

EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DO ALGODOEIRO CV. BRS VERDE SOB NÍVEIS DE SALINIDADE NA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Sidney Anderson Teixeira da Costa^{1*}, Gibran da Silva Alves², José Allysson Cordeiro³, Josias Jordão Andrade Alves⁴, Guilherme Augusto dos Santos Sá¹

SAP 22002 Data do envio: 28/03/2019 Data do aceite: 12/05/2019
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 18, n. 3, jul./set., p. 259-268, 2019

RESUMO - O algodoeiro herbáceo é uma das culturas agrícolas mais importantes para o agronegócio brasileiro. No entanto, um dos fatores que limitam o avanço da cotonicultura no Semiárido nordestino, são os altos teores de sais no solo e água de irrigação. Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a emergência e crescimento do algodoeiro cv. BRS Verde sob níveis de salinidade na água de irrigação. O experimento foi conduzido em vasos, sob condições de casa de vegetação e o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, contendo cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram das concentrações de 0, 25, 50, 75 e 100 mM de cloreto de sódio (NaCl) em água destilada, correspondendo às condutividades elétricas de 0; 2,64; 5,14; 7,33 e 9,69 dS m⁻¹, respectivamente. Foram avaliados índices de velocidade de emergência, percentual de emergência, altura de plantas, diâmetro de caule, área foliar, espaço de entre nós, número de nós e três taxas de crescimento de plantas de algodão em função dos níveis de salinidade. O aumento da concentração de NaCl na água de irrigação afetou negativamente a percentagem de emergência do algodoeiro cv. BRS Verde. Em contrapartida, o IVG não sofreu decréscimo, em concentrações inferiores a 24,98 mM. Em todas as variáveis de crescimento estudadas, o efeito da salinidade variou entre as épocas avaliadas, sendo maior o efeito para altura das plantas, diâmetro de caule e área foliar, aos 60 DAE. Quanto menor os valores de condutividades elétricas da água de irrigação, melhor o crescimento inicial do algodoeiro cv. BRS Verde.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L., algodoeiro herbáceo, estresse salino, semiárido nordestino.

EMERGENCE AND GROWTH OF COTTON CV. BRS VERDE UNDER SALINITY LEVELS IN IRRIGATION WATER

ABSTRACT - Herbaceous cotton is one of the most important agricultural crops for the Brazilian agribusiness. However, one of the factors that limit the advancement of cotton growing in the northeastern semiarid region, are the high levels of salt in the soil and irrigation water. In view of the above, the objective of this study was to evaluate the emergence and growth of cotton CV. BRS Verde under salinity levels in irrigation water. The experiment was carried out in pots under greenhouse conditions; the experimental design was completely randomized, with five treatments and four replications. The treatments consisted of concentrations of 0, 25, 50, 75 and 100 mM of sodium chloride (NaCl) in distilled water, corresponding to the electrical conductivities of 0; 2.64; 5.14; 7.33 and 9.69 dS m⁻¹, respectively. Rates of emergence velocity, emergence percentage, plant height, stem diameter, leaf area, and space among us, number of knots and three growth rates of cotton plants were evaluated, according to salinity levels. Increase in the concentration of NaCl in the irrigation water negatively affected the emergence percentage of cotton cv. BRS Verde. On the other hand, the IVG did not decrease, at concentrations lower than 24.98 mM. In all the growth variables studied, the effect of salinity ranged from the evaluated periods, with the highest effect for plant height, stem diameter and leaf area, at 60 DAE. The lower the values of electrical conductivities of irrigation water, the better the initial growth of cotton CV. BRS Verde.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L., herbaceous cotton, salt stress, semiarid northeastern.

¹Graduando em Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, Pernambuco, Brasil. E-mail: sidneyeng.agro@outlook.com, gyllherme@gmail.com. *Autor para correspondência.

²Professor Adjunto, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, Pernambuco, Brasil. E-mail: gibran.alves@ufrpe.br.

³Graduado em Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, Pernambuco, Brasil. E-mail: allyssoncordeiro51@hotmail.com.

⁴Mestrando em Produção Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, Pernambuco, Brasil. E-mail: jordaovalves@gmail.com.

INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma planta pertencente à família Malvaceae. Consiste em uma das culturas mais importantes para economia do Brasil, sendo o país um dos cinco maiores produtores mundiais, com área plantada aproximada de 1.174 milhões de hectares (CONAB, 2018).

A BRS Verde é uma cultivar que possui fibra de coloração verde clara e ciclo entre 130 e 140 dias. Por ter fibra colorida, o algodão herbáceo possui algumas vantagens, como não necessitar de tingimento sintético, favorecendo que tenha um valor de mercado 20 a 30% maior relacionado ao algodão branco.

A cotonicultura no Nordeste do Brasil é constituída principalmente por agricultores familiares que utilizam práticas de manejo tradicionais (TELES e FUCK, 2014). Assim, o programa de melhoramento da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) busca trabalhar no desenvolvimento de alternativas para agregar valor à produção da fibra de algodão, principalmente para produtores que não dispõem de tecnologias sofisticadas, empregadas na cultura do algodoeiro convencional.

Sabe-se que o cultivo em sequeiro de qualquer cultura se torna bastante arriscado em regiões semiáridas, pois, além do déficit hídrico causado pela maior evapotranspiração em relação à precipitação pluviométrica, quando a chuva ocorre não há distribuição homogênea nas áreas e no período de cultivo (OLIVEIRA et al., 2012). Nesse sentido, para suprir a necessidade hídrica de uma cultura, a irrigação se apresenta como uma alternativa, desde que seja viável economicamente ao produtor.

No cenário ambiental atual, é notória a grande preocupação com a qualidade e oferta de água para consumo humano. Diante disso, torna-se cada vez mais escasso a disponibilidade de água de boa qualidade para irrigação, uma vez que é prioridade o abastecimento hídrico das cidades. Com isso, a utilização de água salina torna-se uma alternativa à irrigação, quando se trabalha com espécies tolerantes atrelada a um emprego de práticas de drenagem, manejo e solo adequadas (FREITAS et al., 2010). Para isso, o uso de águas salinas na irrigação para produção vegetal é um desafio que vem sendo superado em diversas partes do mundo (TRAVASSOS et al., 2000).

Segundo Nobre et al. (2013), um dos fatores que limitam o avanço da agricultura no Semiárido nordestino, são os altos teores de sais no solo e na água de irrigação, uma vez que a maioria das plantas, mesmos as mais tolerantes ao estresse salino, sob condições extremas, têm seus índices de germinação, percentagem de emergência e suas taxas de crescimentos prejudicadas.

Desse modo, quando se fala em sementes, o grau de disponibilidade e a qualidade da água são fatores cruciais para desencadear os processos fisiológicos relacionados sua germinação, bem como o seu estabelecimento como plântula normal (MARCOS FILHO, 2015), uma vez que a água

contribui para a hidratação dos tecidos da semente e na ativação de enzimas envolvidas no processo de germinação. Desta maneira, tanto a deficiência hídrica, quanto o fornecimento de água de má qualidade interferem negativamente no processo de germinação e conseqüentemente no desenvolvimento da planta (BORGES et al., 2015).

Algumas espécies ou cultivares apresentam diferentes respostas à salinidade. Algumas se desenvolvem bem, outras sofrem bastante com o excesso de sais. Nesse contexto, o algodoeiro é considerado uma planta bastante rústica e se sobressai como uma das espécies capazes de produzir em concentrações de sais solúveis bem acima da suportada pela maioria das plantas cultivadas (TAIZ e ZEIGER, 2009). No entanto, mesmo as plantas que possuem tolerância a salinidade, quando cultivadas em condições que proporcionem determinado grau de estresse, podem sofrer sérios prejuízos em suas variáveis de crescimento (MONTEIRO, 2009). Além disso, Lopes e Silva (2010), ressaltam que, nas áreas semiáridas brasileiras, o nível salino das águas atrelado a um mau manejo das áreas de irrigação pode, ao longo do tempo, transformar áreas produtivas em áreas inaptas para agricultura.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a emergência e crescimento do algodoeiro cv. BRS Verde sob níveis de salinidade na água de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de 28 de junho a 03 de setembro de 2017, em casa de vegetação, na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, no município de Serra Talhada (PE), situado na microrregião do Sertão do Pajeú, sob coordenadas geográficas 7°57'18.8"S, 38°17'45.5"W e altitude de 499 m. Os dados de umidade relativa e temperatura média do ar na casa de vegetação durante a condução do experimento, estão apresentados na Figura 1 e foram obtidos junto à plataforma digital do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Para o estudo foram utilizadas sementes do algodoeiro cv. BRS Verde. Trata-se de um cultivar desenvolvida e lançada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que possui fibra de coloração verde clara e ciclo entre 130 e 140 dias. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, consistindo em 5 tratamentos e 4 repetições, resultando 20 unidades experimentais. Os vasos foram distribuídos em bancadas e semeadas duas sementes de algodoeiro cv. BRS verde em cada, sendo uma unidade experimental representada por 2 vasos. Os tratamentos resultaram da combinação de 5 níveis de salinidade (0, 25, 50, 75 e 100 mM de NaCl) na água de irrigação cujas condutividades elétricas foram medidas com condutivímetro, apresentando os valores: 0,5; 2,64; 5,14; 7,33 e 9,69 dS m⁻¹. Os níveis de

salinidade foram obtidos através do preparo de solução de

cloreto de sódio (NaCl) dissolvido em água destilada.

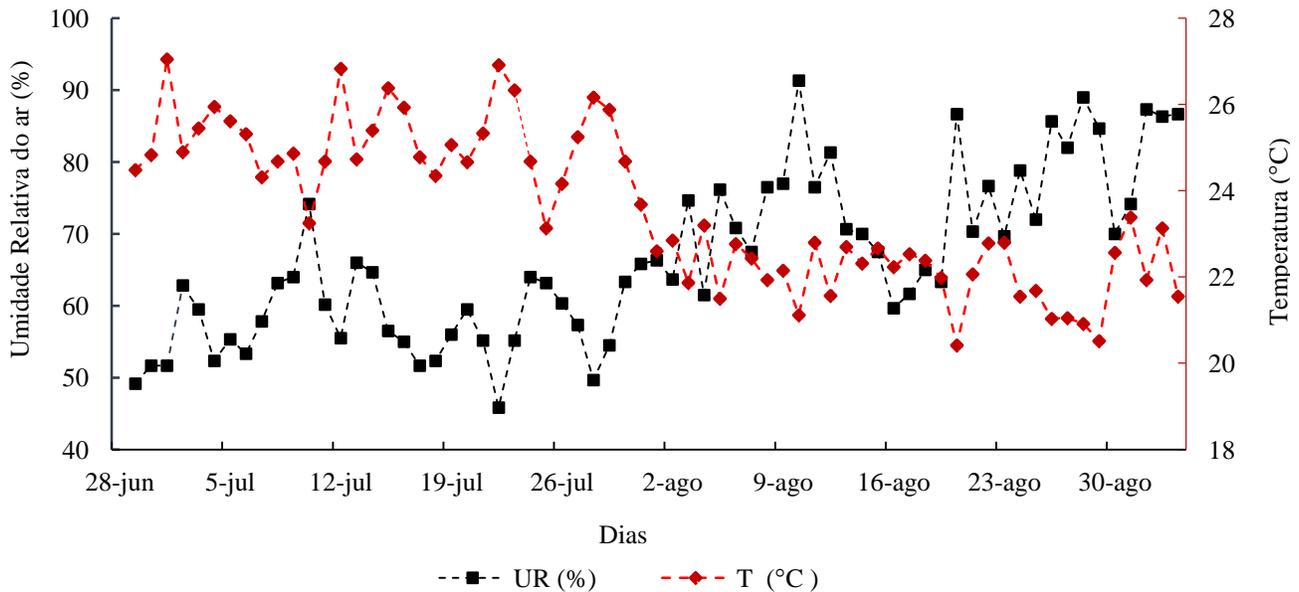


FIGURA 1 - Variação diária da umidade relativa e da temperatura média do ar durante experimento com algodão cv. BRS Verde. Fonte: INMET.

Foi utilizado um CAMBISSOLO salino sódico de textura média, coletado a uma camada de 0-20 cm de profundidade. O material foi coletado e em seguida retirada uma amostra para análise das características químicas, tendo como resultado os atributos apresentados na Tabela 1.

O solo foi peneirado e acondicionado 8 kg nos vasos plásticos, sobre uma camada de brita (1 kg), para facilitar a drenagem do excesso de água. A adubação

utilizada seguiu as recomendações do Manual de Adubação de Pernambuco, contendo como fontes de nitrogênio (N) a ureia, fósforo (P) o superfosfato triplo e potássio (K) o cloreto de potássio. A irrigação durante todo o experimento foi feita diariamente, com uso de proveta graduada de 500 mL. A somatória dos volumes aplicados diariamente, até o final do experimento, que durou 67 dias, resultou em uma lâmina 172 mm.

TABELA 1 - Características químicas do solo coletado na área experimental da UFRPE/Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), na profundidade de 0-20 cm. Análises realizadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da UFRPE.

Complexo sortivo	Valores (cmol _c dm ⁻³)
Cálcio (Ca)	6,80
Magnésio (Mg)	2,90
Sódio (Na)	0,57
Potássio (K)	0,23
Hidrogênio + alumínio (H+Al)	1,50
Alumínio (Al)	0,00
Soma de bases (S)	10,50
Capacidade de troca de cátions (CTC)	12,00
Saturação de bases (V)	87,50%
Matéria orgânica (MO)	1,71%
Fósforo (P)	7,00 mg dm ⁻³
pH em água (1:2,5)	6,60

Para determinar o percentual de emergência (PE) e o índice de velocidade de emergência [(IVE) - Equação 1] anotou-se o número de plântulas emergidas por tratamento,

fazendo a contagem após a primeira plântula emergir, proposta por Maguire (1962), em que:

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

IVE = índice de velocidade de emergência,

E1, E2, ... En = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na enésima contagem e

N1, N2, ... Nn = número de dias da semeadura para a primeira, segunda e enésima contagem.

A emergência da primeira plântula ocorreu 6 dias após semeadura, onde, até então havia sido aplicado uma lâmina de 6 mm de cada tratamento. A partir daí passou-se a registrar diariamente o número de plântulas emergidas, até o sétimo dia, quando se consolidou a emergência e não emergiram novas plântulas.

As variáveis de crescimento analisadas foram a altura de plantas, diâmetro de caule, área foliar por planta, espaço de entre nós e número de nós, coletadas aos 20, 40 e 60 dias após a emergência (DAE). Para a determinação da área foliar tomou-se a medição do comprimento da nervura principal, que resultou em apenas duas medições (40 e 60 DAE). Também foram calculadas três taxas de crescimento: taxa de crescimento absoluto caulinar, taxa de crescimento absoluto em diâmetro caulinar e taxa de crescimento absoluto foliar.

Para as medições de altura de planta foi utilizada uma régua graduada, realizando a medida da base da planta até seu ápice. Para as aquisições de medida do diâmetro do caule, utilizou-se um paquímetro digital, a partir de 2 cm acima do solo. Para determinação da área foliar utilizou-se o modelo matemático (Equação 2), desenvolvido por Fideles Filho et al. (2010), no qual mede-se o comprimento da nervura principal da folha, substituindo o 'X' na fórmula.

$$\gamma = \sum [0,7254(X)^{2,08922}] \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

γ = área foliar total (cm²) e

X = Comprimento da nervura principal (cm).

Para medição da distância dos entrenós utilizou-se régua graduada (cm), mensurando os espaços entre estes ao longo de toda a planta.

A partir dos valores médios das variáveis de crescimento, utilizando a metodologia abordada por Benincasa (2003), foi possível calcular (Equação 3) a taxa de crescimento absoluto caulinar (TCAC), taxa de crescimento absoluto em diâmetro (TCAD) e taxa de crescimento absoluto foliar (TCAF).

$$TCA = \frac{V_2 - V_1}{T_2 - T_1} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

TCA = taxa de crescimento absoluto da variável que se deseja calcular,

V₁ = variável que se deseja calcular a taxa de crescimento no tempo T₁ em dias e

V₂ = variável que se deseja calcular a taxa de crescimento no tempo T₂ em dias.

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste F, utilizando o programa SISVAR v.5.7 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No resumo da análise de variância (Tabela 2), para o índice de velocidade de emergência (IVE) e percentagem de emergência (PE) é possível notar que o IVE sofreu influência significativa da fonte de variação (níveis de salinidade) pelo teste F.

TABELA 2 - Valores do quadrado médio (QM) e níveis de significância pelo teste F, relativos à percentagem de emergência (PE) e índice de velocidade de emergência (IVE) do algodoeiro cv. BRS Verde.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		PE	IVE
Níveis de salinidade (NaCl)	4	254,326847 ^{ns}	2,161922**
Erro	15	127,713915	0,357042
CV (%)	-	26,57	31,68

GL = grau de liberdade, CV = coeficiente de variação, ** = significativo a 1% de probabilidade de erro, ^{ns} = não significativo a 5% de probabilidade de erro.

Na Tabela 3 observa-se o grau de significância ($P < 0,05$) dos modelos testados para análise regressão. Pode-se constatar que os modelos linear e quadrático foram aqueles que mais se ajustaram, respectivamente, às variáveis PE e IVE. Para PE, o resultado encontrado difere daqueles obtidos por Silva Junior et al. (2005), estudando os níveis de salinidade na água de irrigação em plantas de algodoeiro cv. BRS Verde em condições de casa de vegetação, verificaram

que o aumento das concentrações não interferiu nesta variável.

Lopes e Silva (2010), porém, observaram efeitos negativos de águas salinas na velocidade de emergência e no total de plântulas de algodão colorido, sob condições de casa de vegetação no estado da Paraíba.

Ainda para PE, o modelo linear (Figura 2A) corrobora com os obtidos por Sevilha et al. (2011), Pereira et al. (2012) e Elkins (2017), que constataram um atraso na

germinação e decréscimo linear no percentual de plântulas de algodão, conforme o aumento das concentrações salinas. Para o IVE, o modelo quadrático (Figura 2B) foi aquele que

melhor se ajustou aos resultados, corroborando Chen et al. (2010) e Taghizadeh et al. (2018).

TABELA 3 - Valores do quadrado médio (QM) e níveis de significância pelo teste F, dos modelos testados para as variáveis percentagem de emergência (PE) e índice de velocidade de emergência (IVE) do algodoeiro BRS Verde.

Modelos testados	GL	Quadrados médios	
		PE	IVE
Linear	1	743,1629*	6,1011**
Quadrática	1	191,0990 ^{ns}	2,1376*
Erro	15		127,71
CV (%)			26,57

GL = grau de liberdade, CV = coeficiente de variação, ** = significativo a 1% de probabilidade de erro, * = significativo a 5% de probabilidade de erro, ^{ns} = não significativo a 5% de probabilidade de erro.

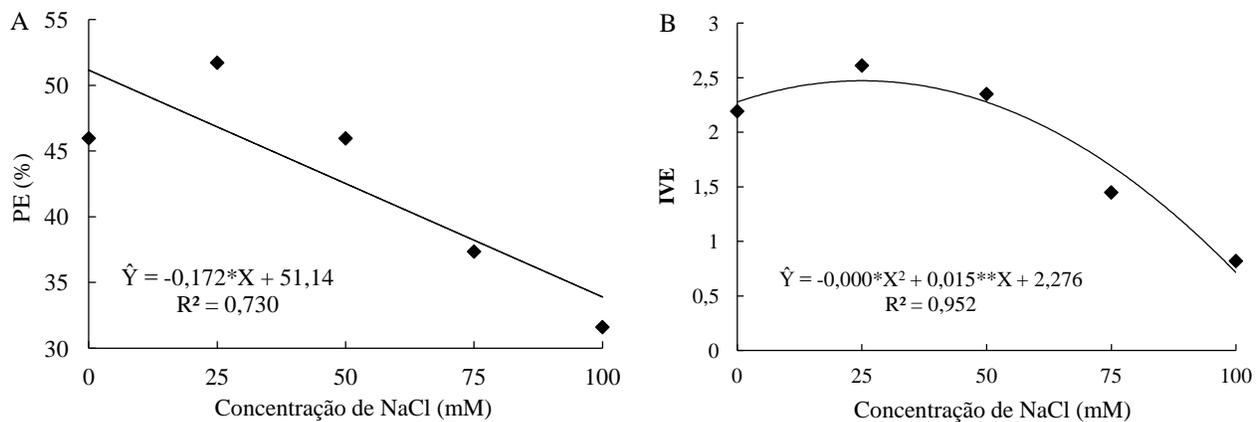


FIGURA 2 - A) percentagem de emergência (PE) e B - índice de velocidade de emergência (IVE) do algodoeiro cv. BRS Verde, sob níveis de salinidade. (**): Significativo a $P < 0,01$; (*): Significativo a $P < 0,05$.

Analisando a regressão quadrática (Figura 2B), é possível observar o comportamento do IVE em algodoeiro cv. BRS Verde e apontar que, valores abaixo da concentração estimada de 24,98 mM de NaCl na água de irrigação não causaram declínio na velocidade de emergência. Diante disso, é possível inferir que essa cultivar estudada, até certo ponto, possui um determinado grau de resistência ao estresse salino em sua velocidade de emergência.

Soares et al. (2018) afirmaram que o desenvolvimento inicial do algodoeiro não é comprometido pelo estresse causado por águas salinas nos estádios iniciais. No entanto, suas fases de floração e produção, são significativamente afetadas quando submetidas ao aumento no aporte de sais na água. Nessa perspectiva, é possível afirmar que, o aumento do potencial osmótico do solo e da sua demanda hídrica, interfere na taxa de absorção de água

pelos tecidos das sementes e raízes primárias, prejudicando assim, a percentagem de emergência e o IVE.

Consultando o resumo das análises de variância (Tabelas 4 e 5), percebe-se esse efeito prejudicial das águas salinas nas variáveis de crescimento, uma vez que todas sofreram efeitos significativos ($P < 0,05$) da fonte de variação. Foi possível notar também, que houve diferença significativa entre os períodos avaliados para essas variáveis.

Analisando a Tabela 4, observa-se que o fator de variação (sais), interferiu significativamente ($P < 0,01$) na altura de plantas e entrenós nas três épocas estudadas, ao contrário do número de nós e diâmetro de caule (Tabela 5), que interferiu apenas nos dois últimos períodos (40 e 60 DAE). Analisando ainda a Tabela 5, observa-se que a AF sofreu efeito significativo nos dois períodos avaliados (40 e 60 DAE).

TABELA 4 - Resumo da análise de variância referente à altura de plantas e espaçamento de entre nós do algodoeiro cv. BRS Verde, irrigado com água salina, aos 20, 40 e 60 DAE.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		Altura de plantas (cm)			Espaçamento entre nós		
		Dias após emergência (DAE)					
		20	40	60	20	40	60
Níveis de salinidade (NaCl)	4	15,0354**	84,066**	235,762**	1,030**	0,910**	3,8974*
Regressão linear	1	53,3610**	316,969**	869,556**	3,969**	3,022**	14,182**
Regressão quadrática	1	5,850 ^{ns}	0,035 ^{ns}	3,254 ^{ns}	0,082 ^{ns}	0,1622 ^{ns}	0,701*
Erro	45		2,452			0,115	
CV (%)			10,16			20,79	

GL = grau de liberdade, CV = coeficiente de variação, ** = significativo a 1% de probabilidade de erro, * = significativo a 5% de probabilidade de erro, ^{ns} = não significativo a 5% de probabilidade de erro.

Essas observações corroboram com Dias et al. (2017), que constataram diferença significativa ($P < 0,05$) entre períodos de avaliações, bem como o decréscimo na altura das plantas, diâmetro do caule e área foliar do algodoeiro colorido sob condições de casa de vegetação, em

função do aumento das condutividades elétricas na água de irrigação. Santos et al. (2016), estudando a morfofisiologia e produção do algodoeiro colorido cv. BRS Topázio, também observaram que essas variáveis sofreram decréscimo, conforme o aumento na concentração de sais na água.

TABELA 5 - Resumo da análise de variância referente ao número de nós (NN), diâmetro de caule (DC) e área foliar (AF) do algodoeiro cv. BRS Verde, irrigado com água salina em seus respectivos períodos de avaliação.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios								
		Número de nós			Diâmetro de caule			Área foliar		
		Dias após emergência								
		20	40	60	20	40	60	40	60	
Níveis de salinidade (NaCl)	4	0,000 ^{ns}	3,300**	5,550**	0,027 ^{ns}	1,042**	3,107**	550,121**	163,622**	
Regressão linear	1	0,000 ^{ns}	11,025**	36,100**	0,095 ^{ns}	3,776**	11,395**	1999,140**	563,430**	
Regressão quadrática	1	0,000 ^{ns}	2,160**	0,285 ^{ns}	0,001 ^{ns}	2,704 ^{ns}	0,227*	183,570*	83,443 ^{ns}	
Erro	45		0,220			0,054		25,414		
CV (%)			16,83			6,29				

GL = grau de liberdade, CV = coeficiente de variação, ** = significativo a 1% de probabilidade de erro, * = significativo a 5% de probabilidade de erro, ^{ns} = não significativo a 5% de probabilidade de erro.

Verificando as Figuras 3A e 3B, é possível notar o comportamento do EEN e AP, em seus respectivos períodos de avaliações, sendo que em ambos, percebe-se o efeito mais acentuado das concentrações salinas no último período (60 DAE) de avaliação. Acredita-se que este efeito mais acentuado sobre o último período, se deu em função do acúmulo do NaCl no solo ao longo das aplicações das lâminas de água salina. Além disso, é possível inferir também, que o estresse nesse período tenha sido potencializado pelo decréscimo da temperatura, atrelado ao aumento da umidade relativa do ar (Figura 1), o que pode ter proporcionado uma diminuição das taxas de transpiração das plantas, sendo que as baixas taxas de transpiração não favorecem a planta, para que a mesma consiga mitigar os efeitos causados por diversos tipos de estresses, inclusive aquele salino (MARENCO e LOPES, 2009).

Nesse sentido, percebe-se que, maior concentração (100 mM) em comparação com a testemunha, causou uma

redução de 37,45; 51,19 e 63,91% na altura das plantas de algodoeiro, nos períodos 20; 40 e 60 DAE, respectivamente. Para o EEN, em comparação com a testemunha, a maior concentração (100 mM) provocou redução de 77,86; 45,89 e 73,64%, nos períodos 20; 40 e 60 DAE, respectivamente.

Em trabalhos com estresse salino com outras espécies de plantas cultivadas, como mamona, pinhão manso e cafeeiro conilon (SANTOS et al., 2013; SILVA et al., 2012; TEMOTEO et al., 2015) foi possível verificar o efeito deletério sobre as variáveis de crescimento, em função de estresse salino. Isso ocorreu, porque esse tipo de estresse proporciona danos aos processos bioquímicos e fisiológicos (fotossíntese, síntese de proteínas e metabolismo de lipídios). Além disso, o estresse causado por sais resulta no efeito iônico, proporcionando acúmulo de íons nos tecidos vegetais, comprometendo a divisão e alongamento celular dos tecidos da planta e acarretando em diminuição na AP, DC e EEN (MUNNS e TESTER, 2008; LIMA et al., 2015).

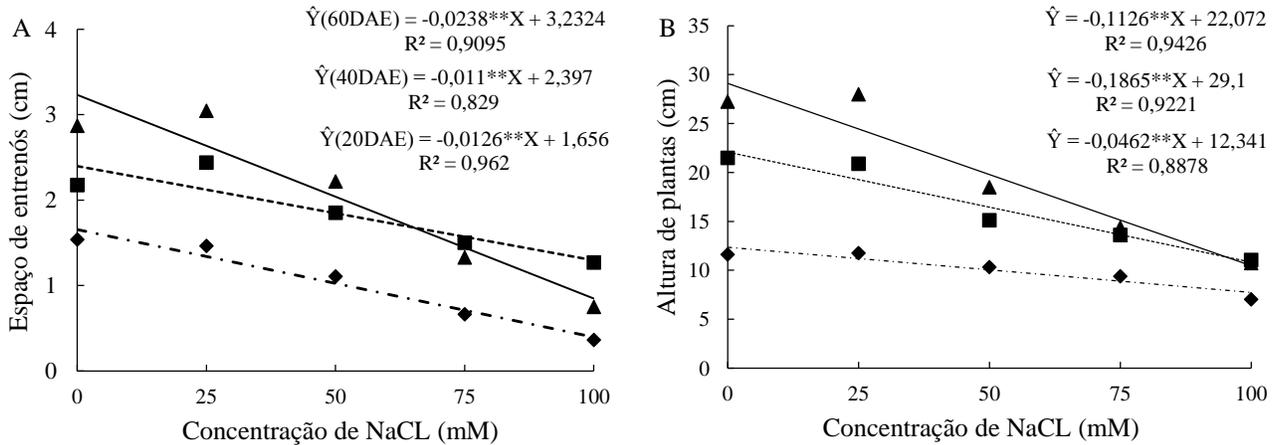


FIGURA 3 - Regressões para as variáveis, espaçamento de entre nós (A) e altura de plantas (B), aos 20, 40 e 60 DAE de algodoeiro BRS verde, sob níveis de salinidade. (**): Significativo a $P < 0,01$; (*): Significativo a $P < 0,05$.

É possível observar na Figura 4, que o aumento do aporte de NaCl na água, reduziu o DC, NN e a AF do algodoeiro nos períodos em que houve influência significativa do fator de variação. Desse modo, a concentração de 25 mM de NaCl (2,64 dS m⁻¹) causou uma

redução de 7,06% no DC no período 40 DAE e 9,33% aos 60 DAE, em comparação com a testemunha. Quando se compara a testemunha com a maior concentração (100 mM), o DC do algodoeiro sofre uma redução de 28,12% e 37,62%, aos 40 e 60 DAE, respectivamente.

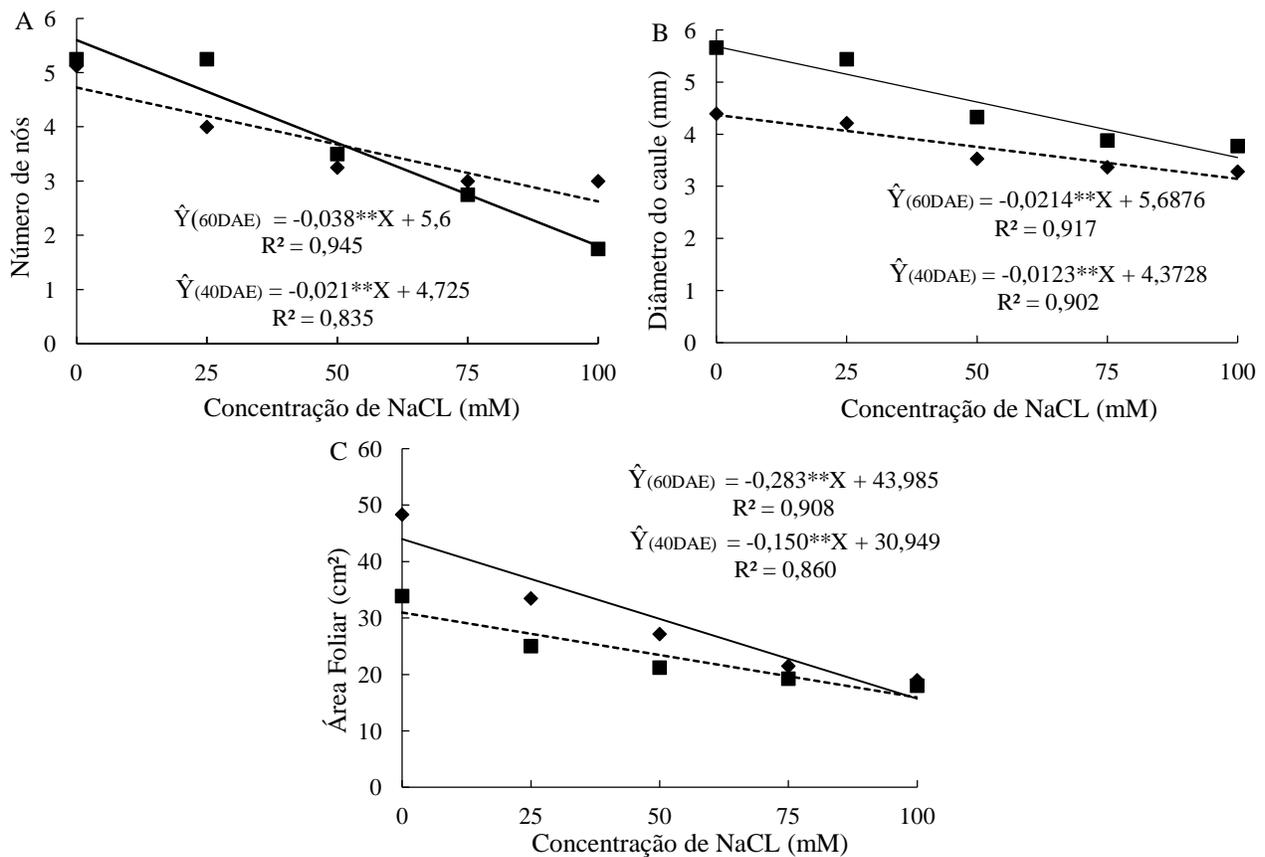


FIGURA 4 - Regressões para o diâmetro de caule (A), número de nós (B) e área foliar (C) de algodoeiro cv. BRS Verde, aos 40 e 60 DAE, sob níveis de salinidade. (**): Significativo a $P < 0,01$; (*): Significativo a $P < 0,05$.

Para o NN, o comportamento é semelhante, uma vez que, o maior efeito aos 60 DAE provoca uma redução de 44,44% em comparação à testemunha. Da mesma maneira, aos 40 DAE, a maior concentração para a AF resulta em diminuição de 48,46% em comparação com a testemunha, enquanto que aos 60 DAE essa redução foi 64,34%.

Comportamento semelhante para AP, DC e AF foram obtidos por Capitulino et al. (2016), submetendo a cultivar BRS Topázio ao aumento de condutividade elétrica na água. Lima et al. (2017), constataram que, o crescimento da cv. BRS Rubi em todos os períodos estudados, sofreu declínio nas variáveis avaliadas com aumento da salinidade na água de irrigação, sendo a AF a mais sensível a esse aumento das concentrações salinas. Esses resultados demonstraram que as variáveis de crescimento são sensíveis a salinidade. Dessa forma, é possível inferir que AF é reduzida na presença de água salina, devido a planta diminuir o número de folhas emitidas, bem como reduzir o seu crescimento, como um mecanismo de defesa para reduzir a perda de água por transpiração.

Corroborando Lima et al. (2018), esse decréscimo na AP, DC, NN, EEN e AF do algodoeiro herbáceo, é causado pelo desbalanço hídrico, nutricional e hormonal,

provocado pelo estresse salino. Isso ocorre, pois o desbalanço acarreta uma diminuição na absorção de água e nutrientes pelas plantas, além de prejudicar os processos bioquímicos relacionados a fotossíntese, resultando em menor crescimento da planta. Com isso, é possível afirmar que, um dos principais efeitos da salinidade nas plantas é a limitação do seu crescimento, causado pelo aumento da pressão osmótica do meio e consequente redução da disponibilidade de água a ser consumida, prejudicando assim a divisão celular e seu alongamento (SCHOSSLER et al., 2012).

Nesse contexto, observa-se na Figura 5, os resultados das taxas de crescimento absoluto caulinar (TCAC) e taxa de crescimento absoluto em diâmetro caulinar (TCAD), sendo possível notar que, em ambas as taxas, os valores máximos foram obtidos no período de 20 a 40 DAE, com uma redução na TCADC de 0,5 para 0,3 cm por dia, quando a concentração salina passou de 25 mM para 50 mM de NaCl. Esse mesmo comportamento aconteceu no período de 20 a 40 DAE, no qual a TCAD chegou próximo de zero, quando as concentrações ultrapassam 75 mM de NaCl na água de irrigação.

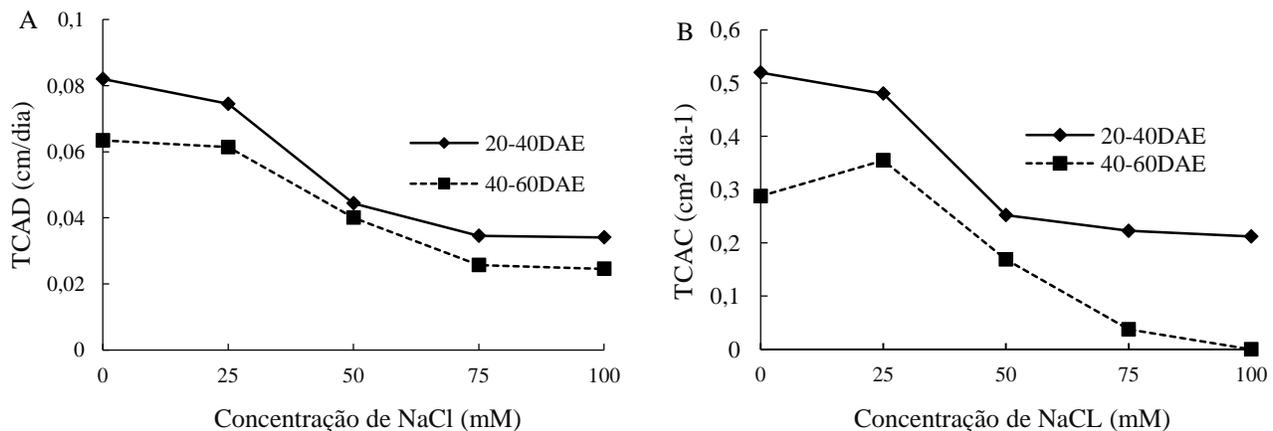


FIGURA 5 - Taxa de crescimento absoluto em diâmetro caulinar (TCAD) (A) e taxa de crescimento absoluto caulinar (TCAC) (B) do algodoeiro cv. BRS Verde, sob níveis de salinidade.

Na Figura 6 são observados os valores médios da taxa de crescimento absoluto foliar, obtidos através da medida da altura da planta no intervalo de 20 dias (40 - 60 DAE). Pode-se observar que, maiores taxas são observadas nos tratamentos 1 (0 mM) e 2 (25 mM), com valores de 0,72 cm² por dia e 0,42 cm² por dia, respectivamente.

Em estudo com algodoeiro herbáceo, Zhang et al. (2014) também constataram que, o aumento gradativo do estresse salino prejudicou o crescimento inicial e o desenvolvimento do algodoeiro, além de diminuir a relação parte área/sistema radicular em função da indução morfológica e fisiológica que o estresse proporcionou.

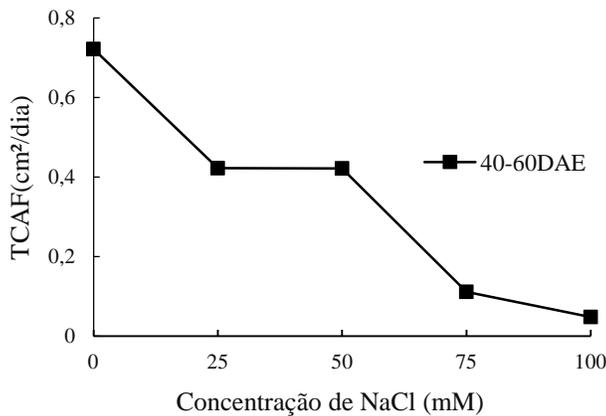


FIGURA 6 - Taxa de crescimento absoluto foliar (TCAF) do algodoeiro cv. BRS Verde, entre 40 e 60 DAE, sob níveis de salinidade.

De modo geral, isso ocorre, porque a salinidade e seus efeitos no potencial osmótico do solo, resulta na redução da disponibilidade hídrica às plantas, o que compromete a extração de nutrientes pelas raízes, e conseqüentemente interfere no processo de fotossíntese, resultando em menores taxas de crescimento pela planta.

CONCLUSÕES

O aumento da concentração de NaCl na água de irrigação afetou negativamente a percentagem de emergência do algodoeiro cv. BRS Verde. Em contrapartida, o IVG não sofreu decréscimo, em concentrações de sais inferiores a 24,98 mM.

Em todas as variáveis de crescimento estudadas, o efeito da salinidade variou entre as épocas avaliadas, sendo maior o efeito para altura das plantas, diâmetro de caule e área foliar, aos 60 DAE.

Quanto menor os valores de condutividades elétricas das águas de irrigação, melhor o crescimento inicial do algodoeiro cv. BRS Verde.

REFERÊNCIAS

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: Noções Básicas**. 2a. ed. FUNEP, Jaboticabal, Brasil. 41p., 2003.

BORGES, E.E.L.; ATAÍDE, G.M.; MATOS A.C.B. Eventos micropilar e embrionário na hidratação de sementes de *Melanoxylon brauna* Schott. **Journal of Seed Science**, v.37, n.3, p.192-201, 2015.

CAPITULINO, J.D.; SILVA, A.L.R.; LIMA, G.S.; FARIAS, M.S.S.; NASCIMENTO, H.M.; SOARES, L.A.A. Crescimento e componentes de produção do algodoeiro colorido submetido ao estresse salino e adubação potássica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.11, n.5, p.182-187, 2016.

CHEN, W.P.; HOU, Z.A.; WU, L.S.; LIANG, Y.C.; WEI, C.Z. Effects of salinity and nitrogen on cotton growth in arid environment. **Plant Soil**, v.32, n. 06, p.61-73, 2010.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries Históricas**. 2017. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=>>. Brasília, DF. Acesso em: 07 set. 2019.

DIAS, A.S.; LIMA, G.S.; GHEYI, H.J.; SOARES, L.A.A.; SOUZA, L.P.; BEZERRA, I.L. Crescimento do algodoeiro 'BRS Rubi' em função da irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.11, n.7, p.1945-1955, 2017.

ELKINS, H.D. **Cotton, *Gossypium hirsutum* L., cultivars differential responseto salinity**. 2017. 103p. Dissertação (Mestre em Ciências) - Universidade Texas A & M, Texas. 2017. Disponível em:

<<https://oaktrust.library.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/169549/ELKINS-THESIS2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 17 set. 2019.

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

FIDELES FILHO, J.; BELTRÃO, N.E.M.; PEREIRA, A.S. Desenvolvimento de uma régua para medidas de área foliar do algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.7, p.736-741, 2010.

FREITAS, R.M.O.; NOGUEIRA, N.W.; OLIVEIRA, F.N.; COSTA, E.M.; RIBEIRA, M.C.C. Efeito da irrigação com água salina na emergência e crescimento inicial de plântulas de jucá. **Revista Caatinga**, v.23, n.3, p.4-58, 2010.

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Meteorologia Inmet**. Disponível em: <www.inmet.gov.br/portal>. Acesso em: 25 set. 2019.

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, G.S.; DIAS, S.A.; SOARES, L.A.A.; GHEYI, H.R.; NOBRE, R.G.; SOUZA, L.P. Crescimento e produção do algodoeiro de fibra colorida cultivado sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.6, p.415-420, 2017.

LIMA, G.S.; DIAS, S.A.; GHEYI, H.R.; SOARES, L.A.A.; ANDRADE, E.M.G. Irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada no cultivo do algodoeiro de fibra colorida. **Revista Caatinga**, v.31, n.1, p.151-160, 2018.

LOPES, K.P.; SILVA, M. Salinidade na germinação de sementes de algodão colorido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, n.3, p.274-279, 2010.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-77, 1962.

- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2a. ed. Londrina: Abrates, 2016. 660p.
- MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. 3a. ed, Viçosa: Editora UFV, 486p.
- MONTEIRO, J.E.B.A. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. 530p.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, n.1, p.651-681, 2008.
- 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 Agronômica**, v.44, n.1, p.76-85, 2013.
- OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; OLIVEIRA, F.R.A.; FREIRE, A.G; SOARES, L.C.S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.2, p.279-287, 2012.
- PEREIRA, E.R.L.; CRUZ, C.S.A.; VILAR, A.T.; ROCHA, M.S.; MEDEIRO, M.B. Crescimento inicial do algodoeiro cv. BRS Aroeira em diferentes níveis de salinidade. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.3, p.41-45, 2012.
- SANTOS, J.B.; GHEYI, J.R.; LIMA, G.S.; XAVIER, D.A.; CAVALCANTE, L.F.; CENTENO, C.R.M. Morfofisiologia e produção do algodoeiro herbáceo irrigado com águas salinas e adubado com nitrogênio. **Comunicata Scientiae**, v.7, n.1, p.86-96, 2016.
- SANTOS, J.B.; SANTOS, D.B.; AZEVEDO, C.A.V.; REBEQUI, A.M.; CAVALCANTE, L.F.; CAVALCANTE, I.H.L. Comportamento morfofisiológico da mamoneira BRS Energia submetida à irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.2, p.145-152, 2013.
- SCHOSSLER, T.R.; MACHADO, D.M.; ZUFFO, A.M.; ANDRADE, F.R.; PIAULINO, A.C. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.15, p.1563-1578, 2012.
- SEVILHA, R.R.; DANIEL, V.C.; ZONETT, P.C.; SILVA, F.F. Germinação e crescimento de plântulas de algodão colorido variedades BRS 200, BRS rubi, BRS verde e BRS safira sob condições de estresse salino. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.4, n.2, p.321-333, 2011.
- SILVA, E.M.; SOARES, J.A.; PEREIRA FILHO, R.R.; SOUSA JÚNIOR, J.R.; NOBRE, R.G. Emergência e crescimento inicial de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) cultivado sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.4, p.44-50, 2012.
- SILVA JUNIOR, S.P.; SOARES, F.A.L.; SIQUEIRA, E.C.; GHEYI, H.R.; FERNANDES, P.D.; BELTRÃO, N.E.M. Germinação, crescimento e produção do algodoeiro colorido BRS Verde sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.5, p.236-241, 2005.
- SOARES, L.A.A.; FERNANDES, P.D.; LIMA, G.S.; BRITO, M.E.B.; NASCIMENTO, R.; ARRIEL, N.H.C. Fisiologia e produção de algodão de cor natural sob estratégias de irrigação utilizando água salinizada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.53, n.6, p.746-755, 2018.
- TAIZ, T.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4a. ed., Porto Alegre: Artmed, 2009.
- TAGHIZADEH, N.; RANJBAR, G.; GHORBANALI, N.; RAMZANIMOGHDAM, M. Avaliação da tolerância à salinidade em genótipos de algodão alotetraplóide (*Gossypium* sp.), utilizando métodos estatísticos multivariados e índices de tolerância ao estresse no estágio de germinação. **Iranian Journal of Seed**, v.4, n.2, p.93-110, 2018.
- TELES, G.C.; FUCK, M.P. Pesquisa e desenvolvimento de cultivares: o perfil tecnológico da cotonicultura Brasileira. **Informe Gepec**, v.20, n.1, p.61-77, 2016.
- TEMOTEO, A.M.; SOUSA, A.P.; SANTOS, C.M.; TERAMOTO, E.T. Crescimento de cultivares de cafeeiro conilon submetidas ao estresse salino-hídrico. **Revista Caatinga**, v.28, n.2, p.46-56, 2015.
- TRAVASSOS, K.D.; GHEYI, H.R.; SOARES, F.A.L.; BARROS, H.M.M.; DIAS, N.S.; UYEDA, C.A.; SILVA, F.V. Crescimento e desenvolvimento de variedades de girassol Irrigado com água salina. **Irriga**, Edição Especial, p.32-339, 2012.
- ZHANG, L.; MA, H.; CHEN, T.; PEN, J.; YU, S.; ZAO, X. Morphological and physiological responses of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) plants to salinity. **PLoS One**, v.9, n.11, p.17-29, 2014.