables. The increase in salinity of irrigation water from 5.1 dS m⁻¹ compromised the growth of the cotton plant BRS Rubi, with the leaf area being the most sensitive variable to increase the salinity of the water. The nitrogen supply did not mitigate the deleterious effects caused by saline stress on the cotton crop cv. BRS Rubi.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L., saline stress, nitrogen.

INTRODUÇÃO

A agricultura em várias partes do mundo está enfrentando problemas com a diminuição qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos, forçando muitos agricultores a utilizarem água com qualidade inferior (concentração de sais relativamente alta) para a irrigação das culturas, sendo necessário à avaliação de sua qualidade e um manejo rigoroso da irrigação (OLIVEIRA et al., 2014) associados à tolerância das culturas para que o uso dessas águas possa ser viabilizada. Conforme Ayers e Westcot (1999) o algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é classificado como cultura tolerante a salinidade, no entanto níveis salinos acima daquele estabelecidos como limiar (5,1 dS m⁻¹ na água e 7,7 dS m⁻¹ no extrato de saturação do solo) promovem efeitos negativos no crescimento e desenvolvimento com consequente redução da produção desta cultura. Contudo, algumas cultivares recentemente lançadas, como o algodoeiro colorido BRS Rubi, pouco se sabe sobre a sua tolerância ao estresse salino durante a fase inicial de crescimento.

De maneira geral, as plantas quando cultivadas sob condições de salinidade de solo ou da água de irrigação tem o seu crescimento comprometido devido ao efeito osmótico, que reduz a absorção de água pela planta e/ou em função do efeito específico dos íons que

causam distúrbios funcionais e injúrias principalmente nas folhas, afetando assim, o metabolismo das plantas (NOBRE et al., 2013). Assim, a salinidade constitui-se como um dos estresses abióticos que mais limita o crescimento das plantas e a produtividade agrícola. Este fato é mais expressivo nas regiões semiáridas onde o processo de salinização é típico e geralmente resultantes da associação da formação geológica predominante na paisagem, má distribuição das chuvas, drenagem deficiente e exploração agrícola inadequada (PEDROTTI et al., 2015).

Desse modo para que o uso de águas salinas na irrigação das culturas seja viabilizado em regiões semiáridas algumas estratégias devem ser empregadas para minimizar os impactos negativos desta prática, como a escolha de cultivares mais tolerantes, mistura de águas de diferentes qualidades, uso cíclico de fontes de água com diferentes concentrações salinas (LIMA et al., 2015), bem como a adubação mineral, em especial o fornecimento de nitrogênio, uma vez que este é o macronutriente exigido em maior quantidade pelas culturas agrícolas.

Esta alta dependência ocorre devido às funções do N no metabolismo das plantas pois, este nutriente desempenha função estrutural e faz parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal, como aminoácidos, proteínas, clorofila e prolina, entre outros,

CRESCIMENTO DO ALGODOEIRO 'BRS RUBI' EM FUNÇÃO DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA

elevando a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade e aumenta a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino. Desta forma, o manejo adequado da adubação nitrogenada constitui-se uma ferramenta para atenuar o efeito da salinidade sobre as plantas (OLIVEIRA et al., 2014), sendo que sua eficiência está condicionada ao nível de salinidade da água de irrigação. Neste sentido, diversas pesquisas foram desenvolvidas: Nobre et al. (2010) em girassol e Soares et al. (2012); Alves et al. (2012); Nobre et al. (2014); Lima et al. (2015) em mamoneira, os referidos autores destacam que o fornecimento deste elemento não somente promove o crescimento vegetal como também pode reduzir o estresse provocado pela salinidade da água usada na irrigação.

Neste contexto, objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos da irrigação com águas salinas e da adubação nitrogenada sobre os índices morfofisiológicos do algodoeiro de fibra colorida cultivar BRS Rubi.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em lisímetros de drenagem sob condições de casa-de-vegetação, entre março e julho de 2016, no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (CTRN/UFCG), localizada no município de Campina Grande, Paraíba, situado pelas coordenadas geográficas locais 7°15'18" Latitude S, 35°52'28" de Longitude W e altitude média de 550 m.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em arranjo fatorial 5 x 5, com três repetições, sendo os tratamentos obtidos da combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (5,1; 6,1; 7,1; 8,1 e 9,1 dS m⁻¹) e cinco doses de nitrogênio – DN (65; 100; 135; 170; 205 mg N kg⁻¹ de solo). O menor nível de CEa utilizado nesta pesquisa refere-se a salinidade limiar (água) da cultura.

Utilizaram-se, no experimento, lisímetros de drenagem de 20 L de capacidade. A metodologia referente à instalação do

experimento (enchimento dos lisímetros, preparo de águas utilizadas na irrigação e manejo da irrigação) foram semelhantes aos descritos por Lima et al. (2014). O material de solo foi proveniente de um Neossolo Regolítico Eutrófico de textura franco-arenosa, devidamente destorroado e proveniente da zona rural do município de Esperança, PB, cujas características químicas e físico-hídricas foram obtidas conforme as metodologias descritas por Donagema (2011): Ca²⁺=3,49 cmolc kg⁻¹; Mg²⁺=2,99 cmolc kg⁻¹; Na⁺=0,17cmolc kg⁻¹; K⁺=0,21cmolc kg⁻¹; H⁺=5,81cmolc kg⁻¹; Al³⁺=0 cmolc kg⁻¹; matéria orgânica=1,83 dag kg⁻¹; P=18,2 mg kg⁻¹; pH em água (1:2,5)= 5,63; Condutividade elétrica do extrato de saturação (dS m⁻¹) = 0,61; RAS (mmol L⁻¹)^{1/2}=1,46; areia, silte e argila=572,3,100,8 e 326,9 g kg⁻¹; umidade a 33,42 e 1519,5 kPa=12,68 e 4,98 dag kg⁻¹, respectivamente.

Nesta pesquisa, avaliaram-se a cultivar de algodoeiro BRS Rubi, por ser um material genético indicado para o cultivo em região semiárida do nordeste do Brasil. Trata-se de uma cultivar de fibra marrom-escuro ou marrom-avermelhado; a planta possui altura média de 1,10 m e o ciclo de cultivo de 120 a 140 dias (EMBRAPA, 2011).

Em cada lisímetro, foram semeadas oito sementes do algodoeiro cv. BRS Rubi, a 3,0 cm de profundidade, sendo distribuídas de forma equidistante. Decorridos 15 e 25 dias após a semeadura (DAS) procedeu-se os desbastes de plantas, como intuito de se obter apenas uma planta por lisímetro.

Realizaram-se a adubação com fósforo e potássio, baseando-se em recomendação de Novais et al. (1991), sendo aplicado o equivalente a 300 mg P₂O₅ e 150 mg K₂O kg⁻¹ de solo, utilizando o superfosfato simples e o cloreto de potássio. Utilizou-se como fonte de nitrogênio, a ureia. O fósforo foi aplicado todo em fundação. As adubações com potássio e as doses de N foram parceladas equitativamente, sendo as doses de K⁺ aplicadas aos 12, 28 e 42 DAS e as de N foram fornecidas aos 15, 30, 45 e 60 DAS.

Os micronutrientes foram aplicados via foliar, aos 25, 40 e 55 DAS, utilizando-se 3L

de solução contendo 2,5 g L⁻¹ de Ubyfol [(N (15%); P₂O₅(15%); K₂O (15%); Ca (1%); Mg (1,4%); S (2,7%); Zn (0,5%); B (0,05%); Fe (0,5%); Mn (0,05%); Cu (0,5%); Mo (0,02%)]. O controle fitossanitário foi realizado de forma preventiva sendo aplicados inseticidas do grupo químico Neonicotinoide, fungicida do grupo químico triazol e acaricida pertencente ao grupo químico abamectina.

Determinaram-se os efeitos dos diferentes níveis de CEa e das doses de nitrogênio sobre o algodoeiro cv. BRS Rubi através da altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e área foliar (AF) aos 10, 25 e 40 dias após o semeio; a razão de área foliar (RAF), a área foliar específica (AFE) e as fitomassas seca de caule (FSC), folhas (FSF) e da parte aérea (FSPA) foram mensuradas apenas aos 40 DAS. A altura de plantas foi determinada utilizando-se uma trena graduada, adotando-se a distância entre o colo e a inserção do meristema apical. O diâmetro caulinar foi determinado no colo das plantas a 3 cm do solo usando paquímetro digital, em mm. Para a área foliar das plantas foram tomadas medidas do comprimento da nervura principal de cada folha (cm), considerando apenas as folhas com comprimento mínimo de 2 cm e com no mínimo 50% de sua área fotossinteticamente ativa. A AF foi obtida a partir da equação proposta por Grimes e Carter (1969) $Y = 0,4322x^{2,3002}$, em que Y é a área foliar por folha e X é o comprimento da nervura principal do algodoeiro; a área foliar por planta foi determinada pelo somatório da área foliar de cada folha.

Aos 40 DAS, uma planta de cada parcela foi cortada rente ao solo, destacadas folhas e caules, identificadas e acondicionadas em estufas de circulação de ar e mantidas sob temperatura de 65 °C por 48 horas para então serem pesadas em balança semi analítica determinando assim as fitomassas secas do caule (FSC), das folhas (FSF) e através do somatório a da parte aérea (FSPA).

Tabela 1. Resumo da análise de variância referente altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e área foliar (AF) do algodoeiro cv. BRS Rubi, irrigado com água salinas e adubado com nitrogênio, aos 10, 25 e 40 dias após a semeadura.

A razão de área foliar (RAF) e a área foliar específica (AFE) foram determinadas a partir dos valores de área foliar (AF) expressos em cm², fitomassa seca da parte aérea das plantas (FSPA) e a fitomassa seca das folhas (FSF), ambos expressos em g, empregando-se as seguintes eq. 1 e 2, de acordo com Castro et al. (2003):

$$RAF = \frac{AF}{FSPA} \quad (1)$$

Em que:

RAF - Razão de área foliar (cm² g⁻¹);

AF - Área foliar (cm²);

FSPA (g).

$$AFE = \frac{AF}{FSF} \quad (2)$$

Em que:

AFE - Área foliar específica (cm² g⁻¹);

AF - Área foliar (cm²);

FSPA (g).

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste F em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática, utilizando-se do software estatístico SISVAR-ESAL 5.1 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados da análise de variância dos dados (Tabela 1) constata-se influência significativa dos níveis de salinidade da água de irrigação sobre altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC) e área foliar (AF) aos 10, 25 e 45 DAS. Todavia, o fator doses de adubação nitrogenada assim como a interação dos fatores estudados (NS x DN) não promoveu efeito significativo sobre nenhuma das variáveis analisadas.

CRESCIMENTO DO ALGODOEIRO 'BRS RUBI' EM FUNÇÃO DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA

Fonte de Variação	Quadrados médios								
	AP			DC			AF		
	10	25	40	Dias após a semeadura			10	25	40
Níveis salinos (NS)	27,82*	45,51**	642,67**	0,05*	1,86**	4,97**	57534,11**	57534,11**	4218041,97**
Reg. Linear	101,24**	169,69**	2428,67**	0,18**	5,40**	18,99**	203868,67**	203868,67**	14241279,87**
Reg. Quadrática	0,27 ^{ns}	5,36 ^{ns}	50,49 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,00 ^{ns}	3068,99 ^{ns}	3068,99 ^{ns}	1699095,59**
Doses de N (DN)	3,78 ^{ns}	0,33 ^{ns}	4,42 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,34 ^{ns}	1145,51 ^{ns}	1145,51 ^{ns}	40808,99 ^{ns}
Reg. Linear	2,41 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,12 ^{ns}	36,12 ^{ns}	36,12 ^{ns}	143814,15 ^{ns}
Reg. Quadrática	5,89 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,35 ^{ns}	596,84 ^{ns}	596,84 ^{ns}	13890,75 ^{ns}
Interação (NS x DN)	7,45 ^{ns}	5,86 ^{ns}	15,55 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,32 ^{ns}	5179,84 ^{ns}	5179,84 ^{ns}	63198,11 ^{ns}
Blocos	5,52 ^{ns}	2,43 ^{ns}	43,96 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,40 ^{ns}	5652,76 ^{ns}	5652,76 ^{ns}	79459,06 ^{ns}
CV (%)	15,30	12,83	13,73	4,63	17,43	11,96	40,73	40,73	25,38

^{ns}, ^{**}, ^{*} respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

Observa-se na Figura 1A que o aumento da salinidade da água de irrigação afetou negativamente a altura das plantas de algodoeiro em todas as épocas avaliadas e, conforme equações de regressão (Figura 1A) constata-se reduções de 4,16% aos 10 DAS; 4,68% aos 25 DAS e 6,82% aos 40 DAS por aumento unitário de CEa o que representam diminuição de 3,31; 4,29 e 16,22 cm na altura das plantas irrigadas com água de 9,1 dS m⁻¹ em relação aquelas submetidas a irrigação com água de 5,1 dS m⁻¹ aos 10, 25 e 40 DAS respectivamente. Vê-se ainda (Figura 1A) que as reduções na AP foram mais intensas nas

avaliações realizadas aos 25 e 40 DAS em relação àquela efetivada aos 10 DAS, ou seja, conforme se transcorreu o tempo de exposição da cultura à irrigação intensificaram-se os efeitos negativos da salinidade da água usada na irrigação sendo observada a maior redução aos 40 dias após o semeio. Vale ressaltar que aos 40 DAS às plantas estavam iniciando a fase de floração, desta forma, a redução acentuada observada nas variáveis de crescimento fato que pode promover diminuição na emissão do botão floral e consequentemente inibir a produção do algodoeiro.

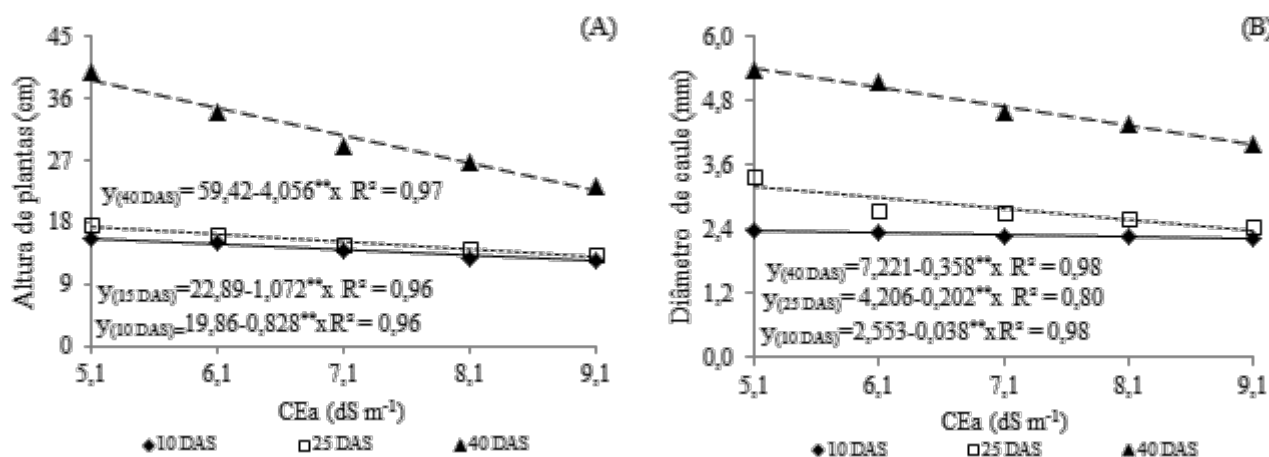


Figura 1. Altura de plantas (A) e diâmetro de caule (B) do algodoeiro cv. BRS Rubi, em função da condutividade elétrica da água – CEa, aos 10, 25 e 40 dias após a semeadura.

A diminuição na AP pode ser atribuída ao excesso de sais no solo, provocando alteração no potencial hídrico externo e ao efeito iônico, causado pelo acúmulo de íons

nos tecidos vegetais (MUNNS; TESTER, 2008; LIMA et al., 2015). Estes autores afirmam ainda que o estresse salino acarreta prejuízos a vários processos fisiológicos e

bioquímicos como fotossíntese, síntese de proteínas e metabolismo de lipídeos, podendo também causar a sérios prejuízos ao crescimento.

O fator níveis salinos da água de irrigação afetou significativamente o diâmetro de caule nas três épocas estudadas. Através da Figura 1B, constata-se que as plantas de algodão cv. BRS Rubi apresentaram comportamento linear e decrescente a medida em que se aumentou os níveis salinos das águas usadas na irrigação de 5,1 para 9,1 dS m⁻¹ e conforme as equações de regressão (Figura 1B) nota-se que as plantas apresentaram reduções de 19,83; 19,21 e 5,95%, respectivamente aos 40, 25 e 10 DAS, nas plantas submetidas a maior CEa em comparação ao menor nível de salinidade da água (5,1 dS m⁻¹).

Assim como observado para a altura de plantas (Figura 1A), o efeito do estresse salino sobre as plantas de algodoeiro foi de maior intensidade aos 40 DAS, possivelmente como resultado do acúmulo progressivo de sais no solo ao longo do período de cultivo desta cultura pois, Porto Filho et al., (2011) estudando a evolução da salinidade do solo sob cultivo de melão irrigado com águas salinas constataram, aos 50 dias após o semeio, que a CE_{es} aumentou de 0,15 para 15 dS m⁻¹ sob irrigação com água de condutividade igual a 4,5 dS m⁻¹. Estes ainda afirmam que o acúmulo de sais no solo é diretamente proporcional à salinidade da água utilizada. Analisando as Figuras 1A e 1B em conjunto percebe-se que o efeito da salinidade sobre o algodoeiro cv. BRS Rubi foi mais intenso na AP do que no diâmetro do caule, estando de acordo com outros resultados encontrados por Nobre et al. (2010) em *Helianthus annuus*; Moura e Carvalho (2014) em *Solanum melogena*; Dias et al. (2017) em *Sesamum indicum*.

Seguindo a mesma tendência que a altura de plantas (Figura 1A) e o diâmetro do caule (Figura 1B) a área foliar foi influenciada negativamente pelo incremento da CEa, sendo essa resposta dependente, da época de avaliação (Figura 2). Nas avaliações realizadas aos 10 e 25 DAS verificou-se resposta linear

decrescente, com reduções percentuais de 8,69 e 9,74%, respectivamente, por aumento unitário de CEa, correspondente a um diminuição de 34,76% aos 10 DAS e 38,97% aos 25 DAS da AF das plantas irrigadas com água de 9,1 dS m⁻¹ em comparação com as plantas submetidas a irrigação com águas de CEa igual a 5,1 dS m⁻¹. Já ao analisar a área foliar do algodão aos 40 DAS constata-se (Figura 2) comportamento quadrático dos dados, sendo observado o menor valor para AF nas plantas submetidas à irrigação com água de maior condutividade elétrica (9,1 dS m⁻¹).

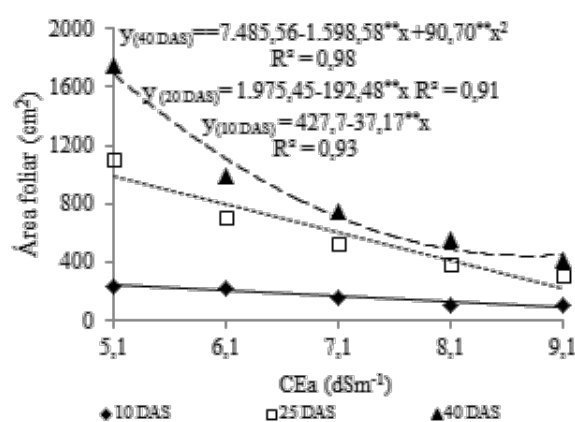


Figura 2. Área foliar do algodoeiro cv. BRS Rubi, em função da condutividade elétrica da água – CEa, aos 10, 25 e 40 dias após a semeadura.

Esses resultados demonstram que as folhas são órgãos sensíveis e, reduzem em tamanho e número na presença de concentrações elevadas de sais como mecanismo de defesa do vegetal afim de reduzir a perda de água via transpiração. Lima et al. (2015) afirmam que a redução da área foliar se dá pelo fato das plantas restringirem a emissão de novas folhas bem como em decorrência da aceleração da senescência das folhas que ocasiona a morte celular. Prisco e Gomes Filho (2010) afirmam que essas alterações morfológicas na AP, DC e AF ocorrem em razão do desbalanço hídrico, nutricional e hormonal. Assim, como resultado dessas alterações, promove o fechamento dos estômatos foliares e a redução na transpiração, e, conseqüentemente, diminuição na absorção de água e nutrientes pelas plantas, resultando em menor crescimento.

CRESCIMENTO DO ALGODOEIRO 'BRS RUBI' EM FUNÇÃO DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA

Mediante a análise de variância dos dados (Tabela 2) vê-se que todos os parâmetros avaliados foram influenciados significativamente pelo os níveis salinos da água (NS). Contudo, as

doses de N (DN) assim como a interação entre os fatores (NS x DN) em estudo não promoveram influência significativa ($p > 0,05$) sobre as variáveis avaliadas.

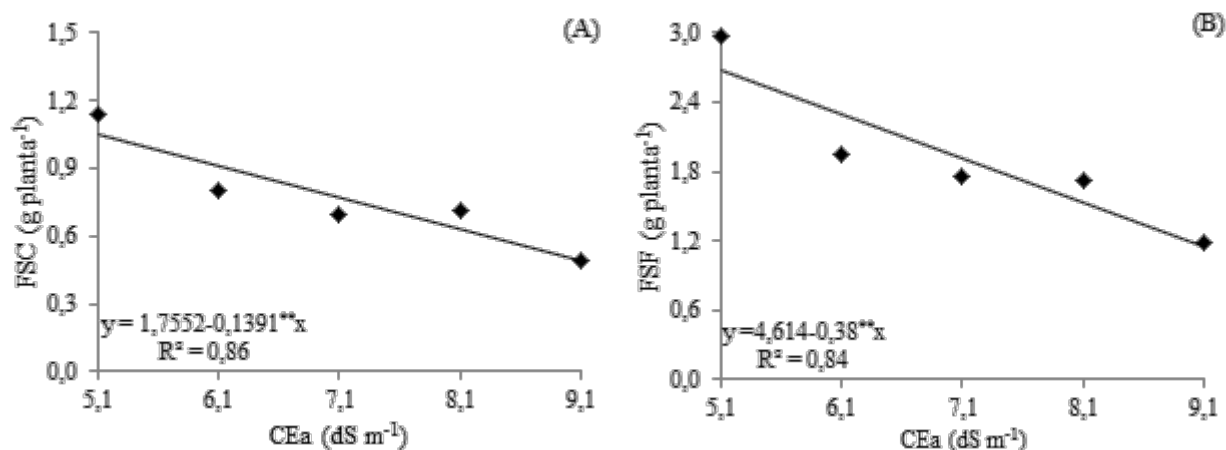
Tabela 2. Resumo da análise de variância referente à fitomassa seca do caule (FSC), das folhas (FSF) e da parte aérea (FSPA), razão de área foliar (RAF) e área foliar específica (AFE) do algodoeiro cv. BRS Rubi, irrigado com água salinas e adubado com nitrogênio, aos 40 dias após a semeadura (DAS).

Fonte de Variação	Quadrados médios				
	FSC	FSF	FSPA	RAF	AFE
Níveis salinos (NS)	0,84*	6,39**	11,86**	104762,94*	215414,50*
Reg. Linear	2,85**	21,15**	39,56**	333465,82*	609736,90*
Reg. Quadrática	0,13 ^{ns}	1,27 ^{ns}	2,23 ^{ns}	3128,96 ^{ns}	633483,83*
Doses de N (DN)	0,10 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,97 ^{ns}	25534,24 ^{ns}	11426,46 ^{ns}
Reg. Linear	0,14 ^{ns}	0,64 ^{ns}	1,39 ^{ns}	6693,36 ^{ns}	14466,21 ^{ns}
Reg. Quadrática	0,09 ^{ns}	0,69 ^{ns}	1,29 ^{ns}	57934,01 ^{ns}	152703,01 ⁿ _s
Interação (NS x DN)	0,13 ^{ns}	0,89 ^{ns}	1,69 ^{ns}	37430,74 ^{ns}	210712,66 ⁿ _s
Blocos	0,09 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,50 ^{ns}	31341,93 ^{ns}	69608,67 ^{ns}
CV (%)	17,29	18,85	19,98	19,53	12,35

^{ns}, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

Conforme resultados da análise de variância constata-se (Tabela 2) que as fitomassas secas do caule, das folhas e da parte aérea aos 40 DAS foram significativamente afetadas em função do aumento da salinidade da água de irrigação e a partir dos modelos de regressão (Figura 3) verifica-se que os dados de FSC, FSF e FSPA apresentaram efeito linear e decrescente indicando declínio de 7,92; 8,23 e 8,14, respectivamente, por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. Ao comparar as plantas de

algodoeiro cv. BRS Rubi submetidas às águas de maior nível salino (9,1 dS m⁻¹) em relação as plantas cultivadas sob irrigação com águas de nível salino iguais a 5,1 dS m⁻¹, verifica-se que houve redução de 31,70% da FSC; 32,94% da FSF e 32,59% da FSPA. Vale ressaltar que todas as fitomassas tiveram redução a partir da menor salinidade (5,1 dS m⁻¹) e que dentre estas, a fitomassa seca de folhas foi a variável que apresentou maior sensibilidade ao estresse salino.



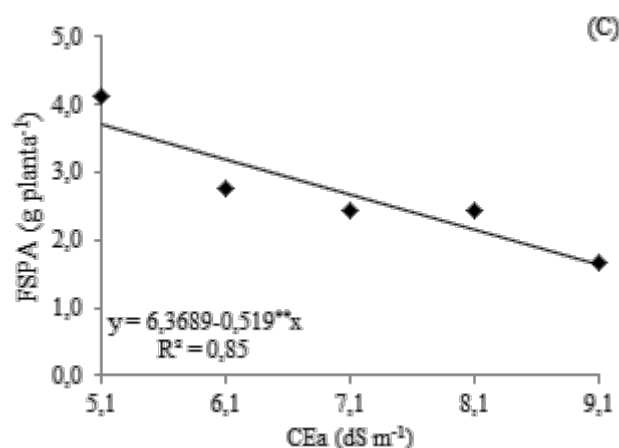


Figura 3. Fitomassa seca de caule–FSC (A), de folhas – FSF (B) e da parte aérea – FSPA (C) do algodoeiro cv. BRS Rubi, em função da condutividade elétrica da água – CEa, aos 40 dias após a semeadura.

A redução da FSF é consequência da redução da taxa fotossintética e do desvio de energia destinados ao crescimento para a ativação e manutenção de atividade metabólica associada à adaptação a salinidade como a manutenção da integridade das membranas, síntese de solutos orgânicos para a osmorregulação e/ou proteção de macromoléculas e a regulação do transporte e distribuição iônica em vários órgãos e dentro das células (MUNNS et al., 2002; LIMA et al., 2014). Assim como Lima et al. (2014) explica que a redução na formação de fitomassa seca de caule e parte aérea estão associadas aos efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais decorrentes do acúmulo de sais na zona radicular da planta. Colaborando com os resultados obtidos neste ensaio Nobre et al. (2013) e Lima et al. (2014) também constataram reduções nas fitomassas secas de

caules e folhas em mamoneira irrigada com águas salinas, já Nobre et al. (2010), trabalhando com girassol; Soares et al. (2013) e Nobre et al. (2013), estudando a cultura da mamoneira também verificaram diminuição linear na FSPA com o incremento da CEa.

O incremento dos níveis salinos afetou significativamente a razão de área foliar do algodoeiro cv. BRS Rubi de maneira que, assim como observado para a área foliar (Figura 2), os dados obtidos para esta variável melhor se ajustaram ao modelo linear e decrescente apresentando reduções de 6,93% por aumento unitário da CEa correspondendo assim a um declínio de 27,75% na RAF, o que representa, uma redução de 198,52 cm² g⁻¹ da RAF nas plantas irrigadas com água de CE igual a 9,1 dS m⁻¹ em comparação com aquelas plantas submetidas à águas de salinidade igual a 5,1 dS m⁻¹ (Figura 4A).

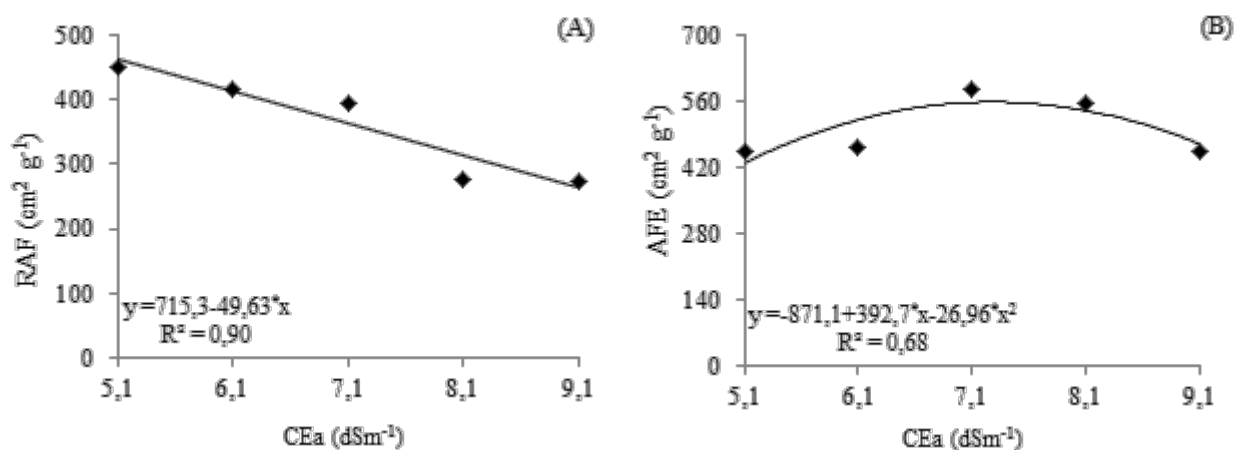


Figura 4. Razão de área foliar -RAF (A) e área foliar específica - AFE(B) do algodoeiro cv. BRS Rubi, em função da condutividade elétrica da água de irrigação– CEa, aos 40 dias após a semeadura (DAS)

A RAF é um componente de crescimento que expressa a razão entre a área foliar (área responsável pela absorção de luz e CO₂) e a fitomassa seca total (resultado da fotossíntese líquida). Dessa maneira, era esperado, que assim como constatado no presente estudo, que este parâmetro apresentasse comportamento semelhante ao observado para área foliar (Figura 2). Contudo, os efeitos negativos da salinidade sobre a área foliar se refletem diretamente sobre este parâmetro, além disso, Freitas et al., (2014) afirmam que o decréscimo na razão de área foliar pode indicar maior eficiência fotossintética, pois nesta situação há o maior aproveitamento da área foliar fotossintetizante para a produção de matéria seca.

A área foliar específica do algodoeiro cv. BRS Rubi também foi afetada pelo aumento da salinidade da água de irrigação sendo observada aumento na AFE em resposta à salinidade, até determinado nível salino, decrescendo a partir daí, de forma que os dados melhor se ajustaram ao modelo de equação de regressão quadrática (Figura 4B), com o valor máximo obtido sob irrigação com água de CE igual a 7,3 dS m⁻¹, com 558,9 cm² g⁻¹ MSF, correspondendo a um aumento de 22,98% em relação ao menor nível salino (5,1 dS m⁻¹). Após atingir esse valor (7,3 dS m⁻¹) houve decréscimo na AFE, onde foi obtido nas plantas irrigadas com água de 9,1 dS m⁻¹ cerca de 469,91cm² g⁻¹ MSF. O aumento da área foliar específica até determinado ponto indica que neste intervalo a redução da área foliar foi mais pronunciado que a produção de matéria seca.

Oliveira et al. (2016) afirmam que ao relacionar a superfície da folha com a massa seca da folha a AFE estima a composição interna da folha (número ou tamanho de células do mesófilo foliar), indicando assim a espessura do limbo foliar. Segundo Bezerra et al. (2016) a salinidade promove decréscimo no conteúdo de água da planta, assim suas células contraem-se e diminui a pressão de turgor contra as paredes celulares, tornando a membrana plasmática mais espessa e

comprimida, porque ela cobre uma área menor que a anterior.

CONCLUSÕES

1. O aumento da salinidade da água de irrigação a partir de 5,1 dS m⁻¹ compromete os índices morfofisiológicos do algodoeiro cv BRS Rubi.
2. A área foliar é a variável mais sensível ao incremento da salinidade da água, sendo o efeito intensificado com as épocas de avaliação.
3. O fornecimento de nitrogênio não mitiga os efeitos deletérios ocasionados pelo estresse salino sobre o cultivo algodoeiro cv. BRS Rubi.
4. Não houve interação entre os fatores níveis de condutividade elétrica da água e doses de nitrogênio para nenhuma das variáveis avaliadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; UYEDA, C. A.; SOARES, F. A. L.; NOBRE, R. G.; CARDOSO, J. A. F. Uso de águas salinas e adubação nitrogenada no cultivo da mamoneira BRS – Energia. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.6, n.2, p.151-163, 2012.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. (trad.). **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande-PB: UFPB, 1999, 218 p.
- BEZERRA, J. D.; PEREIRA, W. E.; SILVA, J. M.; RAPOSO, R. W. C. Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. **Revista Ceres**, v. 63, n. 4, p. 502-508, 2016.
- CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; ALVARENGA, A. A.; JUNIOR, É. C. L.; BERTOLUCCI, S. K. V.; FILHO, J. L. S.; VIEIRA, C. V. crescimento e anatomia foliar de plantas jovens de *Mikania*

Glomerata Sprengel (GUACO) submetidas a diferentes fotoperíodos, **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.6, p.1293-1300, 2003.

DIAS, A. S.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, J. B. Emergence, growth and production of sesame under salt stress and proportions of nitrate and ammonium. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 2, p. 458-467, 2017.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FREITAS, M. A. C.; AMORIM, A. V.; BEZERRA, A.M.E.; PEREIRA, M. S.; BESSA, M.C.; NOGUEIRA FILHO, F. P.; LACERDA, C.F. Crescimento e tolerância à salinidade em três espécies medicinais do gênero *Plectranthus* expostas a diferentes níveis de radiação, **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.16, n.4, p.839-849, 2014

GRIMES, D. W.; CARTER, L. M. A linear rule for direct non destructive leaf area measurements. **Agronomy Journal**, v. 61, n.3, p. 477-479, 1969.

LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; LOURENÇO, G. S.; SILVA, S. S. Aspectos de crescimento e produção da mamoneira irrigada com águas salinas e adubação nitrogenada, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n. 6, p. 615-622, 2014.

LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; PINHEIRO, F. W. A.; DIAS, A. S. Crescimento, teor de sódio, cloro e relação iônica na mamoneira sob estresse

salino e adubação nitrogenada. **Comunicata Scientiae**, v.6, n. 2, p. 212-223, 2015.

LIMA, L. A.; OLIVEIRA, F. A.; ALVES, R. C.; LINHARES, P. S. F.; MEDEIROS, A. M. A.; BEZERRA, F. M. S. Tolerância da berinjela à salinidade da água de irrigação. **Revista Agroambiente**, v. 9, n. 1, p. 27-34, 2015.

MOURA, D. C. M.; CARVALHO, J. A. Efeitos de diferentes lâminas e teores de sais na água de irrigação sobre o desenvolvimento e produção da berinjela. *Irriga*, v. 19, n. 1, p. 35-45, 2014.

MUNNS, R., TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology** v. 59, n. 1, p. 651-681, 2008.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDREADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 3, p. 358-365, 2010.

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; LOURENÇO, G. S.; SOARES, L. A. A. Emergência, Crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 1, p 76-85, 2013.

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SILVA, S. S.; SILVA, A. O.; LOURENÇO, G. S. Crescimento e produção da mamoneira cultivada sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 961-974, 2013.

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SILVA, A. O. Crescimento, consumo e eficiência do uso da água pela mamoneira sob estresse salino e nitrogênio. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 148-158, 2014.

CRESCIMENTO DO ALGODOEIRO 'BRS RUBI' EM FUNÇÃO DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS
E ADUBAÇÃO NITROGENADA

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A. J. I. (ed.) **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa-SEA, 1991. Cap. 14, p.189-253.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, R. C.; LINHARES, P. S. F.; MEDEIROS, A. M. A.; OLIVEIRA, M. K. T. Interação entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada na cultura da berinjela. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.5, p.480-486, 2014.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; CUNHA, R. C.; SOUZA, M. W. L.; LIMA, L. A. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca, **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 2, p. 307-315, 2016.

OLIVEIRA, L. L. P.; DIAS, N. S.; MEDEIROS, L. C.; FERREIRA, L. L. Tolerância de cultivares de algodão (*Gossypium hirsutum*) à salinidade da água de irrigação. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.10, n. 2, p. 66 - 71, 2014.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. M.; LUCAS, A. A. T.; SANTOS, P. B. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e**

Tecnologia Ambiental, v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.

PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; SOUSA, P. S.; DANTAS, D. C. Evolução da salinidade e pH de um solo sob cultivo de melão irrigado com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 11, p. 1130-1137, 2011.

PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. I. (ed.) **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza. INCT Salinidade. 2010. Cap.10. p. 147-164.

SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; PEREIRA, F. H. F. Fisiologia e acúmulo de fitomassa pela mamoneira submetida a estresse salino e adubação nitrogenada, **Revista Verde de Agroecologia e desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n.1, p.247-256, 2013.

SOARES, L. A. A.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; SILVA, A. O.; SOARES, S. S. Componentes de crescimento da mamoneira cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio. **Revista Irriga**, Edição Especial: p. 40-54, 2012.