

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
CURSO DE AGRONOMIA

**TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE ALGODÃO AO
ESTRESSE SALINO**

Acadêmico: Álvaro Alberto Pedro
Orientador: Prof. Dr. Fábio Steiner

Membros da Banca:

1. Orientador: Prof. Dr. Fábio Steiner
2. Membro Titular 1: Prof. Dr. Tiago Zoz
3. Membro Titular 2: André Zoz

Suplente: Caio César Burin

Data: 21/06/2016. Horário: 13:00 h

Local:

Multimeios

Auditório

Outros

Cassilândia-MS

Junho de 2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
CURSO DE AGRONOMIA

**TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE ALGODÃO AO
ESTRESSE SALINO**

Acadêmico: Álvaro Alberto Pedro

Orientador: Prof. Dr. Fábio Steiner

“Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte das exigências do Curso de Agronomia para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo”.

Cassilândia-MS

Junho de 2016

EPÍGRAFE

“Pois que, Ele faz raiar o seu sol sobre maus e bons e derrama chuva sobre justos e injustos”.

Mateus 5:45

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus por estar sempre me fortalecendo e me mostrando o caminho.

Dedico a minha mãe Katia Maria Pedro que lutou muito para que eu chegasse até aqui, sempre me apoiando e me tornando uma pessoa de caráter.

Dedico também aos meus irmãos Marcela Pedro, que é uma pessoa espetacular, carismática e que eu posso contar sempre em minha vida pois é uma pessoa vencedora, Attie Bittar e Ibraim Bittar por serem tudo que tenho de mais importante em minha vida que ainda pequenos entendem pouco mas representam muito.

Dedico aos meus amigos que estão sempre comigo, sempre dispostos a ajudar e me apoiar.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus por sempre estar iluminando meus passos e ter me dado a oportunidade de estar nesse mundo.

Agradeço de todo coração minha família que sempre me ajudou durante todo esse tempo. Minha mãe que sempre moveu o mundo para que eu me tornasse essa pessoa, minha irmã que sempre está do meu lado e ser a pessoa que admiro pela inteligência, capacidade e coração que tem, meus irmãos que são pequenos ainda, mas que são minha vida e aprendo cada dia com que passo ao lado deles.

Agradeço a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – Unidade de Cassilândia, pelo apoio, conhecimento e por ter me ajudado a realizar meu sonho de graduação.

Agradeço ao professor e orientador Dr. Fábio Steiner pelo apoio, ajuda e paciência para este trabalho.

Agradeço aos meus amigos que me ajudaram neste trabalho, Lucas Silva (Sabão), Thais, Elson (Marmita), Nelson Nunes, Gabriel (Lontra), Gabriel.

Agradeço também meus professores que foram de extrema importância na minha formação.

Agradeço a todos meus amigos que me apoiaram, que fizeram parte da minha vida até hoje, aos amigos que Deus colocou em meu caminho na universidade, mas que vou levar pelo resto da minha vida.

Agradeço a X Turma de Agronomia, pois acredito que turma mais unida e animada não ira existir.

Agradeço a Republica Amazonas, pelos irmãos que ela me trouxe, onde eu pude compartilhar meu dia a dia, meus momentos felizes e tristes e nunca deixaram que eu me abatesse. E também a republica H-Romeu por ter me dado a oportunidade de conhecer novos amigos e por me acolher.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	6
1. RESUMO.....	7
2. ABSTRACT	7
3. INTRODUÇÃO.....	8
4. MATERIAL E MÉTODOS	10
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5.1. Efeito da salinidade na emergência das plântulas de algodão.....	12
5.2. Efeito da salinidade no crescimento inicial das plântulas de algodão	15
6. CONCLUSÃO	17
REFERÊNCIAS	17

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.**Resumo da análise de variância para as variáveis emergência das plântulas (E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento das raízes (CR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca das raízes (MSR) para os efeitos dos cultivares de algodão e níveis de salinidade. UEMS. Cassilândia-MS, 201512
- Tabela 2.**Efeitos dos níveis de salinidade na emergência das plântulas, no índice de velocidade de emergência e no tempo médio de emergência das plântulas dos seis cultivares de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). UEMS. Cassilândia/MS, 201513
- Tabela 3.**Efeitos dos níveis de salinidade no comprimento da parte aérea, no comprimento das raízes, na produção de matéria seca da parte aérea e das raízes dos seis cultivares de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). UEMS. Cassilândia/MS. 201516

TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE ALGODÃO AO ESTRESSE SALINO

Álvaro Alberto Pedro & Fábio Steiner

1. RESUMO

A salinidade é um dos estresses abióticos que mais limitam o crescimento e a produtividade das culturas por causa do baixo potencial osmótico-hídrico da solução do solo, o que tem prejudicado a absorção de água e nutrientes. Este estudo teve como objetivo avaliar a resposta de seis cultivares de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas à diferentes níveis de salinidade durante a fase de germinação de sementes e estabelecimento inicial das plântulas. O experimento foi realizado em condições de casa-de-vegetação na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, no município de Cassilândia (MS), durante os meses de agosto e setembro de 2015. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 5, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por seis cultivares de algodão (FM 910, FM 980 GLT, TMG 42 WS, TMG 82 WS, DP 1240 B2RR e DP 1228 B2R) e por cinco níveis de salinidade (0, 25, 50, 100 e 200 mmol L⁻¹ de NaCl). Os cultivares de algodão DP 1240 B2RR e DP 1228 B2RF apresentaram os melhores índices de emergência e de crescimento das plântulas, sugerindo que estes cultivares são mais tolerantes ao estresse salino durante a fase de germinação e crescimento inicial. Os cultivares de algodão FM 910, FM 980 GLT e TMG 42 WS são mais susceptíveis aos efeitos prejudiciais do estresse salino por apresentarem os menores índices de emergência e de crescimento das plântulas. A adição de altas concentrações de salinidade (200 mmol L⁻¹ de NaCl) inibiu completamente o processo de germinação das sementes de todos os cultivares de algodão testados.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: *Gossypium hirsutum* L., salinidade, germinação de sementes, crescimento inicial de plântulas.

TOLERANCE OF COTTON CULTIVARS TO SALINE STRESS

2. ABSTRACT

Salinity is one of the abiotic stresses that more limited growth and crop yields because of the low-osmotic water potential of the soil solution, which has hampered the uptake of water and nutrients. This study aimed to evaluate the cotton cultivars response (*Gossypium hirsutum* L.) submitted to different levels of salinity during seed germination phase and initial seedling establishment. The experiment was carried out in-de-vegetation conditions in the State University of Mato Grosso do Sul, in the municipality of Cassilândia (MS) during the months of August and September 2015. The experimental design was completely randomized in a factorial 6 x 5, with four

replications. The treatments consisted of six cotton cultivars (FM 910, FM 980 GLT, GMT 42 WS, TMG 82 WS, DP 1240 B2RR and DP 1228 B2R) and five salinity levels (0, 25, 50, 100 and 200 mmol L⁻¹ NaCl). Cotton cultivars DP 1240 and DP 1228 B2RF B2RR presented the best emergency indices and seedling growth, suggesting that these cultivars are more tolerant to salt stress during the phase of germination and early growth. Cotton cultivars FM 910, FM 980 GLT and GMT 42 WS are more susceptible to the harmful effects of salt stress because they have the smallest emergency indices and seedling growth. The addition of high salinity concentrations (200 mmol L⁻¹ NaCl) completely inhibited the process of seed germination for all tested cotton cultivars.

INDEX TERMS: *Gossypium hirsutum* L., salinity, seed germination, initial plant growth.

3. INTRODUÇÃO

A salinidade provocada pelo excesso de sais dissolvidos na solução do solo, ou mesmo na água de irrigação, é um dos estresses abióticos que mais limitam o crescimento e a produtividade agrícola (ZHU, 2001). Este fator é mais expressivo nas regiões áridas e semiáridas as quais apresentam grandes contrastes ambientais (PARIDA; DAS, 2004). Atualmente, estima-se que cerca de 20% das terras cultivadas e, aproximadamente, metade das áreas irrigadas no mundo sejam afetadas por sais. Estas áreas estão distribuídas, principalmente, na Austrália, Ásia, América do Sul e África.

No Brasil, existem cerca de 16 milhões de hectares de solos salinos e sódicos (~2% do território nacional), localizados no Rio Grande do Sul, no Pantanal Mato-Grossense e, principalmente, na região semiárida do Nordeste (RIBEIRO et al., 2003). Em geral, os solos que apresentam valores de condutividade elétrica maior que 4 dS m⁻¹ ou 40 mmol L⁻¹ de NaCl ou potencial osmótico menor que 0,117 MPa são definidos como solos salinos (BRUNES et al., 2013).

A redução do crescimento causada pela salinidade é decorrente de seus efeitos osmóticos, fitotóxicos e nutricionais (MUNNS, 2002), causando distúrbios funcionais e injúrias no metabolismo das plantas (DEBOUBA et al., 2006; MUNNS; TESTER, 2008). O excesso de sais na solução do solo altera a capacidade das plantas em absorver, transportar e utilizar os íons necessários para o seu crescimento e desenvolvimento (PARIDA; DAS, 2005; FEIJÃO et al., 2011). O

desequilíbrio nutricional causado pela salinidade decorre, principalmente, da redução na absorção de nutrientes essenciais à planta, devido à competição na absorção e transporte, às alterações estruturais na membrana, bem como à inibição da atividade de várias enzimas-chave do metabolismo (ARAGÃO et al., 2010; PARIDA; DAS, 2005; ZHU, 2001).

Cramer et al. (1994) afirmam que o grau com que cada um dos componentes do estresse salino influencia a nutrição mineral das plantas é dependente de muitos fatores, dentre eles o cultivar, a intensidade e duração do estresse salino, o teor de água no solo e o estágio de desenvolvimento da planta.

Pesquisas realizadas permitem observar que a salinização induzida com excesso de fertilizantes aplicados ao solo é menos incisiva na redução da produtividade que a salinização ocasionada pelo acúmulo de sais provindos de água de irrigação de qualidade marginal (SILVA et al., 2009; DIAS et al., 2005; MEDEIROS et al., 2009). Resultados como os apresentados por Maas e Hoffman (1977) apresentam a salinidade limiar sempre associada a salinidade ocasionada pelo acúmulo de sais não nutrientes. Entretanto, caso o aumento da salinidade seja consequência do acúmulo de fertilizantes no solo, pode ocorrer efeitos nutricionais que possibilitam aumento de produtividade, compensando o efeito negativo da diminuição do potencial osmótico da solução.

A salinidade do solo reduz a disponibilidade da água no solo; no entanto, cada material vegetal possui seu limite de tolerância, denominado 'salinidade limiar' (SL), acima do qual o seu rendimento é reduzido com o incremento da salinidade do solo. O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), classificado como tolerante à salinidade, tem uma SL de 7,7 dS m⁻¹ (AYERS; WESTCOT, 1999). No entanto, não se tem conhecimento sobre a tolerância dos cultivares de algodão ao estresse salino durante a fase inicial de crescimento.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a resposta de cultivares de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas à diferentes níveis de salinidade durante a fase de emergência e estabelecimento inicial das plântulas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento visando investigar a tolerância dos cultivares de algodão ao estresse salino foi realizado em condições de casa-de-vegetação, na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Cassilândia-MS (51°48' de longitude W, 19°05' de latitude S e altitude média de 470 m), no período de Agosto a Setembro de 2015. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (Aw), com verão chuvoso e inverno seco (precipitação no inverno menor que 60 mm), com precipitação e temperatura média anual de 1.520 mm e 24,1 °C, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 5, com quatro repetições. Os tratamentos resultaram da combinação de seis cultivares de algodão (FM 910, FM 980 GLT, TMG 42 WS, TMG 82 WS, DP 1240 B2RR e DP 1228 B2R) e de cinco níveis de salinidade (0, 25, 50, 100 e 200 mmol L⁻¹ de NaCl).

A germinação das sementes de algodão foi avaliada com quatro repetições de 25 sementes utilizando-se como substrato a vermiculita de granulometria fina, dentro de caixas plásticas transparentes de (42 x 28 x 6 cm), sob temperatura ambiente em condições de casa-de-vegetação.

Durante a fase inicial do processo de germinação das sementes, a emergência das plântulas foi avaliada diariamente, e com os valores contabilizados, foram calculados o índice de velocidade de emergência (IVE) e o tempo médio de emergência (TME), como apresentado a seguir:

Índice de velocidade de emergência - calculado pelo somatório do número de plântulas emergidas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a emergência, de acordo com a fórmula de Maguire (1962).

$$IVE = (E_1/N_1) + (E_2/N_2) + (E_3/N_3) + \dots + (E_n/N_n)$$

onde, IVE = índice de velocidade de emergência (plântulas dia⁻¹); E₁, E₂, E₃, ..., E_n = número de plântulas emergidas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem; e, N₁, N₂, N₃, ..., N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda, terceira e última contagem.

Tempo médio de emergência - obtido através de contagens diárias das plântulas emergidas até a última contagem e calculado através da equação abaixo, proposta por Labouriau (1983), sendo os resultados expressos em dias.

$$TME = \sum (n_i t_i) / \sum n_i$$

onde, TMB = tempo médio de emergência (dias); n_i = número de plântulas emergidas no intervalo entre cada contagem; e, t_i = tempo decorrido entre o início da emergência e a i -ésima contagem.

Após 14 dias de exposição aos diferentes níveis de salinidade, as plântulas de algodão foram retiradas das bandejas, e as raízes lavadas em água corrente para remoção do substrato (vermiculita). Posteriormente, determinou-se o comprimento da parte aérea e das raízes e a produção de matéria seca da parte aérea e das raízes, como apresentado abaixo:

Comprimento da parte aérea (CPA) e das raízes (CR): o comprimento da parte aérea e da raiz principal das plântulas de algodão foi mensurado em 15 plântulas escolhidas aleatoriamente, com auxílio de régua graduada em milímetros. Os comprimentos médios da parte aérea e das raízes foram obtidos somando-se as medidas de cada repetição e dividindo-se pelo número de plântulas avaliadas, com os resultados expressos em centímetros.

Matéria seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR): A parte aérea e as raízes foram separadas, colocados em sacos de papel e levados para secar em estufa com circulação a 60 °C, durante 72 horas. Após esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g, os resultados foram expressos em mg plântula⁻¹ (NAKAGAWA, 1999).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F em nível de 5% de probabilidade. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as análises estatísticas, os dados expressos em porcentagem foram previamente transformados raiz quadrada de $(x + 0,5)$. As análises foram realizadas utilizando-se o software estatístico Sisvar versão 5.3 para Windows (FERREIRA, 2010).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para as mensurações de emergência e do crescimento inicial das plântulas de algodão é mostrado na Tabela 1. A análise de variância evidenciou que houve efeitos significativos ($P < 0,05$) para a interação entre os fatores cultivares e níveis de salinidade para a maioria das variáveis mensuradas, exceto para o índice de velocidade de emergência e comprimento da parte aérea (Tabela 1). Esse efeito significativo da interação entre os cultivares e níveis de salinidade indica que os cultivares de algodão possuem comportamento distinto em relação aos diferentes níveis de salinidade durante a fase de crescimento inicial das plântulas.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis emergência das plântulas (E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento das raízes (CR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca das raízes (MSR) para os efeitos dos cultivares de algodão e níveis de salinidade. UEMS. Cassilândia-MS, 2015

Causas de variação	Probabilidade > F						
	E	IVE	TME	CPA	CR	MSPA	MSR
Cultivar (C)	0,013	0,003	<0,000	<0,000	<0,000	0,010	<0,000
Salinidade (S)	<0,000	0,088	<0,000	<0,000	<0,000	<0,000	<0,000
C x S	<0,000	0,112	<0,000	0,083	0,048	0,045	<0,000
CV (%)	5,35	6,72	7,86	6,85	11,81	7,34	10,32

Os coeficientes de variação (CV) obtidos para todas as variáveis mensuradas são classificados como baixos e médios, uma vez que variaram de 0 a 10% e de 10 a 20%, respectivamente (Tabela 1). Estes resultados indicam a alta e média homogeneidade dos dados obtidos (PIMENTEL-GOMES, 2000).

5.1. Efeito da salinidade na emergência das plântulas de algodão

Os resultados obtidos para a emergência das plântulas, índice de velocidade de emergência e tempo médio de emergência das plântulas de algodão são mostrados na Tabela 2. Os maiores índices de emergência das plântulas foram obtidos para os cultivares DP 1228 B2RF, seguido dos cultivares DP 1240 B2RR e TMG 82 WS. Por sua vez, os cultivares FM 910, FM 980 GLT e TMG 42 WS apresentaram as menores porcentagens de emergência das plântulas (Tabela 2). Essa diferença na emergência das plântulas entre os cultivares, pode ser justificada,

em parte, pelos diferentes níveis de vigor das sementes de algodão utilizadas, como reportado também pelo índice de velocidade de emergência (Tabela 2). O índice de velocidade de emergência expressa a quantidade de plântulas emergidas por dia. Portanto, quanto maior o valor do índice de velocidade de emergência maior é a qualidade fisiológica e o vigor das sementes.

Tabela 2. Efeitos dos níveis de salinidade na emergência das plântulas, no índice de velocidade de emergência e no tempo médio de emergência das plântulas dos seis cultivares de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). UEMS. Cassilândia/MS, 2015

Nível de salinidade (mmol L ⁻¹ de NaCl)	Cultivar					
	FM 910	FM 980 GLT	TMG 42 WS	TMG 82 WS	DP 1240 B2RR	DP 1228 B2RF
	Emergência (%)					
0	13 bC	3 bD	18 bC	32 bB	14 cC	54 bA
25	54 aB	37 aC	39 aC	33 bC	48 bB	74 aA
50	21 bC	32 aC	46 aB	48 aB	64 aA	66 aA
100	6 bC	0 bC	4 cC	25 bB	65 aA	78 aA
200	0 bA	0 bA	0 cA	0 cA	0 cA	0 cA
C.V. (%)	5,35					
	Índice de velocidade de emergência (plântulas dia ⁻¹)					
0	1,59 cC	0,43 bD	2,61 bC	4,92 bB	1,96 cC	7,38 cA
25	8,83 aB	5,62 aC	5,87 aC	5,00 bC	7,35 bB	11,93 aA
50	3,00 bC	4,64 aC	6,70 aB	6,75 aB	9,49 aA	9,56 bA
100	0,75 cB	0,00 bB	0,40 cB	3,29 cB	8,92 aA	10,82 bA
200	0,00 dA	0,00 bA	0,00 cA	0,00 dA	0,00 dA	0,00 dA
C.V. (%)	6,72					
	Tempo médio de emergência (dia)					
0	8,31 aA	7,00 aA	6,94 bA	6,59 aA	7,36 aA	7,37 aA
25	6,31 aA	6,73 aA	6,74 bA	6,67 aA	6,60 aA	6,27 aA
50	7,14 aA	7,03 aA	7,02 bA	7,25 aA	6,81 aA	6,95 aA
100	8,00 aB	0,00 bC	10,00 aA	7,64 aB	7,35 aB	7,27 aB
200	0,00 bA	0,00 bA	0,00 cA	0,00 bA	0,00 bA	0,00 bA
C.V. (%)	7,86					

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A emergência das plântulas de algodão foi afetada negativamente com o aumento dos níveis de salinidade da solução (Tabela 2). Quando houve a adição de 200 mmol L⁻¹ de NaCl não ocorreu a emergência de nenhum dos cultivares de algodão. Resultados semelhantes foram reportados por Duarte et al. (2006), em que o aumento da concentração de NaCl até 60 mmol L⁻¹ de NaCl reduziu a

porcentagem de sementes de trigo germinadas durante a fase da germinação. Em estudo com sementes de arroz expostas a solução salina, Almeida et al. (2001) também verificaram que a germinação foi negativamente afetada pela concentração de NaCl.

Em sementes de aveia, Brunes et al. (2013) constataram que níveis de salinidade superiores a 50 mmol L^{-1} de NaCl não promoveu a germinação das sementes durante a fase de germinação. Estes autores constataram que os dois cultivares de aveia testadas são suscetíveis ao estresse salino. Neste estudo, a porcentagem de plântulas emergidas com a utilização de 50 mmol L^{-1} de NaCl variou de 21 a 66% para os cultivares FM 910 e DP 1228 B2RF, respectivamente (Tabela 2). Estes resultados sugerem que os cultivares de algodão, de modo geral, são moderadamente tolerantes ao estresse salino durante o processo de germinação das sementes. Segundo Ayers e Westcot (1999), o algodoeiro é classificado como tolerante à salinidade até o nível de condutividade elétrica de $7,7 \text{ dS m}^{-1}$ (equivalente, a aproximadamente 77 mmol L^{-1} de NaCl).

Santos et al. (2012), avaliando os parâmetros fisiológicos do amendoim em função do estresse salino, constataram que as plântulas de amendoim se adaptaram a uma condição de elevada salinidade devido ao mecanismo de ajuste osmótico. Isso reporta as sementes de amendoim possuem a capacidade de absorver água em condições de elevada quantidade de sais da solução, resultando na adequada emergência das plântulas nesta condição. É o que pode se observar em alguns cultivares deste trabalho, onde mesmo em níveis elevados de salinidade ocorreu a emergência das plântulas, como para os cultivares DP 1240 B2RR e DP 1228 B2RF com porcentagem de emergência de 65 e 78%, respectivamente, com a adição de 100 mmol L^{-1} de NaCl (Tabela 2).

Os menores valores de emergência das plântulas obtidos no tratamento controle (sem adição de sal) podem ser explicados devido ao excesso de retenção de água promovido pelo substrato utilizado (vermiculita), resultando em uma menor presença de oxigênio no meio e reduzindo significativamente a emergência das plântulas da maioria dos cultivares de algodão (Tabela 2).

Os diferentes níveis de salinidade resultaram em efeitos poucos expressivos no tempo médio de emergência das plântulas para a maioria dos cultivares de algodão (Tabela 2). O tempo médio de emergência é uma média ponderada que expressa o espaço de tempo, em dias, que resulta na emergência de 50% das

plântulas do tratamento (estande final). Com base nesta inferência, verifica-se que o tempo decorrido para ocorrer 50% da emergência das plântulas de algodão variou de 6,3 a 10,0 dias.

5.2. Efeito da salinidade no crescimento inicial das plântulas de algodão

Os resultados obtidos para o comprimento da parte aérea e das raízes, e matéria seca da parte aérea e das raízes das plântulas de algodão são mostrados na Tabela 3. De modo geral, o maior crescimento da parte aérea e das raízes das plântulas de algodão foram obtidos para os cultivares DP 1228 B2RF e DP 1240 B2RR, enquanto que os menores valores do comprimento da parte aérea foram obtidos para as cultivares FM 910 e FM 980 GLT (Tabela 3).

O crescimento da parte aérea e das raízes das plântulas de algodão foi afetado negativamente pela salinidade (Tabela 3). Os maiores valores de comprimento da parte aérea e das raízes de algodão foram obtidos com a adição de 25 e 50 mmol L⁻¹ de NaCl, enquanto que nas concentrações de 100 mmol L⁻¹ de NaCl praticamente não houve crescimento das plântulas de algodão e 200 mmol L⁻¹ NaCl, não houve germinação, praticamente não houve crescimento das plântulas de algodão (Tabela 3). Neves et al. (2008) também verificaram que aplicação de água salina com CEa de 5,0 ds m⁻¹ durante toda a fase inicial do feijão-de-corda, resultou em menor crescimento da parte aérea e das raízes.

O menor comprimento da parte aérea e das raízes no tratamento controle (sem adição de sal) deve-se ao excesso de água no substrato, como comentado anteriormente. Com a respiração dos órgãos submersos da planta, o oxigênio (O₂) é esgotado, tornando esse ambiente anóxico (FRIES et al., 2007). A hipoxia ou a anoxia sofrida pelo sistema radicular altera o metabolismo celular, provocando queda imediata na respiração das raízes das plantas (LIAO; LIN, 2001). Quando o solo torna-se hipóxico, devido ao alagamento, as raízes são submetidas a uma condição de estresse e, desse modo, as plantas respondem com maior ou menor eficiência, permitindo a distinção de espécies e/ou cultivares tolerantes e intolerantes (BATISTA et al., 2008). Em plantas de soja, Amarante e Sodek (2006) constataram que a falta de O₂ no sistema radicular pode inibir a fixação simbiótica e a absorção do nitrogênio e outros minerais, o que pode diminuir o crescimento das raízes e a nodulação, provavelmente, em virtude da exigência de oxigênio no processo de fixação.

Tabela 3. Efeitos dos níveis de salinidade no comprimento da parte aérea, no comprimento das raízes, na produção de matéria seca da parte aérea e das raízes dos seis cultivares de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) aos 14 dias. UEMS. Cassilândia/MS. 2015

Nível de salinidade (mmol L ⁻¹ de NaCl)	Cultivar					
	FM 910	FM 980 GLT	TMG 42 WS	TMG 82 WS	DP 1240 B2RR	DP 1228 B2RF
Comprimento da parte aérea (cm)						
0	2,64 bA	0,00 cB	3,51 bA	3,31 bA	2,67 bA	2,61 cA
25	4,61 aB	5,51 aB	4,95 aB	6,51 aA	6,73 aA	7,19 aA
50	3,80 aB	3,59 bB	2,94 bC	2,44 bC	5,83 aA	4,72 bA
100	0,00 cB	0,00 cB	0,00 cB	1,21 cA	2,24 bA	1,63 cA
200	0,00 cA	0,00 cA	0,00 cA	0,00 dA	0,00 cA	0,00 dA
C.V. (%)	6,85					
Comprimento das raízes (cm)						
0	4,90 bA	0,00 cB	6,50 bA	6,62 bA	5,32 bA	5,51 cA
25	7,19 aC	9,05 aB	8,39 aB	10,85 aA	11,73 aA	12,51 aA
50	6,02 aB	6,34 bB	6,23 bB	5,87 bB	10,55 aA	9,12 bA
100	0,00 cC	0,00 cC	0,00 cC	3,61 cB	5,51 bA	4,27 cB
200	0,00 cA	0,00 cA	0,00 cA	0,00 dA	0,00 cA	0,00 dA
C.V. (%)	11,81					
Matéria seca da parte aérea (mg planta ⁻¹)						
0	29,60 aC	0,00 bD	52,98 aB	64,49 aA	50,85 aB	43,97 aB
25	31,85 aC	40,08 aC	51,90 aB	57,85 aB	69,47 aA	54,45 aB
50	26,34 aC	39,47 aB	53,75 aA	44,70 bB	62,15 aA	44,50 aB
100	0,00 bC	0,00 bC	0,00 bC	45,91 bB	57,01 aA	43,97 aB
200	0,00 bA	0,00 bA	0,00 bA	0,00 cA	0,00 bA	0,00 bA
C.V. (%)	7,34					
Matéria seca das raízes (mg planta ⁻¹)						
0	7,40 aA	0,00 cC	5,39 bA	5,39 bA	2,81 bB	3,25 cB
25	5,55 bC	8,89 aB	8,71 aB	11,25 aA	13,23 aA	11,39 aA
50	7,88 aB	4,21 bC	4,71 bC	3,37 bC	11,19 aA	7,69 bB
100	0,00 cB	0,00 cB	0,00 cB	1,00 cB	3,51 bA	1,10 dB
200	0,00 cA	0,00 cA	0,00 cA	0,00 cA	0,00 cA	0,00 dA
C.V. (%)	10,32					

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A produção de matéria seca da parte aérea e das raízes também foram afetadas negativamente pelos níveis de salinidade (Tabela 3). De acordo com Munns e Tester (2008), as altas concentrações de sais no solo, além de reduzir o potencial hídrico, podem provocar efeitos tóxicos nas plantas, causando distúrbios funcionais e injúrias no metabolismo. Em geral, os resultados obtidos confirmam os

relatados por Daniel et al. (2011), os quais avaliando o crescimento inicial de plântulas de algodão em diferentes níveis de salinidade, constataram que o comprimento da parte aérea e da raiz principal foram negativamente afetadas em todas as cultivares estudadas. De acordo com Andréo et al. (2010) que através do estudo de sementes de pinhão-manso sobre estresse salino percebeu que as plântulas sofreram redução no crescimento quando submetidas a concentrações salinas (NaCl).

De acordo com Feijão et al. (2011), o excesso de sais na solução do substrato altera a capacidade das plantas em absorver, transportar e utilizar os íons necessários para o seu crescimento e desenvolvimento. O desequilíbrio nutricional causado pela salinidade decorre, principalmente, da redução na absorção de nutrientes essenciais à planta, devido à competição na absorção e transporte, às alterações estruturais na membrana, bem como à inibição da atividade de várias enzimas-chave do metabolismo (ZHU, 2001; PARIDA; DAS, 2005; ARAGÃO et al., 2010).

6. CONCLUSÃO

Os cultivares de algodão DP 1240 B2RR e DP 1228 B2RF apresentaram os melhores índices de emergência e de crescimento das plântulas, sugerindo que estes cultivares são mais tolerantes ao estresse salino durante a fase de germinação e crescimento inicial.

Os cultivares de algodão FM 910, FM 980 GLT e TMG 42 WS são mais susceptíveis aos efeitos prejudiciais do estresse salino por apresentarem os menores índices de emergência e de crescimento das plântulas.

A adição de altas concentrações de sais (200 mmol L^{-1} de NaCl) inibiu completamente o processo de emergência de plântulas de todos os cultivares de algodão testados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. A. C.; GONÇALVES, N. J. M.; GOUVEIA, J. P.G.; CAVALCANTE, L. F. Comportamento da germinação de sementes de arroz em meios salinos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.3, n.1, p.47-51, 2001.

AMARANTE, L.; SODEK, L. Waterlogging effect on xylem sap glutamine of nodulated soybean. **Biologia Plantarum**, v.50, p.405-410, 2006.

ANDRÉO-SOUZA, Y.; LOPES, A. P.; SILVA, F. F. S.; RIBEIRO, R. C.; EVANGELISTA, M. R. V.; CASTRO, R. D.; DANTAS, B. F. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, p. 83-92, 2010.

ARAGAO, R. M.; SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, E. N.; LOBO, A. K. M. L.; DUTRA, A. T. B. Absorção, fluxo no xilema e assimilação do nitrato em feijão-caupi submetido à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 01, p. 100-106, 2010.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. (trad.) **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999, 218p. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado).

BATISTA, C. U. N.; MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; MEDRI, C.; PIMENTA, J. A. Tolerância à inundação de *Cecropia pachystachya* Trec. (Cecropiaceae): aspectos ecofisiológicos e morfoanatômicos. **Acta Botânica Brasileira**, v.22, p.91-98, 2008.

BRUNES, A. P.; FONSECA, D. A. R.; RUFINO, C. A.; TAVARES, L. C.; TUNES, L. M.; VILLELA, F. A. Crescimento de plântulas de aveia branca submetidas ao estresse salino. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.6, p.3455-3462, 2013.

CRAMER, G. R.; ALBERICO, G. J.; SCHMIDT, C. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.21, p.675-692, 1994.

DANIEL, V. C.; SEVILHA, R. R.; SILVA, F. F.; ZONETTI, P. C. Germinação e crescimento de plântulas de algodão colorido sob condições de estresse salino. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v.4, n.2, p.321-333, 2011.

DEBOUBA, M.; GOUIA, H.; VALADIER, M. H.; GHORBEL, M. H.; SUZUKI, A. Salinity-induced tissue-specific diurnal changes in nitrogen assimilatory enzymes in tomato seedlings grown under high or low nitrate medium. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.44, p.409-419, 2006.

DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; YOSHINAGA, R. T.; TELES FILHO, J. F. Produção de alface sob diferentes níveis de salinidade do solo. **Irriga**, v.10, n.1, p.20-29, 2005.

DUARTE, L. G.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M.; SILVA, R. N. Physiological quality of wheat seeds submitted to saline stress. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.28, n.1, p.122-126, 2006.

FEIJÃO, A. R.; SILVA, J. C. B.; MARQUES, E. C.; PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Efeito da nutrição de nitrato na tolerância de plantas de sorgo sudão à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 675-683, jul-set, 2011.

FERREIRA, D. F. **Sistema SISVAR para análises estatísticas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras. 2010.

FRIES, D. D.; ALVES, J. D.; DELÚ FILHO, N.; MAGALHÃES, P. C.; GOULART, P. F. P. Crescimento de plântulas do milho "saracura" e atividade de α -amilase e invertases associados ao aumento da tolerância ao alagamento exercido pelo cálcio exógeno. **Bragantia**, v.66, p.1-9, 2007.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.

LIAO, C. T.; LIN, C. H. Physiological adaptation of crop plants to flooding stress. **Proceedings National Science Council**, v.25, p.148-157, 2001.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance – Current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage of ASCE**, v.103. p.115-134. 1977.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177. 1962.

MEDEIROS, P. R. F.; DUARTE, S. N.; DIAS, C. T. S. Tolerância da cultura do pepino a salinidade em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 13(4): 406-410, 2009.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, n. 02, p. 239-250, 2002.

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

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p. 9-13.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, v. 39, p. 758-765, 2009.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Effects of NaCl stress on nitrogen and phosphorous metabolism in a true mangrove *Bruguiera parviflora* grown under hydroponic culture. **Journal of Plant Physiology**, v. 161, n. 08, p. 921-928, 2004.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environment Safety**, v.60, p.324-349, 2005.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 14.ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477p.

RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; ALVAREZ V. V. H. (ed.). **Tópicos em ciência do solo**. v.3. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. p.165-208.

SANTOS, D. B.; FERREIRA, P. A.; OLIVEIRA, F. G.; BATISTA, R. O.; COSTA, A. C.; CANO, M. A. O. Produção e parâmetros fisiológicos do amendoim em função do estresse salino. **Idesia**, v.30, p. 69-74, 2012.

SILVA, E. F. F.; CAMPECHE, L. F. S. M.; DUARTE, S. N.; FOLEGATTI, M. V. Evapotranspiração, coeficiente de cultivo e de salinidade para o pimentão cultivado em estufa. **Magistra**, Cruz das Almas, v.17, n.2, p.58-69, 2005.

ZHU, J. K. Plant salt tolerance. **Trends Plant Science**, v.6, n. 02, p. 66-71, 2001.