

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ALGODOEIRO DE FIBRA COLORIDA CULTIVADO EM SOLO SALINO-SÓDICO E ADUBAÇÃO ORGÂNICA

ADAAN SUDÁRIO DIAS¹; REGINALDO GOMES NOBRE²; GEOVANI SOARES DE LIMA³; HANS RAJ GHEYI⁴ E FRANCISCO WESLEY ALVES PINHEIRO⁵

¹Engenheiro Agrônomo – Pós-graduando em Engenharia Agrícola – Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Campina Grande/UFCG, Campina Grande, PB, Brasil, sudario_dias@hotmail.com;

²Engenheiro Agrônomo – Doutor – Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Campina Grande/UFCG, Pombal, PB, Brasil, rgomesnobre@yahoo.com.br;

³Engenheiro Agrônomo – Bolsista do Programa Nacional de Pós-Doutorado, PNPD/CAPEs, – Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Campina Grande/UFCG, Campina Grande, PB, Brasil, geovanisoareslima@gmail.com;

⁴Engenheiro Agrônomo – Doutor – Núcleo de Engenharia de Água e Solo, UFRB, Cruz das Almas, BA. Brasil, hans@pq.cnpq.br;

⁵Graduando em Agronomia – Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Campina Grande/UFCG, Pombal, PB, Brasil; wesley.ce@hotmail.com.

1 RESUMO

Os solos das regiões áridas e semiáridas podem naturalmente conter sódio trocável em teores suficientes para reduzir significativamente o desenvolvimento e a produtividade das culturas; entretanto, diversos métodos podem ser empregados na recuperação destes solos, sendo a aplicação de melhoradores químicos e material orgânico associado ao emprego de espécies vegetais tolerantes, o meio mais efetivo para amenizar este problema. Neste sentido, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a tolerância do algodoeiro de fibra colorida, cv. BRS Topázio, cultivado em solos com distintos percentuais de sódio trocável (PST) e doses de matéria orgânica em experimento conduzido em condição de casa de vegetação do CCTA/UFCG. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, testando-se cinco níveis de PST (13,6; 22,4; 30,1; 39,0 e 48,0%) e quatro doses de matéria orgânica (0; 5; 10 e 15%, base volume), em esquema fatorial 5 x 4, com três repetições. O algodoeiro colorido cv. BRS Topázio é tolerante ao sódio trocável, podendo ser cultivado em solo com PST de até 30%. Nível de esterco bovino de 10% atenuou o efeito do sódio trocável sobre a área foliar, fitomassa seca da parte aérea e massa de semente do algodoeiro respectivamente, sob PST de 31, 48 e 48. O diâmetro de caule, a altura de planta e a massa de pluma de algodoeiro tiveram incremento até o nível de esterco de 15%, já o maior índice de fiabilidade foi obtido sob 9% de esterco.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L..Sodicidade. Esterco bovino.

**DIAS, A. S.; NOBRE, R.G.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; PINHEIRO, F. W. A.
GROWTH AND PRODUCTION OF COLORED-FIBER COTTON CULTIVATED IN
SALINE-SODIC SOIL WITH ORGANIC FERTILIZATION**

2 ABSTRACT

The soils of arid and semiarid regions naturally contain exchangeable sodium that can significantly reduce development and crop yields, being necessary to treat them to make them productive. Several methods can be employed in the reclamation of these soils, like the introduction of tolerant cultivars, such as cotton and the use of organic material, due to its low cost and availability being the most effective ways to alleviate this problem. Thus, the aim of this study was to evaluate the growth and production colored cotton BRS Topaz, when grown in soil with different exchangeable sodium percentages (ESP) and cattle manure in greenhouse of CCTA/UFCG. A completely randomized block design in factorial 5 x 4, with 3 repetitions was used testing five level of ESP and four levels of cattle manure. The colored cotton cv. BRS Topázio is tolerant to exchangeable sodium and can be grown in soil with ESP up to 30%. Organic manure level of 10% attenuated the effect of exchangeable sodium on leaf area, dry weight of shoot and mass of cotton seed, respectively, under ESP of 31, 48 and 48. The stem diameter, plant height and the mass of cotton lint increased up to 15% manure level although the highest spin ability was obtained in 9% of manure and the use of cattle manure was efficient in cultivation of cotton BRS Topaz in sodic soils.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L.. Sodicity. Cattle manure.

3 INTRODUÇÃO

O algodoeiro de fibra colorida tem grande potencial econômico e social para a região semiárida brasileira, onde fixa a mão de obra, gera empregos e fornece matéria-prima para a indústria; ainda, atende o apelo ambiental, uma vez que elimina a fase de tingimento na indústriatêxtil, a qual tem lançado grande quantidade de resíduos no ambiente (CARDOSO et al., 2010).

Conforme Queiroz & Bull (2001), o algodoeiro de fibra branca é considerado tolerante à salinidade e sodicidade, e apresenta taxa diária de consumo hídrico relativamente baixa. Porém, ainda que seja considerado tolerante, ele pode sofrer reduções significativas no crescimento e produção quando exposto a certas condições de salinidade e/ou sodicidade, o que pode variar entre genótipos e estágio de desenvolvimento (JÁCOME et al., 2005).

A região semiárida do Brasil apresenta precipitações pluviométricas escassas e concentradas em período curto de tempo, além de possuir solos pouco intemperizados, rasos e contendo normalmente teores de sais solúveis e/ou sódio trocável passíveis de reduzir a produtividade das culturas (BARROS et al., 2009). Esta salinidade e/ou sodicidade pode surgir naturalmente, entretanto, o manejo inadequado da irrigação associado à drenagem deficiente, surgem como principal causa em áreas irrigadas (BARROS et al., 2005).

Quando este solo apresenta salinidade elevada, ou seja, condutividade elétrica do extrato de saturação superior a 4 dS m⁻¹ e o sódio é o íon predominante, dependendo da cultura, verificam-se toxidez nas plantas, dispersão das argilas e desestruturação do solo, acarretando à diminuição da taxa de infiltração da água no solo e reduzindo a produção agrícola (TAVARES FILHO et al., 2012). Neste sentido, faz-se necessário que algumas ações sejam realizadas visando a recuperação destas áreas para torná-las produtivas novamente.

A recuperação de solo salino-sódico ou sódico requer que o excesso de sódio trocável seja substituído pelo cálcio, e que os sais solúveis oriundos dessa reação sejam removidos da

zona radicular, por lixiviação (GHARAIBEH et al., 2009), para isso, podem-se usar condicionadores químicos e/ou orgânicos associado à lâmina de água para lixiviação.

Existem vários condicionadores passivos de utilização na recuperação de solos com excesso de sódio trocável. Entretanto, devido à disponibilidade, alta eficiência, menor custo de aquisição e maior facilidade de manuseio, o gesso de jazida tem sido o corretivo mais utilizado (YAZDANPANAHI & MAHMOODABADI, 2011), principalmente quando associado ao esterco de curral (HOLANDA et al., 1998; LEAL et al., 2008). O uso de esterco auxilia ainda na melhoria das propriedades químicas e físicas do solo, atuando no fornecimento de nutrientes às culturas (SEVERINO et al., 2006), na estruturação do solo, infiltração, retenção de água e aeração do solo (LIMA et al., 2007).

Diante do exposto e, considerando não se encontrar na literatura trabalhos sobre o crescimento e desenvolvimento do algodoeiro naturalmente colorido, realizou-se este trabalho, visando avaliar o crescimento e a produção do algodoeiro colorido (cv. BRS Topázio) em solos com distintos percentuais de sódio trocável e doses de matéria orgânica.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no período de abril a setembro de 2014, em lisímetros de drenagem sob condições de casa de vegetação, situada a 6°48'16"S, 37°49'15" W e altitude média de 144 m. Usou-se o delineamento estatístico de blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, com três repetições, cujos tratamentos consistiram de solos com cinco níveis de percentagem de sódio trocável - PST (13,6; 22,4; 30,1; 39,0 e 48,0%) associado a quatro doses de matéria orgânica - MO (0; 5; 10 e 15% em base do volume do solo), usando como fonte o esterco bovino curtido.

Utilizou-se como material vegetal o algodoeiro cv. BRS Topázio, segundo Embrapa (2011) as plantas desta cultivar possuem altura média de 116 cm, fibra de coloração marrom claro com alto rendimento (43,5% em média), alta uniformidade (85,2%) e elevada resistência (31,9 gf/tex), conferindo excelentes características, comparável às cultivares de fibras branca e superior às demais de fibras coloridas. Outrossim, a produtividade média sob condição de irrigação é de 2.825 kg ha⁻¹.

Foram utilizados lisímetros de drenagem com 12 L de capacidade, preenchidos com 1,0 kg de brita (nº zero), seguida de 1,0 kg de areia para facilitar a drenagem e foram adicionados 12 kg de solo salino-sódico com nível de PST desejado conforme tratamento. O solo foi coletado numa área situada no perímetro irrigado de São Gonçalo-PB, na profundidade de 0-30 cm, devidamente destorroado, cujas características físico-químicas (Tabela 1) foram determinadas segundo metodologia de Claessen (1997). Os lisímetros possuíam furos na base para permitir avaliar o volume drenado e estimar o consumo médio de água da planta.

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos

Densidade	Porosidade Total	Areia	Silte	Argila	Complexo Sortivo				PST	pH _{ps}	CE _{es}
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			
kg dm ⁻³	m ³ m ⁻³	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	cmol _c	cmol _c	cmol _c	cmol _c	%	-	dS m ⁻¹
1,32	0,52	729	131	140	1,74	0,42	25,44	0,71	89,95	9,62	45,20

Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 mol L⁻¹ pH 7,0; PST – Percentagem de sódio trocável; pH_{ps} - pH da pasta de saturação; CE_{es} - condutividade elétrica do extrato de saturação.

As amostras do solo com as distintas PST foram obtidas a partir do solo salino-sódico coletado (PST igual a 89,95%), sendo tratado com diferentes quantidades de gesso, determinada com base na PST desejada (15, 20, 30, 40 e 45), de acordo com Pizzarro (1978), conforme Eq. 1:

$$Dg = [(PST_i - PST_f) * CTC * PE * h * Ds] / 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que: Dg - dose teórica de corretivo (kg ha^{-1}); PST_i - percentagem de sódio trocável inicial (%); PST_f - percentagem de sódio trocável final desejada (%); CTC - capacidade de troca de cátions do solo ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$); PE - peso equivalente do elemento usado como corretivo; h - profundidade do solo a ser recuperado (cm); Ds - densidade global do solo, (kg dm^{-3}).

Depois de realizada a incorporação do gesso ao solo, visando obter os cinco níveis de PST, a mistura foi colocada em cinco recipientes de 200 L de capacidade, e mantida, com umidade próxima a capacidade de campo de forma a acelerar a solubilização do gesso e a substituição do sódio do complexo de troca pelo cálcio, e posterior lavagem, sendo mantida uma lamina de 4-5 cm durante 45 dias.

Ao final do período de lavagem, o material de solo foi seco ao ar, destorreado e passado em peneira com malha de 2 mm, em seguida, as amostras foram encaminhadas para determinação das PST. Os resultados de análise do solo foram 13,6; 22,4; 30,1; 39,0 e 48,0% de PST e CEes de 3,75; 5,61; 7,09; 8,66 e 10,12 dSm^{-1} , respectivamente.

A semeadura foi realizada usando-se oito sementes por vaso a 0,02 m de profundidade e distribuídas de forma equidistante. Após a semeadura, o solo foi mantido em capacidade de campo com irrigações diárias, sendo a lâmina aplicada, calculada por meio do balanço de água na zona radicular, subtraindo do volume aplicado o volume drenado na irrigação anterior.

Aos 21, 32 e 44 dias após a semeadura (DAS) foram realizados os desbastes, deixando-se apenas uma planta por vaso. Realizaram-se adubação com N e K_2O (100 e 150 mg kg^{-1} de solo) conforme recomendações de Novais et al. (1991), sendo aplicado na base apenas 1/3 e os 2/3 restantes aplicados em três vezes em cobertura via água de irrigação, respectivamente, na forma de ureia e cloreto de potássio, em intervalos de oito dias, a partir de 25 DAS. A adubação com P_2O_5 (300 mg kg^{-1} de solo) foi realizada na semeadura, utilizando-se como fonte o superfosfato simples.

O manejo fitossanitário consistiu em capinas manuais realizadas semanalmente, escarificação superficial do solo e tutoramento das plantas após atingirem o estágio de floração. Além disto, foi utilizado inseticida do grupo químico Organo-fosforado, na dose de 1,5 mL L^{-1} para o controle de moscas brancas e ácaro-rajado.

Os efeitos dos tratamentos sobre o algodoeiro foram avaliados mediante as seguintes variáveis: altura de planta (AP) e diâmetro caulinar (DC) aos 55 e 75 DAS; da área foliar (AF) aos 75 DAS e da fitomassa seca da parte aérea (FSPA) aos 134 DAS. A AP foi mensurada a partir da distância entre o colo da planta e a inserção do meristema apical; o DC foi determinado a 5 cm do colo da planta e a AF foi obtida conforme metodologia de Grimes et al. (1969), de acordo com Eq.2:

$$Y = 0,4322 * X^{2,3002} \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que: Y - área foliar (cm²) e X - medida do comprimento da nervura principal da folha (cm) do algodoeiro; a área foliar por planta foi obtida pelo somatório da área foliar de cada folha.

Na avaliação da FSPA, as plantas foram coletadas aos 134 DAS, sendo a parte aérea (folhas e caule) acondicionada em sacos de papel e secas em estufa com ventilação forçada de ar a 65°C, até a obtenção de peso constante. A produção foi mensurada a partir da massa de pluma (MPlum) – determinada após o beneficiamento das fibras de algodão; massa de sementes (MSem) – mensurada após a separação das sementes da pluma do algodão; índice de fiabilidade (IF) – determinado através do método HVI (High Volume Instrumentos).

Ao final da pesquisa, os dados coletados foram submetidos à 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 do software estatístico SISVAR-ESAL.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constata-se mediante análise de variância (Tabela 2) haver efeito significativo ($p < 0,05$) da interação entre os fatores (percentagens de sódio trocável e doses de matéria orgânica) sobre a área foliar e a fitomassa seca da parte aérea de plantas de algodoeiro. Em relação ao fator PST, vê-se haver efeito significativo ($p < 0,01$) sobre a altura de planta aos 55 DAS, o diâmetro do caule aos 55 e 75 DAS, e sobre a área foliar aos 75 DAS; já em relação ao fator doses de matéria orgânica nota-se efeito significativo ($p < 0,01$) sobre todas as variáveis estudadas (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC) aos 55 e 75 DAS; para a área foliar (AF) aos 75 DAS e para a fitomassa seca da parte aérea (FSPA) do algodoeiro cv. BRS Topázio aos 134 DAS, cultivado em solo sob distintas percentagens de sódio trocáveis (PST) e doses de matéria orgânica (MO).

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio					
		AP		DC		AF	FSPA
		55	75	55	75	75	134
Percentagem de sódio trocável (PST)	4	442,39**	247,2 ^{ns}	2,56**	2,27**	0,020**	29,80 ^{ns}
Reg. Linear	1	529,20**	662,70*	1,12 ^{ns}	7,65**	0,013**	4,60 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	905,35**	304,1 ^{ns}	7,80**	0,73 ^{ns}	0,061**	102,46 ^{ns}
Matéria orgânica (MO)	3	525,11**	1562,9**	5,82**	11,29**	0,030**	1701,8**
Reg. Linear	1	1240,3**	3738,2**	15,27**	29,89**	0,085**	4673,32**
Reg. Quadrática	1	201,66*	784,81**	2,20*	3,90**	0,006**	429,87**
Interação(PST x MO)	11	39,90 ^{ns}	109,2 ^{ns}	0,60 ^{ns}	1,28 ^{ns}	0,006*	88,24*
Bloco	2	168,46 ^{ns}	1000,80 ^{ns}	1,71 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,009 ^{ns}	85,24 ^{ns}
CV (%)		11,11	10,16	10,27	7,07	14,20	16,47

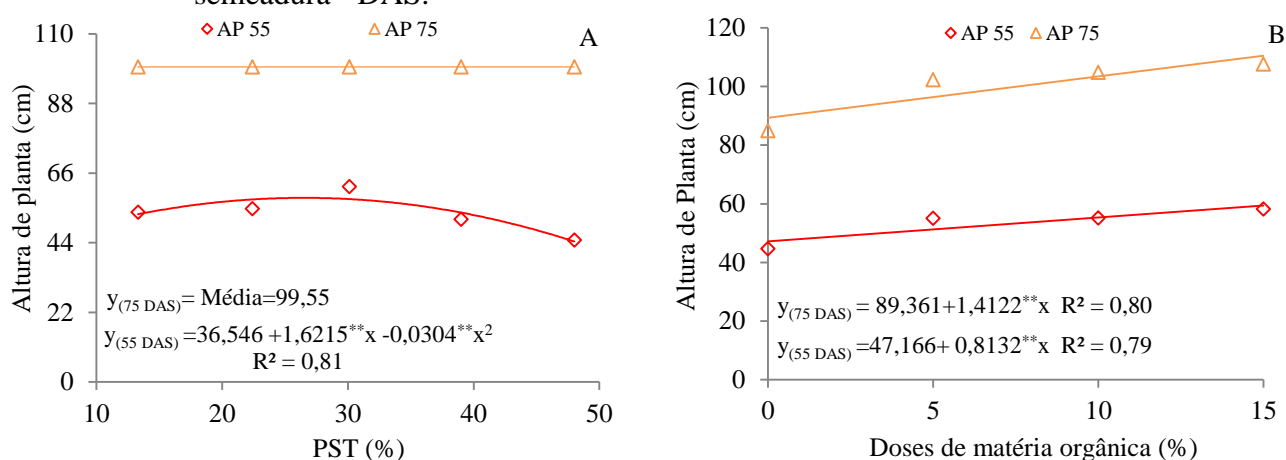
ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$

As distintas PST influenciaram significativamente ($p < 0,01$) a AP apenas aos 55 DAS e, conforme equação de regressão (Figura 1A) houve comportamento quadrático, sendo a maior AP (58,17 cm) obtida sob PST estimada de 28%. Já aos 75 DAS constata-se que PST variando de 13,6 a 48% não afetou significativamente ($p > 0,05$) a AP, indicando ser a cv. BRS

Topázio tolerante ao sódio trocável e, corrobora com Ayers & Westcot (1999) que classificaram o algodoeiro de fibra branca como tolerante ao sódio.

Na fase inicial de cultivo (55 DAS) verifica-se (Figura 1A) que em solos com PST de valor estimado maior que 28% houve decréscimo da AP, pois, conforme Taiz & Zeiger (2013), isto deve-se ao excesso de sódio, que tende a elevar o pH do solo, promovendo desbalanço nutricional e diminuindo a disponibilidade de alguns nutrientes às plantas, além de seu efeito tóxico direto, interferindo no metabolismo vegetal. Vasconcelos (1990), estudando cultivares de algodoeiro constatou que, de maneira geral, embora o algodoeiro seja considerado tolerante ao sódio, elas são afetadas por este sal, sendo que danos comprometedores na produção só ocorrem em PST superiores a 27,8%.

Figura 1. Altura de planta de algodoeiro cv. BRS Topázio em função da percentagem de sódio trocável - PST (A) e doses de matéria orgânica (B) aos 55 e 75 dias após a semeadura - DAS.

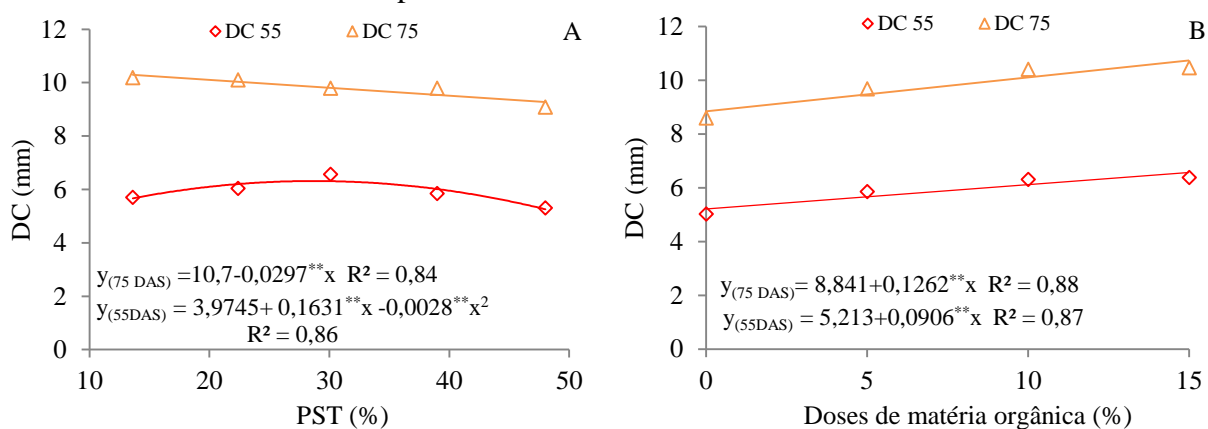


As doses de matéria orgânica exerceram influência ($p < 0,01$) sobre a altura de planta aos 55 e 75 DAS e, conforme equação de regressão (Figura 1B), houve comportamento linear e crescente da AP do algodoeiro, com acréscimos na ordem de 1,7 e 1,6% por aumento unitário percentual de MO, respectivamente, ou seja, as plantas quando submetidas ao nível de 15% de matéria orgânica tiveram incremento na AP de 25,86% (55 DAS) e 23,70% (75 DAS) em relação às plantas que não receberam MO, denotando que o fornecimento do adubo orgânico pode ter favorecido a fertilidade e a estruturação do solo (COSTA et al., 2008) e, consequentemente, as plantas tiveram maior crescimento.

Pereira et al. (2012), estudando a influência de doses de esterco bovino (em solos sem problema de salinidade) nas características agrônômicas do algodoeiro herbáceo cv. BRS Rubi, verificaram também, haver aumento linear da altura de plantas de 73,93 à 90,98 cm conforme aumento das doses de esterco de 0 para 40 Mg ha⁻¹.

O diâmetro do caule do algodoeiro BRS Topázio aos 55 DAS sofreu efeito significativo ($p < 0,01$) do fator PST, onde conforme equação de regressão (Figura 2A) vê-se comportamento quadrático dos dados, cujo maior DC (6,35 mm) foi obtido no solo com PST estimada em 29%, contudo, aos 75 DAS, a percentagem de sódio crescente afetou ($p < 0,01$) negativamente o DC e, de acordo com a equação de regressão (Figura 2A), observa-se decréscimo linear, na ordem de 0,27% por aumento unitário PST, ou seja, as plantas quando submetidas a PST de 48,0% reduziram o DC em 10,10% (1,02 mm) em relação às plantas submetidas a PST de 13,6%.

Figura 2. Diâmetro de caule (DC) de algodoeiro cv. BRS Topázio em função das percentagens de sódio trocável - PST (A) e doses de matéria orgânica- MO (B) aos 55 e 75 dias após a semeadura- DAS



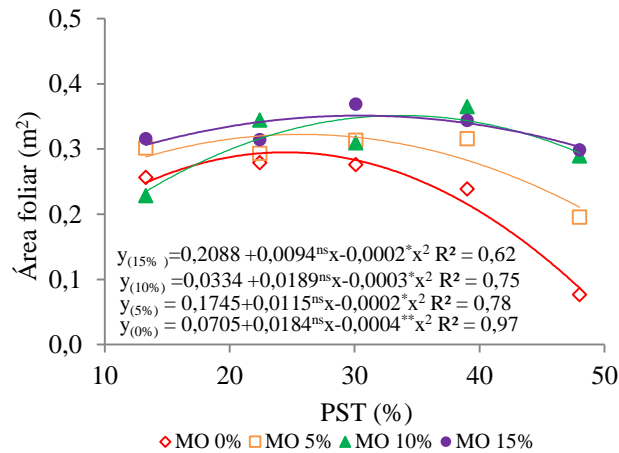
O uso de solos com PST variando de 13,6 à 48,0% e CEes de 3,8 à 10,1 dS m⁻¹ praticamente não exerceu influência negativa sobre a altura de planta e o diâmetro do caule do algodoeiro cv. BRS Topázio aos 75 DAS, denotando tolerância desse genótipo. Esse resultado diverge dos trabalhos de Siqueira et al. (2005) e Souza Júnior et al. (2005) com outras cultivares de algodoeiro colorido, onde constatarem decréscimos acentuados no DC e na AP por incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. Os dados corroboram com Jácome et al. (2005), que citam que a resposta das plantas ao estresse salino pode variar entre genótipos de mesma espécie.

Em relação aos efeitos das doses de matéria orgânica sobre o DC, nota-se, conforme equação de regressão (Figura 2B), resposta linear com acréscimos de 1,74% aos 55 DAS e 1,42% aos 75 DAS por aumento unitário da percentagem de MO no solo, ou seja, plantas adubadas com 15% de esterco tiveram aumento de 26,0% e 21,4% no DC em comparação às plantas que não receberam matéria orgânica aos 55 e 75 DAS, respectivamente. Mesquita et al. (2012) citam que a adubação orgânica, além de melhorar a drenagem e a aeração do solo, incrementa a capacidade de armazenamento de água, os níveis de nutrientes e a população de microrganismos benéficos ao solo e a planta, favorecendo o desenvolvimento do vegetal.

Avaliando a influência de esterco bovino nas características agrônômicas do algodoeiro, Pereira et al. (2012) constatarem que o diâmetro caulinar aumentou linearmente de 1,10 à 1,41 cm conforme aumento das doses de matéria orgânica de 0 a 40 Mg ha⁻¹.

A interação entre os fatores (PST x MO) influenciou a área foliar do algodoeiro e de acordo com as equações de regressão (Figura 3), o modelo que se ajustou melhor foi o quadrático, onde se observa que as plantas submetidas as doses de matéria orgânica de 0, 5, 10 e 15% tiveram AF de 0,281; 0,340; 0,331 e 0,319 m² sob a PST de 26; 30; 31 e 25%, respectivamente.

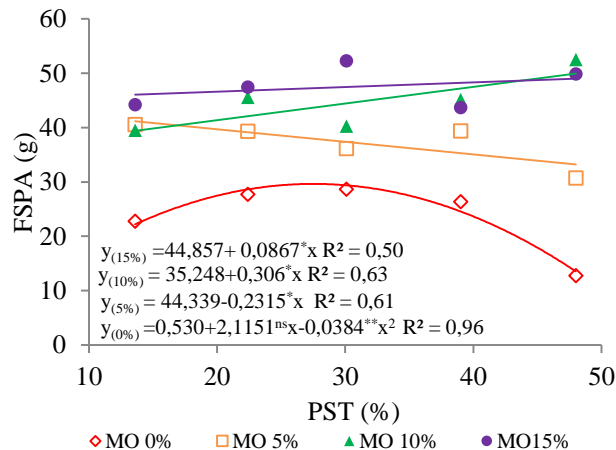
Figura 3. Área foliar de planta de algodoeiro cv. BRS Topázio, em função da interação entre percentagens de sódio trocável - PST e doses de matéria orgânica - MO aos 75 DAS.



A adição de matéria orgânica em solo salino-sódico foi benéfica, pois, conforme Figura 3 vê-se que níveis crescentes de matéria orgânica promoveram maior AF do algodoeiro, inclusive, nas plantas expostas a PST de 48% e sob os maiores níveis de MO, foram mais eficiente no aumento do aparato fotossintético, possivelmente, devido a matéria orgânica favorecer a circulação de ar e água junto as raízes, melhorar a penetração e distribuição das raízes (HAFLE et al., 2009) e, conseqüentemente, o crescimento das plantas foi beneficiado.

A fitomassa seca da parte aérea do algodoeiro também foi influenciada significativamente ($p < 0,05$) pela interação entre os fatores (PST x MO) e, conforme equações de regressão (Figura 4), constata-se que os dados se ajustaram melhor ao modelo quadrático na ausência de matéria orgânica (MO = 0%) e lineares para demais doses. A maior FSPA (29,65g) nas plantas sem adição de MO foi obtida sob PST de 28%; já as plantas sob 5% de MO tiveram decréscimo na FSPA na ordem de 0,52% por aumento unitário da PST e, quando foram adubadas com 10 e 15% de MO, tiveram incremento de 0,86 e 0,19%, respectivamente por aumento unitário da PST.

Figura 4. Fitomassa seca da parte aérea (FSPA) do algodoeiro cv. BRS Topázio em função da interação entre percentagem de sódio trocável - PST e doses de matéria orgânica-MO na colheita aos 134 DAS.



Denota-se com isso que a aplicação de 5% de matéria orgânica em solos salino-sódico não foi suficiente para atenuar os efeitos promovidos pelo aumento de PST sobre o algodoeiro colorido e que a aplicação de 10 e 15% de matéria orgânica promoveram maior tolerância das plantas ao sódio trocável, fato este devido à maior FSPA ter obtido sob PST de 48%. A aplicação de matéria orgânica em solo sódico que sofreu gessagem tem PST reduzida (HOLANDA et al., 1998) devido ao material orgânico favorecer a estruturação do solo e aumentar a lixiviação do sódio e, desta forma, o desenvolvimento das plantas é ampliado.

Verifica-se, com base nos resultados da análise de variância (Tabela 3), haver efeito significativo ($p < 0,05$) do fator percentagem de sódio trocável sobre a massa de pluma. Em relação ao fator doses de matéria orgânica, observa-se a ocorrência de efeito significativo ($p < 0,01$) sobre a massa de pluma, de sementes e sobre índice de fiabilidade. Já a interação entre os fatores (PST x MO) promoveu efeito significativo ($p < 0,05$) apenas sobre a MSem.

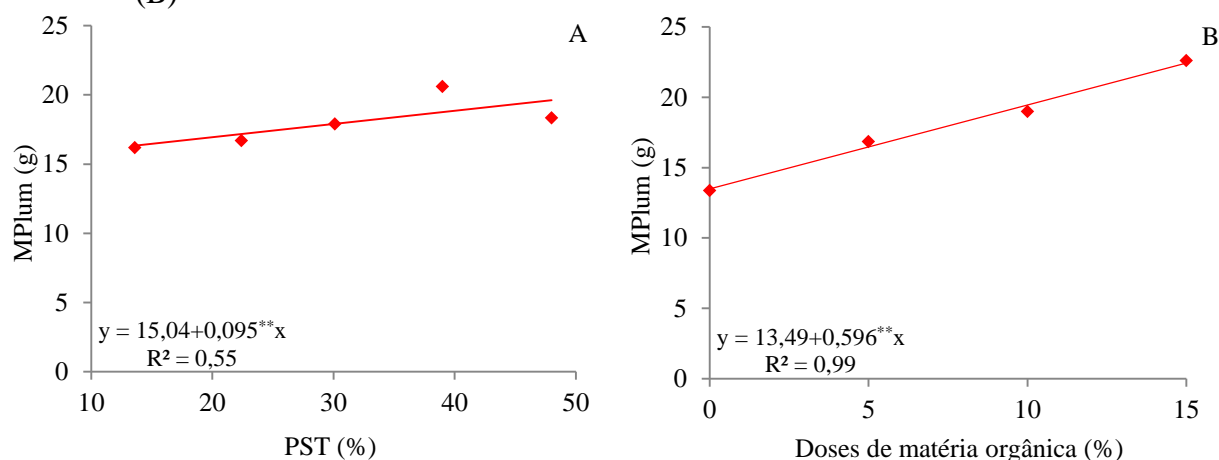
Tabela 3. Resumo da análise de variância para massa de pluma (MPlum), massa de sementes (MSem) e índice de fiabilidade (IF) do algodoeiro cv. BRS Topázio cultivado em solos com distintas percentagens de sódio trocável (PST) e doses de matéria orgânica (MO).

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		MPlum	MSem	IF
Percentagem de sódio trocável (PST)	4	35,68*	42,96 ^{ns}	31643,4 ^{ns}
Reg. Linear	1	80,85**	168,03**	32351,7 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	14,00 ^{ns}	0,053 ^{ns}	966,51 ^{ns}
Matéria orgânica (MO)	3	223,76**	1568,2**	80860,3**
Reg. Linear	1	665,28**	4686,6**	68037,6 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	0,051 ^{ns}	17,87 ^{ns}	96157,2*
Interação (PST x MO)	11	25,86 ^{ns}	72,46**	63151,0 ^{ns}
Bloco	2	8,75 ^{ns}	8,30 ^{ns}	31872,2 ^{ns}
CV (%)		19,19	12,85	6,05

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$

A massa de pluma foi afetada pelo aumento da percentagem de sódio trocável e, avaliando a equação de regressão (Figura 5A), verifica-se resposta linear e crescente, com acréscimos da MPlum na ordem de 0,63% por aumento unitário da PST, ou seja, as plantas demonstram tolerância ao sódio trocável, pois, quando cultivadas em solo salino-sódico com PST igual a 48,0% tiveram aumento na MPlum de 21,75% em relação as plantas cultivadas sob PST igual a 13,6%. A cv. BRS Topázio, em termos de produção de pluma, tolerou faixa de PST de 48% e de CEes de 10,12 dS m⁻¹, valores esses superiores aos 25,35% (PST) e 10 dS m⁻¹ (CEes) sugeridos por Jácome et al. (2003) para as cultivares de algodoeiro CNPA Precoces 1, CNPA Precoces 2, CNPA 7H, CNPA Acala 93/15 e Embrapa 113-Algodão, indicando maior tolerância do material genético estudado.

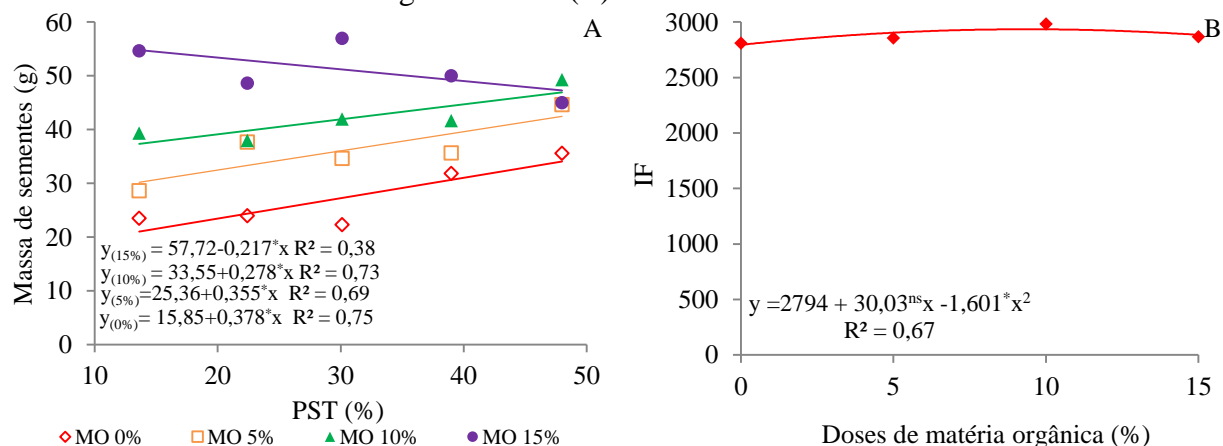
Figura 5. Massa de pluma (MPlum) do algodoeiro colorido cv. BRS Topázio em função de distintas percentagens de sódio trocável -PST (A) e doses de matéria orgânica- MO (B)



As crescentes doses de matéria orgânica também afetaram a MPlum e, de acordo com a equação de regressão (Figura 5B), nota-se efeito linear e crescente, com acréscimos de 22,1% na MPlum para cada aumento de 5% da dose de esterco, ou seja, as plantas quando adubadas com 15% de MO tiveram ganho de MPlum 8,94 g (66,27%) em relação às plantas que não receberam MO, denotando que a reestruturação do solo associado a maior disponibilidade de nitrogênio promovido pelo esterco e suas funções nas plantas, como função estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais ao vegetal, além de aumento na capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade (SILVA et al., 2008), tenha aumentado a tolerância das plantas ao estresse salino.

A massa de sementes foi influenciada pela interação entre os fatores estudados (PST x MO) e, de acordo com as equações de regressão (Figura 6A), vê-se resposta linear e crescente das plantas quando adubadas com 0, 5 e 10% de matéria orgânica, cujos acréscimos foram 2,3; 1,4 e 0,82%, respectivamente por aumento unitário de PST. Já as plantas adubadas com 15% de esterco mostraram resposta linear e decrescente, cujos decréscimos foram de 0,4% por aumento unitário de PST.

Figura 6. Massa de sementes de planta do algodoeiro cv. BRS Topázio em função da interação dos fatores (PST x MO) (A) e índice de fiabilidade (IF) em função das doses de matéria orgânica - MO (B)



Os condicionadores orgânicos (esterco de curral, casca de arroz e vinhaça) podem contribuir na redução da PST devido, possivelmente à liberação de CO₂ e ácidos orgânicos durante a decomposição da matéria orgânica, além de atuarem como fontes de cálcio e magnésio, em detrimento do sódio (FREIRE & FREIRE, 2007), ao dissociarem em íons H⁺ e ânions orgânicos, a carga negativa destes ânions é balanceada por cátions básicos (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺) para formar sais de ácidos orgânicos. Deste modo, estes cátions básicos são absorvidos pelas raízes, enquanto íons H⁺ são liberados pelas mesmas para manter a sua neutralidade elétrica. Com isso, há geração de acidez no solo e formação de material vegetal potencialmente alcalino (VIEIRA, 2007). Todavia, a adição de esterco em quantidade inadequada pode causar efeito negativo às plantas, pela possibilidade de elevação da salinidade e consequentemente, promovendo desequilíbrio nutricional da cultura (FREIRE & FREIRE, 2007). No entanto, no presente estudo, constatou-se que o algodoeiro quando cultivado em solo com PST de até 48% e adubado com doses crescentes de matéria orgânica até o nível de 10%, teve a M_{Sem} incrementada, denotando a tolerância da cultivar e a importância da adubação orgânica em cultivos de solos com teores de sais e sódio trocável elevado.

O índice de fiabilidade, ou seja, variável que expressa positivamente o potencial têxtil do algodoeiro, foi influenciado apenas pelos níveis de matéria orgânica (Tabela 3) e, segundo a equação de regressão (Figura 6B) houve efeito quadrático, cujo maior índice de fiabilidade (2934,6) estimado foi obtido nas plantas sob 9% de matéria orgânica e, o menor valor de IF (2810,1) foi verificado em plantas sob solo salino-sódico, sem adição de matéria orgânica.

O alto índice de fiabilidade obtido na cv. BRS Topázio sob solos salino-sódico e níveis de matéria orgânica, demonstra o potencial de tolerância aos sais e qualidade da fibra desta cultivar, pois, Brito et al. (2012) estudando 10 progênies de algodoeiro de fibra marrom e duas variedades comerciais de algodoeiro herbáceo: algodão de fibra colorida (BRS Rubi) e de fibra branca (IAC-25) encontraram valores de IF variando de 1322 (Progênie C) à 2608 (IAC-25), ou seja, bem inferiores ao presente estudo e, conforme os autores, a demanda pela indústria têxtil é de IF mínimo de 2000, como o que foi obtido para a BRS Topázio sob os distintos tratamentos.

6 CONCLUSÕES

O algodoeiro colorido cultivar BRS topázio é tolerante ao sódio trocável, podendo ser cultivado em solo com percentagem de sódio trocável de até 30.

A adição de até 15% de matéria orgânica à solos de caráter salino-sódico, proporciona aumento na altura de planta, diâmetro de caule e massa de pluma.

Doses de matéria orgânica de 15% promoveram incremento na fitomassa seca da parte aérea, e níveis de 10% favoreceram a massa de sementes e a área foliar do algodoeiro cultivado em solos com percentagem de sódio trocável de até 48 e 31, respectivamente.

O uso de matéria orgânica foi benéfica no cultivo de algodoeiro cv. BRS Topázio, em solos salino-sódico.

7 REFERÊNCIAS

AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 218p.

BARROS, M. de F. C.; BEBÉ, F. V.; SANTOS, T. O.; CAMPOS, M. C. C. Influência da aplicação de gesso para correção de um solo salino sódico cultivado com feijão caupi. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.9, n.1, p.77-82, 2009.

BARROS, M. de F. C.; FONTES, M. P. F.; ALVAREZ, V. H.; RUIZ, H. A. Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.3, p.320-326, 2005.

BRITO, L.F.; BERNARDES, G.A.; GODINHO, N.C.A.; LACA-BUENDÍA; J.P.; PENNA, J.C.V. Estudo de competição de dez progênies de algodão de fibra colorida e duas variedades de algodoeiro herbáceo no município de Uberaba- MG. **FAZU em Revista**, Uberaba, n.9, p.9-17, 2012.

CARDOSO, G. D.; ALVES, P. L. da C. A.; BELTRÃO, N. E. de M.; VALE, L. S. do. Períodos de interferência das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida BRS Safira. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n.3, p. 456-462, 2010.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212p.

COSTA, L. C. do B.; PINTO, J. E. B. P; CASTRO, E. M. de; BERTOLUCCI, S. K. V.; REIS, E. S.; ALVES, P. B.; NICULAU, E. dos S. Tipos e doses de adubação orgânica, no rendimento e na composição química do óleo essencial de elixir paregórico. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.8, p.2173-2180, 2008.

EMBRAPA. **Algodão Colorido: Tecnologia Embrapa para a geração de emprego e renda na agricultura familiar do Brasil**. Campina Grande, 2011. 2p. (EMBRAPA-CNPA, Circular Técnico, 17).

FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J. Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. cap.16, p.929-954.

GHARAIBEH, M. A.; ELTAIF, N. I.; SHRA'AH, S. H. Reclamation of a calcareous saline-sodic soil using phosphoric acid and by-product gypsum. **Soil Use Management**, Weinheim, v.26, n.2, p.141-148, 2010.

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

HAFLE, O. M.; SANTOS, V. A.; RAMOS, J. D.; CRUZ, M. C. M.; MELO, P. C. Produção de mudas de mamoeiro utilizando Bokashi e lithothamnium. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 245-251, 2009.

HOLANDA, J. S.; VITTI, G. C.; SALVIANO, A. A.; MEDEIROS, J. F.; AMORIM, J. R. A. Alterações nas propriedades químicas de um solo aluvial salino-sódico decorrentes da

subsolagem e do uso de condicionadores. **Revista Brasileira de Ciências de Solo**, Viçosa, v.22, p.387-394, 1998.

JÁCOME, A. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; GONÇALVES, A. C. A. ; SILVA, F. F. da. Avaliação de genótipos de algodoeiro sob níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9 (Suplemento), p.365-369, 2005.

JÁCOME, A. G.; OLIVEIRA, R. H.; FERNANDES, P. D.; GONÇALVES, A. C. A. Comportamento produtivo de genótipos de algodão sob condições salinas. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v.25, n.1, p.187-194, 2003.

LEAL, I. G.; ACCIOLY, A. M. A.; NASCIMENTO, C. W. A.; FREIRE, G. S.; MONTENEGRO, A. A. A.; FERREIRA, F. L. Fitorremediação de solo salino sódico por *Atriplex numulária* e gesso de jazida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.3, p.1065-1072, 2008.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; SILVA, M. I. L. da; ALBUQUERQUE, R. C.; BELTRÃO, N. E. de M. Crescimento da mamoneira em solo com alto teor de alumínio na presença e ausência de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 11, n.1, p. 15-21, 2007.

MESQUITA, E. F., CHAVES, L. H. G., FREITAS, B. V., SILVA, G. A., SOUSA, M. V. R. ANDRADE, R. Produção de mudas de mamoneira em função de substratos contendo esterco bovino e volumes de recipientes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.7, n.1, p.58-65, 2012.

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

PEREIRA, J. R.; ARAÚJO, W. P.; FERREIRA, M. M. M.; LIMA, F. V.; ARAÚJO, V. L.; SILVA, M. N. B. Doses de esterco bovino nas características agronômicas e de fibras do algodoeiro herbáceo BRS Rubi. **Revista Agro@mbiente**, Boa Vista, v. 6, n. 3, p. 195 -204, 2012.

PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos**. Madrid: Agrícola Española, 1978. 528p.

QUEIROZ, S.O.P. de.; BÜLL, L. T. Comportamento de genótipos de algodão herbáceo em função da salinidade do solo. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 6, n. 2, p. 124-134, 2001.

SIQUEIRA, E. da C.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; SOARES, F.A.L.; BARROS JÚNIOR, G.; CALVACANTI, M.L.F.. Crescimento do algodoeiro colorido sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9 (Suplemento), p.263-267, 2005.

SOUSA JUNIOR, S.P. de; SOARES, F.A. L.; SIQUEIRA, E. da C.; GHEYI, H.R.; FERNANDES, P.D.; BELTRÃO, N.E. de M. Germinação, crescimento e produção do algodoeiro colorido BRS Verde sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9 (Suplemento), p.236-241, 2005.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; CARDOSO, G. D.; VIRIATO, J. R.; BELTRÃO, N. E. de M. Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 5, p. 879 – 882, 2006.

SILVA, A. B. F.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; BLANCO, F. F. Growth and yield of guava irrigated with saline water and addition of farmyard manure. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.3, n. 4, p. 354-359, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954p.

TAVARES FILHO, A. N.; BARROS, M. do F. C.; ROLIM, M. M.; SILVA, E. F. de F. Incorporação de gesso para correção da salinidade e sodicidade de solos salino sódicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n. 3, p. 247-252, 2012.

VASCONCELOS, M. F. de. **Comportamento de cultivares do algodoeiro herbáceo sob diferentes percentagens de sódio trocável**. Campina Grande: UFPB, 1990. sp. Dissertação de Mestrado.

VIEIRA, F. C. B. **Estoques e labilidade da matéria orgânica e acidificação de um argissolo sob plantio direto afetados por sistemas de cultura e adubação nitrogenada**. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 139p. Tese de doutorado.

YAZDANPANAH, N.; MAHMOODABADI, M. Reclamation of calcareous saline-sodic soil using different amendments: time changes of soluble cations in leachate. **Arabian Journal of Geosciences**, Kerman, v.4, n.7, p.194-204, 2011.