



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE ALGODOEIRO
COLORIDO EM SOLO COM DIFERENTES PST E DOSES DE
ESTERCO**

MAGALY MORGANA LOPES DA COSTA

POMBAL - PB

2014

MAGALY MORGANA LOPES DA COSTA

**EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE ALGODOEIRO
COLORIDO EM SOLO COM DIFERENTES PST E DOSES DE
ESTERCO**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre

POMBAL-PB

2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

C837e Costa, Magaly Morgana Lopes da.
Emergência e crescimento de algodoeiro colorido em solo com diferentes PST e doses de esterco / Magaly Morgana Lopes da Costa. – Pombal, 2014.
42 f.: il. color.

Monografia (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2014.

"Orientação: Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre".
Referências.

1. *Gossypium hirsutum* L.(Algodão) 2. Sodicidade. 3. Matéria orgânica.
I. Nobre, Reginaldo Gomes. II. Título.

CDU 633.511(043)

MAGALY MORGANA LOPES DA COSTA

**EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE ALGODOEIRO
COLORIDO EM SOLO COM DIFERENTES PST E DOSES DE
ESTERCO**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA:

Membro - Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

Membro - Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

Membro – M. Joyce Emanuele de Medeiros
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

POMBAL-PB
2014

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe Wilza e minha avó Francisca, as pessoas que sempre estão presentes em minha vida, ajudando-me a levantar a cada batalha perdida e a agradecer a cada vitória conquistada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade a mim concebida na realização desse sonho.

Agradeço a meus pais Wilza Lopes da Costa e Manoel Horácio Filho pelo apoio e esperança depositados em mim e pelo sacrifício que fizeram para me ver chegar até este momento. **Amo Vocês!**

A minha avó, tias e tios por ter sempre mim dado forças para que eu chegasse até aqui. **Amo vocês!**

A todos os meus familiares que contribuíram para esta conquista.

A meu irmão Paulo Wbiratan Lopes da Costa pela ajuda, incentivo e confiança, tenho muito orgulho em te-lo como irmão. **Amo você!**

A meu namorado, Kaio Cesar, pela paciência e compreensão nos momentos mais difíceis dessa jornada. **Amo você!**

A meu orientador Prof. **Dr. Reginaldo Gomes Nobre** pela paciência, compreensão e empenho a me dedicados para o desenvolvimento desse trabalho.

Aos examinadores Marcos Eric Barbosa Brito e Joyce Emanuele de Medeiros por ter aceitado o convite, e se disponibilizado para avaliar esse trabalho.

A todos os professores que tive até hoje, pois ao longo da minha formação contribuíram de forma decisiva para o meu crescimento, proporcionando este momento.

Aos meus colegas, Adaan, Weslei, Evandro e Leandro pela ajuda e contribuição para realização desse trabalho.

Agradeço em especial a **Iskaime, Guilherme, Roberto Miranda e Jefferson Rolim**, amigos cativados nessa jornada, que sempre estiveram comigo nos momentos tristes e alegres, erguendo-me a cada queda. Obrigada por fazerem parte da minha vida, nunca me esquecerei de vocês.

E a todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

Muito Obrigada!!!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para percentagem de emergência (PE) e índice de velocidade de emergência (IVE) do algodoeiro cultivado em solo com distintas percentagens de sódio trocáveis (PST) e doses de matéria orgânica.	26
Tabela 2 – Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC) aos 10 e 44 dias após a semeadura do algodoeiro cultivado em solo com distintas percentagens de sódio trocáveis (PST) e doses de matéria orgânica.	28
Tabela 3 – Resumo da análise de variância para Área Foliar (AF) aos 10 e 44 dias após a semeadura (DAS) e, Fitomassa Fresca (FFPA) e Seca da Parte Aérea (FSPA) do algodoeiro aos 44 DAS, cultivado em solo com distintas percentagens de sódio trocáveis (PST) e doses de matéria orgânica (MO)	33

LISTA DE FÍGURAS

Figura 1 – Disposição dos lisímetros na área experimental	21
Figura 2 – Visão geral do experimento aos 32 DAS.....	22
Figura 3 – Percentagem de emergência - PE (A) e Índice de velocidade de emergência - IVE (B) do algodoeiro cv. BRS Topázio, em função de doses de matéria orgânica.....	27
Figura 4 – Número de folhas por planta de algodoeiro cv. BRS Topázio em função da interação entre percentagem de sódio trocável – PST e doses de matéria orgânica aos 44 dias após o semeio – DAS.....	29
Figura 5 – Altura de planta de algodoeiro cv. BRS Topázio em função da interação entre percentagem de sódio trocável – PST e doses de matéria orgânica aos 10 dias após o semeio - DAS (A), da PST aos 44 DAS (B) e doses de matéria orgânica aos 44 DAS (C).....	30
Figura 6 – Diâmetro de caule (DC) de planta de algodoeiro cv. BRS Topázio em função da interação entre percentagem de sódio trocável – PST e doses de matéria orgânica aos 10 dias após o semeio - DAS (A), da PST aos 44 DAS (B) e doses de matéria orgânica aos 44 DAS (C).....	32
Figura 7 – Área foliar de planta de algodoeiro cv. BRS Topázio, em função da interação entre percentagem de sódio trocável – PST e doses de matéria orgânica aos 10 dias após o semeio – DAS (A) e aos 44 DAS (B).....	35
Figura 8 – Fitomassa fresca da parte aérea (FFPA) de plantas de algodoeiro cv. BRS Topázio em função da percentagem de sódio trocável – PST (A) e doses de matéria orgânica (B) aos 44 dias após o semeio – DAS	35
Figura 9 – Fitomassa seca da parte aérea (FSPA) de plantas de algodoeiro cv. BRS Topázio em função da percentagem de sódio trocável – PST (A) e doses de matéria orgânica (B) aos 44 dias após o semeio – DAS	36

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	10
2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 O Algodoeiro	12
2.2 Solos salino-sódicos.....	13
2.3 Recuperação de solos salino-sódicos	15
2.3.1 Uso de Matéria Orgânica na recuperação de solos salino-sódicos	16
2.3.2 Uso de gesso na recuperação de solos salino-sódicos	17
3 – MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Caracterização da área experimental.....	20
3.2 Tratamento e delineamento experimental	20
3.3 Cultura estudada	20
3.4 Condução do experimento	21
3.5 Preparo do solo com distintas Percentagens de Sódio Trocável	23
3.6 Descrição das variáveis avaliadas	23
3.6.1 Emergência	24
3.6.1.1 Percentagem de emergencia e Índice de velocidade de emergencia	24
3.6.2 Variáveis de Crescimento.....	24
3.6.2.1 Número de folhas (NF)	24
3.6.2.2 Altura de planta (AP)	24
3.6.2.3 Diâmetro do caule (DC).....	25
3.6.2.4 Área foliar (AF)	25
3.6.2.5 Massa fresca e seca da parte aérea	25
3.7 Análise estatística	25
4 – RESULTADOS E DISCURSSÃO	26
5 – CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS.....	38

RESUMO

Devido aos problemas no solo ocasionados pela sodicidade, houve a necessidade de se estudar formas de reduzir as perdas causadas por solos sódicos e, para isso, existem diversas técnicas de recuperá-los. Uma delas pode ser a utilização de matéria orgânica. Neste contexto, propõe-se com este trabalho avaliar a viabilidade do uso de solos com diferentes percentagens de sódio trocável e doses de esterco bovino na produção do algodoeiro colorido, analisando-se os seus efeitos sobre o crescimento e desenvolvimento. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), Campus Pombal – PB, pertencente à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), até os 44 dias após a semeadura. Os tratamentos foram distribuídos em um delineamento em blocos ao acaso, analisados em esquema fatorial 5 x 4 e três repetições, sendo os tratamentos compostos por solos com cinco PST, sendo estas S_1 – 13,6; S_2 – 22,4; S_3 – 30,1; S_4 – 39,0 e S_5 – 48,0%, e o fator doses de esterco, sendo estas 0; 5; 10 e 15%. Até os 10 dias após o semeio a percentagem de sódio trocável não interferiu na emergência e no número de folhas do algodoeiro, a partir desse período até 44 dias após o semeio a percentagem de sódio trocável entre 27 e 30 promoveu maior altura de planta, diâmetro de caule e fitomassa fresca e seca da parte aérea. As doses crescentes de matéria orgânica promoveu um incremento no crescimento inicial da planta e, aos 44 dias após o semeio a altura da planta, o diâmetro de caule e a fitomassa fresca e seca da parte aérea do algodoeiro, as doses de matéria orgânica também atenuaram o efeito do sódio trocável até a percentagem média de 30% sobre o número de folhas, altura de planta, diâmetro de caule e a área foliar do algodoeiro aos 10 DAS; e PST média 28,5% e 34,0%, respectivamente, sobre o número de folhas e a área foliar aos 44 DAS.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L. Sodicidade. Matéria orgânica.

ABSTRACT

Because of the problems incurred in soil sodicity, there was a need to investigate ways of reducing losses caused by sodic soils and, therefore, there are several techniques to recover them. One is the use of organic matter. In this context, this work proposes to evaluate the feasibility of using soils with different percentages of exchangeable sodium and doses of manure in the production of cotton, analyzing their effects on growth and development. The experiment was conducted in a greenhouse at the Center for Science and Agrifood Technology of Federal University of Campina Grande, until 44 days after sowing. The treatments were distributed in a complete randomized block design in a factorial scheme 5 x 4, and three replications, and the treatments being composed of soils with five PST, and these S1 - 13.6; S2 - 22.4; S3 - 30.1; S4 - 39.0 and S5 - 48.0%, and the factor doses of manure, which are 0; 5; 10 and 15%. Until 10 days after sowing the percentage of exchangeable sodium did not affect the emergence and number of leaves of the cotton plant, from that period until 44 days after emergence the exchangeable sodium percentage between 27 and 30 caused greater plant height, diameter stem and fresh and dry weight of the aerial part. Increasing levels of organic matter promoted an increase in the initial growth of the plant and, at 44 days after emergence plant height, stem diameter and fresh and dry weight of shoots of cotton plants, the levels of organic matter also attenuated the effect of exchangeable sodium to the average percentage of 30% on the number of leaves, plant height, stem diameter and leaf area of cotton at 10 DAS; PST and average 28.5% and 34.0%, respectively, on the number of leaves and leaf area at 44 DAS.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L. Sodicity. Organic matter.

1 INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L), espécie vegetal de ciclo curto anual, é cultivado em vários países do mundo e em diversos Estados do Brasil. É uma das dez principais culturas produtoras de fibra, óleo e proteínas, ocupando, no Brasil, uma área anual superior a 33 milhões de hectares (LIMA et al., 2006).

A necessidade de ampliação das áreas cultivadas, devido à demanda por alimentos e outros produtos, vem causando prejuízos à agricultura e, principalmente ao solo, pois há utilização contínua do mesmo de forma inadequada, tornando-o solo salino-sódico.

A origem dos solos salinos e sódicos é um fenômeno observado particularmente sob condições de aridez. As altas taxas de evaporação e baixa precipitação, associadas às características do material de origem e às condições geomorfológicas e hidrológicas, condicionam a formação de solos com teores elevados de sais solúveis e sódio trocável, que comprometem o crescimento e o desenvolvimento das culturas (WHITEMORE, 1975; GOMES et al., 2000).

Solos afetados por sais ocorrem extensivamente em condições naturais, porém os problemas mais sérios de salinização são representados por solos anteriormente produtivos, mas que se tornam salinos devido à irrigação e drenagem ineficientes. Esta salinização é comumente chamada salinização secundária ou antrópica (BARROS et al., 2005). A salinidade causa alterações químicas e físicas no solo, as quais, em última instância, afetam o comportamento das espécies vegetais neles cultivadas (HASEGAWA et al., 2000; MUNNS, 2002).

A alta concentração de sódio, em relação aos demais cátions, na solução do solo e no complexo de troca catiônica, promove problemas físicos como dispersão e migração dos colóides no perfil do solo, com obstrução de poros e redução da movimentação de ar e água, dificultando o crescimento dos vegetais (BARROS, 2001).

A constante necessidade pelo aumento da produção agrícola, como resposta ao aumento da população mundial, induz inevitavelmente a incorporação de novas áreas com potencial para a produção. O aproveitamento de algumas áreas como as de regiões áridas e semiáridas esbarra em alguns obstáculos como a salinidade e o potencial de sodicidade da água, utilizada na irrigação, cuja finalidade principal é

proporcionar umidade adequada para o crescimento e desenvolvimento das plantas, visando aumentar a produtividade e, conseqüentemente, reduzir os efeitos da estiagem (RIBEIRO et al., 2001).

A agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água. A importância da qualidade da água só começou a ser reconhecida a partir do início do século passado. A falta de atenção a este aspecto foi devido à disponibilidade de águas de boa qualidade e de fácil utilização, mas esta está mudando em vários lugares, em função do aumento de consumo por águas de qualidade, restando como alternativa o uso de águas de qualidade inferior (AYERS & WESTCOT, 1991).

Dentre as características que determinam a qualidade da água para a irrigação, a concentração de sais solúveis ou salinidade, é um fator limitante ao desenvolvimento de algumas culturas (FREIRE & FREIRE, 2007). Contudo, nem sempre a irrigação é conduzida adequadamente, podendo causar a degradação de áreas extensas, que se tornam salinas e sódicas, necessitando serem recuperadas para restabelecer a capacidade produtiva. A técnica de correção mais utilizada corresponde ao uso do gesso com uma lâmina de irrigação suficiente para promover a lixiviação do excesso de sais (RIBEIRO et al., 2009).

Diante do exposto, esta preocupação motivou a realização deste trabalho, procurando avaliar o cultivo do algodoeiro colorido (cv. BRS Topázio) em solos com distintos percentuais de sódio trocável e doses de esterco bovino, com o intuito de solucionar, ou pelo menos amenizar, os problemas causados pela sodicidade do solo, além de proporcionar benefícios econômicos aos pequenos agricultores e a sustentabilidade ambiental da atividade.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O Algodoeiro

De acordo com Beltrão (2003), até 1931, a Paraíba foi o maior produtor de algodão do Brasil, com produção de 23 milhões de quilos de algodão em caroço. No início do século atual o algodão foi, para Campina Grande, o epicentro do crescimento da cidade, atraindo comerciantes de todas as regiões da Paraíba e do Nordeste, fazendo com que ela crescesse mais.

O 11º levantamento de campo da safra 2013/14, realizado pela Conab aponta, em relação à pesquisa antecedente, um aumento de 0,4% no volume de produção, assim é esperado que na safra atual o Brasil deverá colher um montante de 1.704,5 mil toneladas de pluma (CONAB, 2014).

O algodão de fibra colorida existe há milhares de anos, portanto tão antigo quanto o de fibra branca. Há mais de 4.500 anos os Incas e Astecas já utilizavam o algodão colorido, bem como outros povos antigos das Américas, Ásia, África e Austrália. Na Austrália, 50 espécies silvestres de algodão foram identificadas, sendo mais de dez espécies com fibras coloridas. Por muito tempo esses algodões foram descartados pela indústria têxtil mundial e, até mesmo, foi proibida sua exploração em vários países, por serem considerados contaminantes dos algodões de tonalidade branca convencional (BELTRAO; CARVALHO, 2004).

A cultura do algodão colorido tem grande potencial econômico, tanto como fixador de mão de obra e gerador de empregos, como também fonte de matéria-prima para a indústria, e com grande apelo ambiental, uma vez, que elimina a fase de tingimento na indústria, a qual tem lançado grande quantidade de resíduos no ambiente (CARDOSO, 2010). Atualmente, através de programas de melhoramento genético desenvolvido pela EMBRAPA, variedades com fibra colorida têm surgido com qualidade semelhante ou superior às de fibra de algodão branco (DANIEL et al., 2011).

As variedades naturalmente coloridas pesquisadas pela Embrapa Algodão dispensam o uso de corantes químicos, por isso não poluem o meio ambiente e ainda representam uma economia de cerca de 70% de água no processo de acabamento da malha. Além disso, o algodão colorido constitui uma importante fonte

de renda para cerca de mil agricultores familiares dos seguintes estados: Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará, que colhem o produto à mão e conseguem obter um preço acima do estabelecido para o algodão convencional (CAMPO, 2014).

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), especialmente o algodão colorido possui excelente potencial de cultivo para as condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro (SANTANA et al., 1999).

2.2 Solos Salino-Sódicos

A degradação ambiental é um problema de abrangência mundial que ocorre, sob várias intensidades, principalmente nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, sendo resultante de vários fatores, entre os quais estão as variações climáticas e as atividades humanas. Outro tipo de degradação das terras no semiárido refere-se ao processo de salinização e sodificação, principalmente nos perímetros irrigados, onde os excessos de sais solúveis e sódios trocáveis restringem a germinação das plantas, o crescimento e a produção vegetal. Embora, no Brasil, de maneira geral, seja de pouca ocorrência, na região semiárida do nordeste, a degradação química desses solos causa redução significativa da produção agrícola em perímetros irrigados, levando ao abandono de extensas áreas (RIBEIRO et al., 2003).

Em todo o mundo, vem aumentando a necessidade de se utilizar águas de qualidade inferior na agricultura, priorizando o uso intensivo das de boa qualidade para consumo humano e para outros fins mais restritivos; esta preocupação estará presente na expansão das áreas irrigadas, em geral (AYERS & WESTCOT, 1999). O uso de águas salinas na irrigação de produtos agrícolas é um desafio que vem sendo superado, com sucesso, em diversos países, graças à utilização de espécies tolerantes e à adoção de práticas adequadas de manejo da cultura, do solo e da água de irrigação (RHOADES et al., 2000).

Solos afetados por sais, também conhecidos por solos halomórficos ou solos salinos e/ou sódicos, são solos desenvolvidos em condições imperfeitas de drenagem, que se caracterizam pela presença dos sais solúveis, sódio trocável ou ambos, em horizontes ou camadas próximas à superfície (RIBEIRO et al., 2003).

Os solos afetados por sódio são comuns em zonas áridas e semiáridas, sendo caracterizados pela presença de sódio em concentrações tão elevadas que ocorre a destruição da estrutura do solo, acarretando a diminuição da taxa de infiltração da água no solo, reduzindo, assim, a produção agrícola (LEITE et al. 2007, JALALI & RANJBAR 2009, GHARAIBEH et al. 2010, TAVARES FILHO et al. 2012).

No Brasil o sistema utilizado para a classificação de solos afetados por sais é baseado nas características propostas por Richards (1954), de acordo com os atributos presentes na Condutividade Elétrica do extrato de saturação (CE) e Percentagem de Sódio Trocável (PST) conforme a classificação de solos afetados por sais: Normal (CE < 4 dSm⁻¹, PST < 15% e pH < 8,5) Salino (CE > 4 dSm⁻¹, PST < 15% e pH < 8,5), Salino-sódico (CE > 4 dSm⁻¹, PST >15% e pH < 8,5), e Sódico (CE < 4 dSm⁻¹, PST > 15% e pH >8,5).

Conforme Leonardo et al. (2007) em condições salinas ocorre redução da disponibilidade de água às plantas devido ao efeito osmótico, o que resulta em maior gasto de energia das plantas para absorver água e, conseqüentemente, pode haver redução em seu crescimento e desenvolvimento. Estudos em solos com problema de salinidade têm mostrado que o aumento na concentração de Na⁺ é acompanhado pelo decréscimo na concentração de Ca²⁺ trocável, resultando em um desequilíbrio iônico que pode afetar o crescimento das plantas (BARROS, 2001).

Em solos sódicos o efeito é mais sobre as características físicas do solo, a dispersão dos colóides, provocando desestruturação do solo e criando problemas na compactação, diminuindo conseqüentemente a aeração e dificultando o movimento de água e desenvolvimento radicular, além do efeito tóxico do sódio (CORDEIRO, 1988).

Barros (2001) ressalta ainda que a alta concentração de sódio, em relação aos demais cátions, na solução do solo e no complexo de troca catiônica, promove problemas físicos como dispersão e migração dos colóides no perfil do solo, com obstrução de poros e redução da movimentação de ar e água, dificultando o crescimento dos vegetais.

Sob condições de sodicidade, outro agravante é o elevado pH (em geral, superior a 8,5), o que origina toxidez de íons, como o sódio e o cloro, ou deficiências nutricionais, especialmente de micronutrientes catiônicos, como o zinco, cobre,

manganês e ferro (RAIJ, 1991). Os íons Na^+ , em solos sódicos ou salino-sódicos, promovem o deslocamento dos cátions Mg^{2+} , Ca^{2+} e K^+ , substituindo-os no complexo de troca, diminuindo sua disponibilidade para as plantas, e promovendo dispersão de argilas, uma vez que os cátions bivalentes são substituídos por monovalentes, promovendo o aumento da espessura da dupla camada difusa (MCBRIDE, 1995).

2.3 Recuperação de Solos Salino-Sódicos

O objetivo de recuperar os solos afetados por sais remetem a diminuir a quantidade de sódio trocável e sais solúveis no solo, de forma que não danifique o desenvolvimento das culturas (BARROS et al., 2004).

As variadas técnicas que são empregadas na reorganização dos solos sódicos-salinos, normalmente acontecem de maneira sucessiva ou simultânea. Sendo classificadas como auxiliares e essenciais atuando diretamente na correção do problema e maximizam o resultado da correção (MONTENEGRO & MONTENEGRO, 2004; CAVALCANTE et al., 2010).

A recuperação de solos com problemas de salinidade e/ou sodicidade, pode ser realizada através de técnicas de natureza física ou mecânica, química e biológica. As técnicas mecânicas utilizam as práticas de subsolagem, aração e gradagem. As químicas usam corretivos como o gesso, o cloreto de cálcio, o enxofre e o ácido sulfúrico. E as biológicas utilizam plantas e/ ou resíduo orgânico que auxiliam nas propriedades físicas do solo (BATISTA et al., 2002).

A correção de solos afetados por sais tem como objetivo principal a redução da concentração dos sais solúveis e do sódio trocável no perfil do solo a um nível não prejudicial ao desenvolvimento das culturas. A diminuição do teor de sódio trocável envolve o seu deslocamento do complexo de troca pelo cálcio antes do processo de lixiviação (BARROS, 2001).

Na recuperação de solos com excesso de sódio trocável podem ser utilizados vários corretivos como gesso, enxofre, sulfato de alumínio, cloreto de cálcio e ácido sulfúrico. Entretanto, o gesso é o produto mais utilizado por apresentar menor custo, fácil manuseio e facilidade de se encontrar no mercado (BARROS et. al.,2005).

Observando as consequências impostas pelo solo sódico, várias técnicas foram desenvolvidas para ser aplicadas como procedimentos de recuperação do solo, como aplicação de condicionadores orgânicos e químicos, uso de vegetação halófitas, técnica de mecanização como subsolagem e aração, lavagem do solo. Essas técnicas para serem empregadas são necessárias aplicações teóricas e conhecimentos das características físicas e químicas dos solos, como também as interações da produção-salinidade e a salinidade-irrigação (CAVALCANTE et al., 2010).

Segundo Qadir et al. (2007), a fitorremediação é uma estratégia eficiente de recuperação de solos salino-sódicos, com performance comparável à utilização de corretivos químicos.

Para o sucesso da fitoextração de sais em solos salino-sódicos, as plantas devem apresentar tolerância ao excesso de sais e alta produção de biomassa nessa condição. Além disso, devem acumular elevados teores de sais na parte aérea, visando possibilitar a remoção dos sais com a colheita das plantas. As halófitas são plantas adaptadas a altos níveis de salinidade no solo e têm capacidade de acumular quantidades elevadas de sais em seus tecidos (Zhu, 2001).

2.3.1 Uso de matéria orgânica na recuperação de solos salino-sódicos

Nos lugares onde o Na^+ trocável é predominante, além dos melhoradores químicos e condicionadores, aconselha-se o uso de materiais orgânicos como: adubo verde, esterco de curral, resíduo de destilarias e compostos de lixo a fim do melhoramento da permeabilidade do solo (SILVA, 1978). Quando associado à gessagem o esterco de curral é benéfico na diminuição do sódio trocável de um solo salino sódico (HOLANDA et al., 1998). Assim, o uso de condicionadores orgânicos como casca de arroz, esterco de curral, reduziram a quantidade de sódio trocável do solo (GOMES et al., 2000)

O uso de materiais orgânicos em suas diversas formas (esterco, adubação verde, palha de arroz), objetivando a recuperação de áreas com problemas de sódio trocável, também tem sido uma prática de relativa eficiência (SILVA, 1978). Holanda et al. (1998) constataram que o esterco de curral foi benéfico na redução do sódio

trocável de um solo salino-sódico, principalmente quando associado à subsolagem e à gessagem.

Segundo Freire & Freire (2007), condicionadores orgânicos (esterco de curral, casca de arroz e vinhaça) também podem contribuir na redução da percentagem de sódio trocável (PST) devido, possivelmente à liberação de CO_2 e ácidos orgânicos durante a decomposição da matéria orgânica, além de atuarem como fontes de cálcio e magnésio, em detrimento do sódio.

Considerado floculante entre os componentes do solo, a matéria orgânica, age de forma positiva nas propriedades químicas e físicas do solo, melhorando a condutividade e infiltração hidráulica no solo e a CTC. Promovendo considerável cooptação das partículas do solo, diminuindo a dispersão ocasionada pelo sódio. (FREIRE & FREIRE, 2007).

Uma vez que colocados ou incorporados à superfície dos solos, os resíduos de culturas, apresentam melhoria na estabilização dos solos, de modo a agilizar a permeabilidade e infiltração da água nos solos sódicos e com RAS elevada. O resultado dos resíduos é temporário por apresentar alta taxa de decomposição, necessitando de frequentes reposições (AYERS & WESTCOT, 1999).

Nesta perspectiva, a matéria orgânica deve ser avaliada enquanto respeitável maneira mitigadora em regiões que apresentam clima semiárido, devendo ser aproveitada de forma preventiva, pois seu uso acarreta em benefícios inúmeros as propriedades dos solos cultivados. É válido destacar que seu custo e aquisição, confrontados aos corretivos químicos, aparecem enquanto vantagem e benefício para seu uso, essencialmente para os produtores menores e menos favorecidos.

2.3.2 Uso de gesso na recuperação de solos salino-sódicos

Por apresentar baixo custo e relativa abundância com que é encontrado em várias partes do mundo, o gesso é o corretivo mais utilizado para recuperação de solos sódicos e salino-sódicos (BARROS, 2005).

O gesso geralmente, ocorre na forma dihidratada ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), embora a semi-hidratada ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$) e a anidra (CaSO_4) sejam também encontradas naturalmente. Os depósitos de gesso podem apresentar impurezas de carbonatos

de cálcio e magnésio, sais de sulfato, assim como óxidos de cálcio, de magnésio e de ferro (RIBEIRO et al., 2009).

O método da determinação da necessidade de gesso descrito e recomendado como padrão pela EMBRAPA (1997) é a metodologia de Schoonover (1952). Entretanto, Barros e Magalhães (1989), citam que os sais solúveis, cálcio e magnésio presentes no solo interferem na determinação da necessidade de gesso utilizando o método de Schoonover. Os autores sugerem que esta interferência seja eliminada, determinando a concentração de cálcio e magnésio extraído com água, sendo esse valor subtraído da concentração de cálcio + magnésio determinada pela metodologia de Schoonover (VASCONCELOS, 2012).

A eficiência do gesso como corretivo é dependente da dissolução. Alguns dos fatores que influenciam a taxa de dissolução do gesso no solo são a granulometria das partículas do gesso e o método de aplicação do corretivo (BARROS, 2005). Assim, quanto menor for o diâmetro da partícula do corretivo maior será sua solubilidade, porque a área de contato das partículas com a água será maior, aumentando a sua solubilidade e reatividade, reduzindo o tempo requerido para recuperação (VASCONCELOS, 2012).

Estudos realizados por Zia et al. (2007), constataram que a incorporação de gesso no solo, é mais eficiente na correção da sodicidade do que colocado na superfície do solo, isso se deve por uma maior solubilização do gesso incorporado, aumentando assim a eficiência da substituição do sódio trocável.

Vasconcelos et al., (2013), trabalhando com solos salino-sódicos, observaram que, com a aplicação de gesso ocorreu a substituição do sódio pelo cálcio no complexo de troca favorecendo, assim, o aumento na agregação das partículas primárias do solo resultando no aumento da taxa de infiltração dos solos.

Na Paraíba, estudos para a recuperação de solo salino-sódico utilizando a metodologia descrita por Barros & Magalhães (1989), Santos (1995) observaram que a incorporação do gesso nas doses equivalentes a 50% e 100% da necessidade gesso (NG) foi eficiente na eliminação do excesso de sais e de sódio trocável. Segundo o autor, faz-se necessário o ajustamento dos teores iônicos de Cálcio + Magnésio e Potássio do solo em relação aos nutrientes exigidos pelas plantas para que a produção agrícola não seja afetada.

Barros et al. (2009), trabalhando com solos salino-sódicos de Custódia-PE, relataram que o cálcio advindo do gesso incorporado ao solo substituiu o sódio no complexo sortivo corrigiu a PST para valores inferiores a 15%.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Área Experimental

Esta pesquisa foi constituída de um experimento conduzido durante os meses de Abril a Junho do ano de 2014, sob condições de ambiente protegido pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFCG), cidade de Pombal, PB, cujas coordenadas geográficas locais são 6°48'16" de latitude S e 37°49'15" de longitude W e altitude média de 144 m.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Foram testados 2 fatores, distribuídos em delineamento em blocos casualizados, analisados em esquema fatorial 5 x 4 com três repetições, correspondendo a um total de sessenta unidades experimentais. Os tratamentos foram compostos a partir da combinação do fator solos com distintas percentagens de sódio trocável, sendo estas S₁ – 13,6; S₂ – 22,4; S₃ – 30,1; S₄ – 39,0 e S₅ – 48,0%, e o fator doses de esterco bovino, sendo 0; 5; 10 e 15% em base do volume do solo.

3.3 Cultura estudada

Foi estudada a cultura do algodão (*Gossypium hirsutum*) cultivar BRS Topázio, que, conforme Embrapa Algodão (2010) é uma cultivar de fibra de coloração marrom claro e uniforme com altura média de 116 cm. Ela tem a vantagem de possuir alto rendimento de fibra (43,5% em média), e comprimento médio de 30,4 mm em ensaios conduzidos no Nordeste. Possui produtividade média de 2.800 kg.ha⁻¹. Recomenda-se o seu cultivo, preferencialmente, na região Nordeste, onde praticamente não há ocorrência de enfermidades.

3.4 Condução do Experimento

Foram utilizados para o semeio e condução das plantas, recipientes plásticos de 12 L de capacidade (Figura 1), preenchidos com 1 kg de brita (nº zero) seguida de 1 kg de areia para facilitar a drenagem, posteriormente foram adicionados 12 kg de material de solo sódico proveniente do município de Sousa – PB, cujas características físico-químicas estão apresentadas no Apêndice 1. Cada vaso possui um furo na base para permitir a drenagem e, abaixo do mesmo, um microtubo (1 cm de diâmetro) conectando sua base a uma garrafa plástica (PET de 2L de capacidade) para acompanhamento do volume de água drenado, visando estimativa do consumo de água pela planta. Durante o período experimental, o solo foi mantido com umidade próxima da capacidade de campo.



Figura 1: disposição dos lisímetros na área experimental. Pombal, PB, 2014.

As distintas doses de esterco foram colocadas no momento do preenchimento do vaso, sendo incorporado ao solo 0, 5, 10 e 15% em base do volume do solo. Sendo utilizado esterco bovino curtido.

A semeadura foi realizada em 21 de Abril de 2014, colocando-se oito sementes por lisímetro a uma profundidade de 0,02 m e distribuídas em forma equidistantes. A emergência das plântulas teve início no quarto dia após o semeio

(DAS) e continuou até o nono dia, sendo realizados três desbastes, aos 21, 32 e 44 DAS. As plantas eliminadas foram pesadas para obter a matéria fresca da parte aérea e depois colocadas em estufa de circulação e renovação de ar a 65°C por 48 horas para determinar a massa e seca da parte aérea.



Figura 2: Visão geral do experimento aos 32 DAS. Pombal, PB, 2014.

A adubação nitrogenada foi realizada em três parcelas, sendo aplicadas em intervalo de sete dias, aos 25, 33 e 41 DAS, sendo utilizada 0,44g de ureia por vaso a cada adubação, totalizando por vaso 1,32g e, por bloco 8,88g de ureia em 3,6 litros de água, de acordo com a análise química do solo e seguindo a necessidade nutricional da planta para condição de ambiente protegido.

O controle fitossanitário foi realizado aos 16, 32 e 41 DAS, utilizando o inseticida dimetoato na concentração de 1,5 ml/L para controle de mosca branca. As pulverizações foram realizadas no período da manhã e no fim da tarde, como forma de amenizar a ocorrência de morte de insetos polinizadores. Outros tratamentos culturais também foram realizados durante a condução resumindo-se na eliminação manual de plantas daninhas, tutoramento das plantas e escarificação superficial do solo.

3.5 Preparo do solo com distintas Percentagens de Sódio Trocável

Os solos com distintas PST foram obtidos a partir de um solo sódico (PST igual a 89,95%) coletado à profundidade de 0-30 cm, devidamente destorroado e proveniente de São Gonçalo no município de Sousa, PB, cujas características físicas e químicas foram obtidas conforme metodologias recomendada por Claessen (1997). Na obtenção dos solos com distintas PST usou-se o gesso como corretivo onde inicialmente, o solo sódico foi destorroado e peneirado e misturado com quantidades de gesso pré-definidas. A quantidade de gesso a ser adicionada para a obtenção da PST requerida, foi definida a partir da fórmula de Pizzarro (1978) sendo:

$$Dg = ((PSTi - PSTf) * CTC * pe * h * ds) / 100.$$

em que, Dg: Dose teórica de corretivo, kg/ha^{-1} ; PSTi: percentagem de sódio trocável inicial, %; PSTf: percentagem de sódio trocável final desejada, %; CTC: capacidade de troca de cátions do solo; pe: peso equivalente do elemento ou composto usado como corretivo; h: profundidade do solo a ser recuperado (cm); ds: densidade global do solo, g/m^3 . Visando uma perfeita reação do gesso na recuperação do solo, inicialmente foi determinado a quantidade de água necessária para solubilizar o gesso e posteriormente cada volume de solo, em função das distintas PST que se pretendia obter, a mistura solo e gesso, foi colocados em tambores com 200 L de capacidade, daí aplicou-se o volume de água pré-determinado e deixou-se incubado por um período de 40 dias.

3.6 Descrição das Variáveis Avaliadas

Realizaram-se inicialmente avaliações das variáveis de emergência, e aos 10 e 44 DAS, avaliou-se o efeito dos tratamentos sobre os componentes de crescimento, conforme as seguintes características:

3.6.1 Emergência

3.6.1.1 Percentagem de emergência (PE) e Índice de velocidade emergência (IVE)

Para estimar a percentagem de emergência – PE (número de plântulas emergidas em relação ao número de sementes semeadas) foi realizada a contagem diária do número de plântulas emergidas, de 21 à 29 de abril, usando como critério o surgimento do epicótilo na superfície do vaso, até o 9 DAS. Nessa mesma data avaliou-se Índice de Velocidade de Emergência (IVE) conforme Vieira & Carvalho (1994), conforme Equação:

$$\text{IVE (plântulas dia}^{-1}\text{)} = \frac{\Sigma_1}{N_1} + \frac{\Sigma_2}{N_2} + \dots + \frac{\Sigma_n}{N_n}$$

em que $\Sigma_1, \Sigma_2, \dots, \Sigma_n$ representam os números de plântulas emergidas, computadas na primeira, segunda e última contagem, N_1, N_2, \dots, N_n são os números de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem, respectivamente.

3.6.2 Variáveis de crescimento

3.6.2.1 Número de folhas (NF)

Na contagem das folhas foi considerado que as mesmas se apresentassem totalmente expandidas, com comprimento no mínimo de 2 cm e com no mínimo 50% de sua área fotossinteticamente ativa, determinada visualmente, essa foi mensuradas aos 10 e 44 DAS.

3.6.2.2 Altura de planta (AP)

Na determinação da altura de planta foi utilizada uma régua graduada, adotando-se a distância entre o colo da planta ao ápice, onde esta foi mensurada em cm.

3.6.2.3 Diâmetro do caule (DC)

A avaliação do diâmetro caulinar foi realizado com um paquímetro digital, verificando-se, a 3 cm do colo da planta, o diâmetro medido em mm.

3.6.2.4 Área foliar (AF)

Na estimativa da área foliar da planta, foram tomadas medidas do comprimento da nervura principal de cada folha (cm), considerando apenas as folhas com comprimento mínimo de 2 cm e com no mínimo 50% de sua área fotossinteticamente ativa. A área foliar foi obtida de acordo com a metodologia de Grimes et al. (1969) a partir da equação:

$$Y = 0,4322x^{2,3002}$$

onde, Y= área foliar por folha e X= comprimento da nervura principal do algodoeiro.

3.6.2.5 Massa Fresca e Seca da Parte Aérea (MFPA e MSPA)

Para a avaliação da massa fresca e seca da parte aérea foram utilizadas as plantas desbastadas aos 44 dias após o semeio, as quais foram pesadas em balanças analíticas para obtenção da matéria fresca. Após pesadas, foram colocadas em estufas à temperatura de 65°C por 48 horas para obtenção da massa seca da parte aérea.

3.7 Análise estatística

As variáveis de crescimento, foram submetidas à análise de variância, com Teste F (1 e 5% de probabilidade) e estudos de regressão para os fatores diferentes percentagens de sódio trocável no solo e distintas doses de esterco bovino, utilizando o software estatístico Sisvar (Ferreira, 2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme resultados da análise de variância (Tabela 1), constata-se haver efeito significativo do fator doses de matéria orgânica (MO) sobre as variáveis percentagens de emergência e índice de velocidade de emergência. Em relação ao fator percentagem de sódio trocável (PST), assim como para interação entre os fatores (PST e MO), não se verifica haver efeito significativo sobre a PE e IVE.

As sementes são sensíveis aos efeitos da salinidade e, quando semeadas em soluções salinas, observa-se inicialmente uma diminuição na absorção de água (MUNNS et al., 2006). No entanto, no presente estudo, não constatou-se efeito significativo de solos com distintas PST sobre as componentes de emergência, o que denota tolerância da espécie ao sódio trocável, neste estágio de desenvolvimento. Outrossim, é possível que o substratos contendo biofertilizantes bovinos exerçam ação mitigadora dos sais, estimulando o ajustamento osmótico das sementes assim como, pode ser que este insumo favoreça o deslocamento de reservas dos cotilédones para os demais órgãos, reduzindo os efeitos adversos da salinidade sobre a emergência de plântulas (CAMPOS et al., 2009).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para percentagem de emergência (PE) e índice de velocidade de emergência (IVE) após a semeadura do algodoeiro cultivado em solo com distintas percentagens de sódio trocáveis (PST) e doses de matéria orgânica.

Fonte de Variação	Quadrado Médio	
	PE	IVE
PST (Na)	55,46 ^{ns}	0,001 ^{ns}
Reg. Linear	5,00 ^{ns}	0,002 ^{ns}
Reg. Quadrática	109,29 ^{ns}	0,001 ^{ns}
Material Org. (MO)	709,48 [*]	0,006 [*]
Reg. Linear	2056,7 ^{**}	0,010 [*]
Reg. Quadrática	71,50 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Interação(Na x MO)	262,59 ^{ns}	0,002 ^{ns}
Bloco	182,80 ^{ns}	0,005 ^{ns}
CV (%)	21,68	28,00

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

A percentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência do algodoeiro foram afetados de forma positiva pelo aumento das doses de esterco bovino e conforme equações de regressão constata-se incremento linear na ordem de 1,8% na PE (Figura 3A) e 1,3% no IVE (Figura 3B) por aumento unitário da dose de matéria orgânica aplicada, ou seja, quando se aplicou 15% de matéria orgânica ao solo, houve acréscimo de 27,0% na PE e 19,7% no IVE, em relação aos tratamentos que não receberam insumo. A aplicação de materiais orgânicos, além de melhorar a estrutura do solo reduz a formação de crosta na superfície, o que implica melhor taxa de infiltração e respiração e desta forma, melhor desempenho das componentes de emergência e crescimento das plântulas (SILVA et al., 2008). Diferentemente, Santos et al. (2005) em estudo com solo sódico sob aplicação de doses (0 e 20 t ha) de material orgânico (composto de lixo urbano), não constataram efeito significativo sobre o PE do algodoeiro herbáceo cv. CNPA-7H, evidenciando que genótipos de mesma espécie podem apresentar comportamento diferenciado.

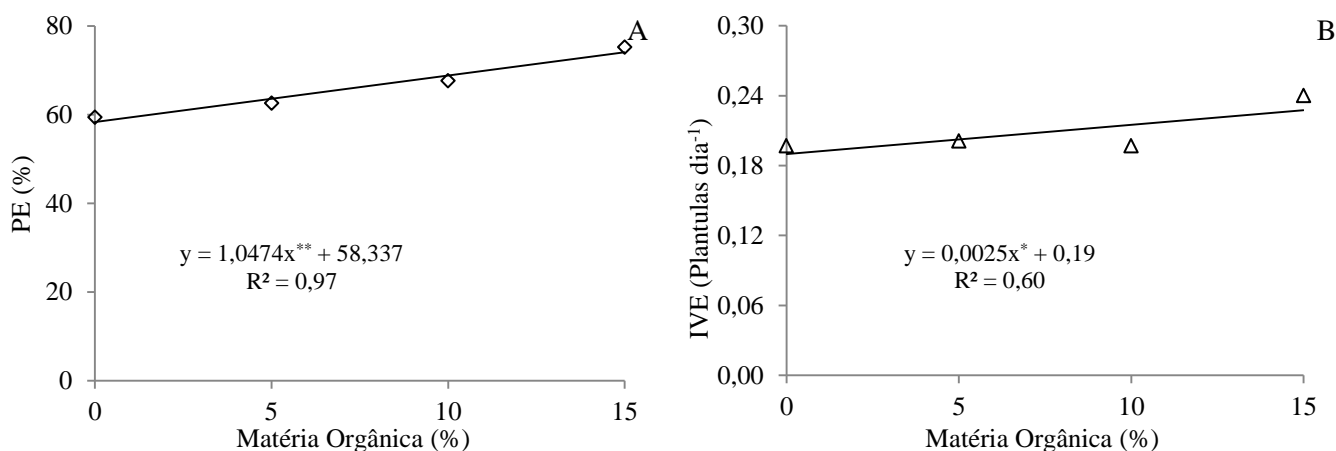


Figura 3. Percentagem de emergência - PE (A) e Índice de velocidade de emergência - IVE (B) do algodoeiro cv. BRS Topázio, em função de doses de matéria orgânica.

Verifica-se com base nos resultados da análise de variância (Tabela 2) haver efeito significativo da interação entre os fatores (PST e MO) sobre o número de folhas (NF) aos 44 DAS, altura de plantas (AP) e diâmetro de caule aos 10 DAS; em relação aos fatores percentagem de sódio trocável e doses de matéria orgânica, constata-se que houve efeito significativo sobre a AP e o DC aos 44 dias após o semeio.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC) aos 10 e 44 dias após a semeadura do algodoeiro cultivado em solo com distintas percentagens de sódio trocáveis (PST) e doses de matéria orgânica.

Fonte de Variação	Quadrado Médio					
	NF		AP (cm)		DC (mm)	
	10	44	10	44	10	44
PST (Na)	0,00 ^{ns}	20,40 [*]	7,85 [*]	400,25 [*]	0,008 ^{ns}	1,81 [*]
Reg. Linear	0,00 ^{ns}	5,20 ^{ns}	12,16 [*]	552,55 [*]	0,00004 ^{ns}	1,24 ^{**}
Reg. Quadrática	0,00 ^{ns}	53,72 [*]	17,61 [*]	786,50 [*]	0,01 ^{ns}	4,66 [*]
Material Org. (MO)	0,00 ^{ns}	17,44 [*]	4,21 [*]	334,38 [*]	0,10 [*]	3,15 [*]
Reg. Linear	0,00 ^{ns}	51,25 [*]	8,03 [*]	589,40 [*]	0,31 [*]	8,00 [*]
Reg. Quadrática	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,66 ^{ns}	155,20 ^{**}	0,001 ^{ns}	0,72 ^{**}
Interação(Na x MO)	0,00 ^{ns}	5,33 ^{**}	1,40 [*]	20,57 ^{ns}	0,06 [*]	0,27 ^{ns}
Bloco	0,00 [*]	3,15 ^{ns}	1,84 ^{**}	47,51 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,05 ^{ns}
CV (%)	10,00	16,24	11,29	12,70	8,70	10,03

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

Constata-se na Tabela 2 que a interação entre a percentagem de sódio trocável e doses de matéria orgânica promoveu efeito significativo ($p < 0,01$) sobre o número de folhas do algodoeiro apenas aos 44 DAS e, de acordo com as equações de regressão (Figura 4), vê-se resposta quadrática das plantas sob doses de matéria orgânica de 0; 5 e 15% indicando que os maiores valores de NF (10,7; 11,0 e 13,6) foram obtidos, respectivamente, com PST de 27; 30 e 29%, ou seja, em solo sódico a medida em que se aumentou o fornecimento de esterco bovino houve incremento no NF, resultado esse que pode ser atribuído ao nitrogênio presente no esterco e às funções do mesmo nas plantas, uma vez que desempenha função estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal, além do que, estudos têm demonstrado que o acúmulo desses solutos orgânicos eleva a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade, e aumenta a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino (SILVA et al., 2008). Em

relação às plantas submetidas a 10% de esterco bovino não houve efeito significativo tendo as mesmas apresentado número médio de folhas igual a 10,5.

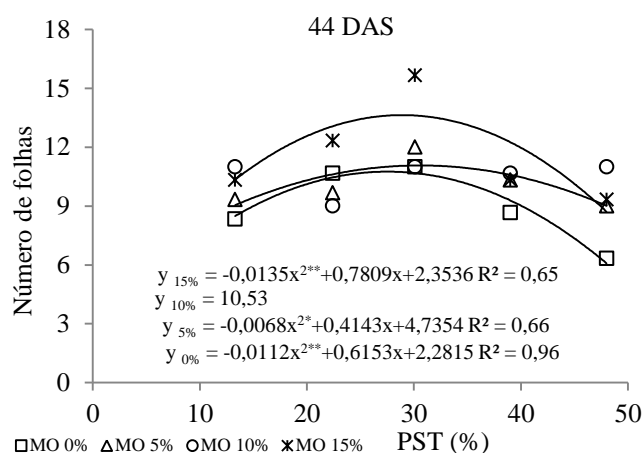


Figura 4. Número de folhas por planta de algodoeiro cv. BRS Topázio em função da interação entre percentagem de sódio trocável – PST e doses de matéria orgânica aos 44 dias após o semeio – DAS.

A altura de planta foi influenciada significativamente ($p < 0,05$) pela interação entre fatores (PST x MO) apenas aos 10 DAS e conforme equações de regressão (Figura 5A) houve comportamento quadrático da AP do algodoeiro quando submetidos a doses de matéria orgânica de 5; 10 e 15% onde nota-se, respectivamente, que as maiores AP (8,4; 6,7 e 7,2 cm) foram obtidos, respectivamente, com PST de 28; 32 e 28%. Vê-se que assim como constatado para o NF, a altura das plantas de algodoeiro aumentou quando as plantas estavam sob PST de até 30%, havendo decréscimo a partir desse valor até a PST de 48%; isso confirma a citação de Maas e Hoffman (1977), que enfocaram que o algodoeiro sobrevive a uma PST de 40 a 60%. Quando o algodoeiro não recebeu MO (0%). O comportamento das plantas foi linear havendo decréscimo na ordem de 0,84% por aumento unitário da PST, com isso, verifica-se a importância da aplicação de matéria orgânica em solos de caráter sódico, pois se constata que à medida que se aplicou esterco bovino houve crescimento na AP do algodoeiro, mesmo sob PST média de até 30%.

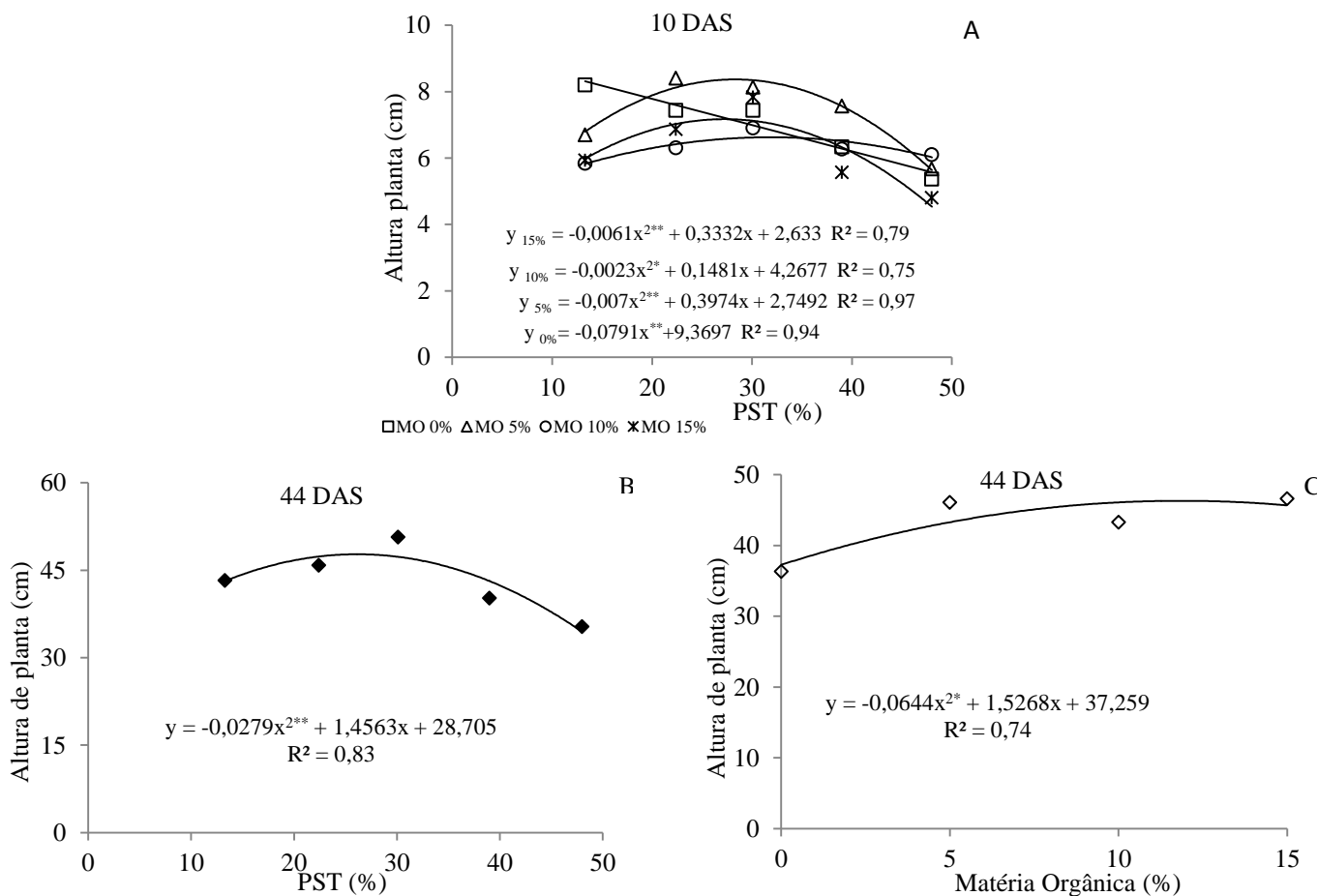


Figura 5. Altura de planta de algodoeiro cv. BRS Topázio em função da interação entre percentagem de sódio trocável – PST e doses de matéria orgânica aos 10 dias após o semeio - DAS (A), da PST aos 44 DAS (B) e doses de matéria orgânica aos 44 DAS (C)

Aos 44 DAS à altura de planta sofreu influência significativa ($p < 0,05$) da percentagem de sódio trocável e conforme a equação de regressão (Figura 5B) houve resposta quadrática, onde nota-se que a maior AP (47,71 cm) foi obtida com a PST de 27%. Vasconcelos (1990) em estudos com diversas cultivares de algodoeiro constatou que em média a altura de plantas de algodoeiro obteve resultados mais expressivos sob PST variando de 7 a 17%, o que conforme o presente estudo, constata-se ser a cv. BRS Topázio, mais tolerante ao sódio trocável.

O fator doses de matéria orgânica também exerceu influência significativa ($p < 0,05$) sobre a altura de planta aos 44 DAS e segundo a equação de regressão (Figura 5C) a maior AP (46,31 cm) foi obtida quando as plantas foram submetidas a dose de 12% de esterco bovino. Além dos efeitos promovidos na estruturação física

do solo, o esterco bovino misturado ao substrato forma uma camada de impedimento às perdas elevadas de água por evaporação, o que possibilita às células vegetais permanecerem túrgidas por mais tempo em relação às plantas que não receberam o insumo. A utilização de adubos orgânicos de origem animal se torna prática útil e econômica para os pequenos e médios produtores, uma vez que favorece a melhoria na fertilidade e na conservação do solo (GALVÃO et al., 1999).

Assim com o ocorrido para a variável AP, o diâmetro do caule do algodoeiro BRS Topázio foi afetado significativamente pela interação entre os fatores (PST x MO) aos 10 DAS e conforme equações de regressão (Figura 6A) houve comportamento linear quando da exposição das plantas a doses de 0% e 10% de esterco bovino e quadrático para a dose de 5%. As plantas sob 0% de MO tiveram decréscimo no DC na ordem de 3,28% por aumento unitário da PST e quando foram adubadas com 10% de MO tiveram incremento de 0,46% por aumento unitário da PST. Já quando as plantas estavam em solo com 5% de MO o maior DC (1,87 mm) foi obtido sob PST de 33%, ou seja, denota-se que o fornecimento de esterco bovino ao solo promove maior tolerância das plantas ao sódio trocável. Segundo Hoffmann et al. (2001) os principais benefícios do uso de esterco animal são: melhorias nas propriedades físicas do solo e no fornecimento de nutrientes, aumento no teor de matéria orgânica, melhorando a infiltração da água no solo como também aumento da capacidade de troca de cátions.

Aos 44 DAS houve efeito quadrático significativo ($p < 0,05$) do fator PST sobre o diâmetro do caule cuja maior DC (5,14 mm) foi obtido quando da exposição das plantas a solo com PST de 27%, e o menos DC (4,19 mm) foi obtido com PST de 48% (Figura 6B). Em relação às doses de matéria orgânica, para o mesmo período de avaliação, observa-se conforme equação de regressão (Figura 6C) resposta significativa ($p < 0,05$), ocorrendo crescimento linear de 1,5% por aumento unitário na dose de esterco bovino aplicado, ou seja, as plantas quando estavam em solo com 15% de MO apresentaram acréscimo no DC na ordem de 21,8% em comparação as plantas que não receberam dose de MO. O esterco bovino teve importância fundamental no NF, AP e DC de plantas de algodoeiro BRS Topázio, pois de acordo com Canellas et al. (2000) a matéria orgânica através das trocas iônicas, favorece o suprimento de nutrientes às plantas, a ciclagem de nutrientes e a

fertilidade do solo, fatores estes que tendem a contribuir com o crescimento e desenvolvimento das plantas.

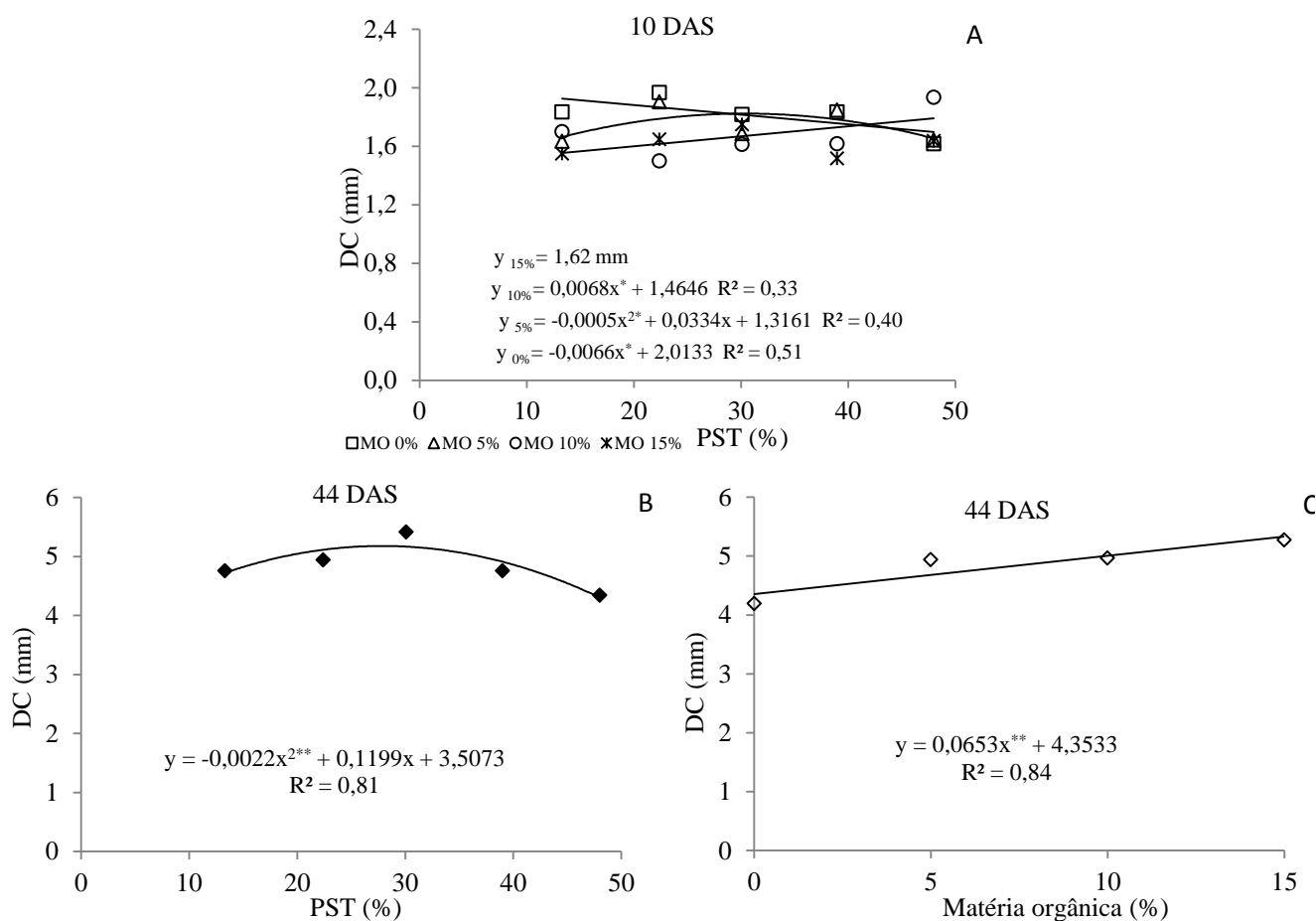


Figura 6. Diâmetro de caule (DC) de planta de algodoeiro cv. BRS Topázio em função da interação entre percentagem de sódio trocável – PST e doses de matéria orgânica aos 10 dias após o semeio - DAS (A), da PST aos 44 DAS (B) e doses de matéria orgânica aos 44 DAS (C).

Observa-se nos resultados da análise de variância dos dados (Tabela 3) haver efeito significativo da interação entre os fatores (percentagem de sódio trocável e doses de matéria orgânica) sobre a área foliar do algodoeiro aos 10 e 44 DAS; e efeito significativo ($p < 0,01$) dos fatores isolados PST e MO sobre as variáveis fitomassa fresca e seca da parte aérea do algodoeiro BRS Topázio, aos 44 DAS.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para Área Foliar (AF) aos 10 e 44 dias após a semeadura (DAS) e, Fitomassa Fresca (FFPA) e Seca da Parte Aérea (FSPA) do algodoeiro aos 44 DAS, cultivado em solo com distintas percentagens de sódio trocáveis (PST) e doses de matéria orgânica (MO).

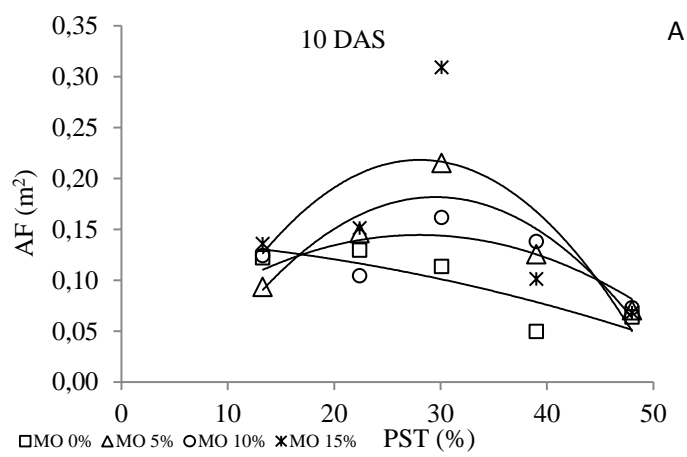
Fonte de Variação	Quadrado Médio			
	AF (cm)		FFPA (g)	FSPA (g)
	10	44	44	44
PST (Na)	0,02*	202,27*	96,59**	666**
Reg. Linear	0,02*	22,34 ^{ns}	31,05*	3,22*
Reg. Quadrática	0,05*	749,06*	313,48**	19,44**
Material Org. (MO)	0,008*	548,05*	82,17**	3,92**
Reg. Linear	0,01*	1567,92*	160,95**	10,35**
Reg. Quadrática	0,00 ^{ns}	34,24 ^{ns}	58,45*	1,02 ^{ns}
Interação(Na x MO)	0,004**	63,45**	10,08 ^{ns}	0,77 ^{ns}
Bloco	0,002 ^{ns}	117,00**	25,68 ^{ns}	1,13 ^{ns}
CV (%)	34,67	24,73	25,05	33,62

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

A área foliar do algodoeiro foi influenciada significativamente ($p < 0,01$) pela interação entre fatores (PST x MO) e conforme equações de regressão (Figura 7A) houve comportamento quadrático da AF quando submetidos a doses de matéria orgânica de 0; 5; 10 e 15% onde verifica-se, respectivamente, na avaliação realizada aos 10 DAS, que as maiores AF (0,129; 0,230; 0,117 e 0,237 m²) foram obtidas respectivamente, com PST de 14; 34; 22 e 30%. Aos 44 DAS à área foliar também foi influenciado significativamente ($p < 0,01$) pela interação (PST x MO) e de acordo com as equações de regressão (Figura 7B) houve comportamento quadrático da AF quando submetidos a doses de matéria orgânica de 0; 5; 10 e 15% onde vê-se, respectivamente, que os maiores valores de área foliar (19,44; 25,01; 28,01 e 32,33 m²) foram obtidas respectivamente, sob percentagem de sódio trocável de 26; 30; 38 e 28%.

Assim como constatado para as outras variáveis citadas anteriormente, observa-se que as plantas quando cultivadas em solo sódico com adição de matéria orgânica (esterco bovino), tiveram resultado mais expressivo em comparação as que não receberam esterco. Outrossim, nota-se que o algodoeiro BRS Topázio cultivado em solo de caráter sódico, até a fase que antecede a emissão da inflorescência (44

DAS) tolera PST média de 32%, desde que sendo adicionado esterco bovino curtido ao material de solo. O esterco bovino usado como matéria orgânica proporciona efeitos positivos diretos no solo, como a diminuição da compactação, aumento na retenção de água, melhor estruturação do solo e maior eficiência do uso de fertilizantes (NARDI et al.,2002) assim como, denota-se que o uso de matéria orgânica atenua os efeitos dos sais, principalmente o sódio, como constatado neste experimento.



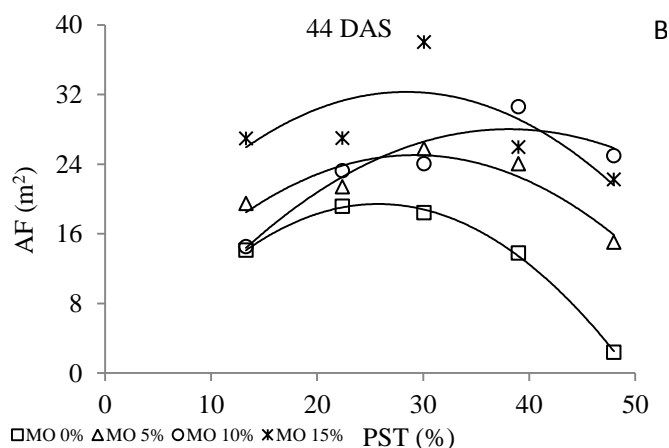
Equações de regressão - Figura A

$$y_{0\%} = -3E-05x^{2*} - 0,0005x + 0,1419 \quad R^2 = 0,74$$

$$y_{5\%} = -0,0003x^{2**} + 0,0205x - 0,1203 \quad R^2 = 0,83$$

$$y_{10\%} = -0,0002x^{2*} + 0,0088x + 0,0206 \quad R^2 = 0,56$$

$$y_{15\%} = -0,0004x^{2**} + 0,0237x - 0,1136 \quad R^2 = 0,53$$



Equações de regressão - Figura B

$$y_{0\%} = -0,0342x^{2**} + 1,7624x - 3,2682 \quad R^2 = 0,99$$

$$y_{5\%} = -0,026x^{2*} + 1,5171x + 2,8925 \quad R^2 = 0,85$$

$$y_{10\%} = -0,0222x^{2**} + 1,6904x - 4,1722 \quad R^2 = 0,89$$

$$y_{15\%} = -0,0279x^{2*} + 1,5865x + 9,7834 \quad R^2 = 0,54$$

Figura 7. Área foliar de planta de algodoeiro cv. BRS Topázio, em função da interação entre percentagem de sódio trocável – PST e doses de matéria orgânica aos 10 dias após o semeio – DAS (A) e aos 44 DAS (B).

A fitomassa fresca e seca do algodoeiro aos 44 DAS foi afetada significativamente pelos distintos níveis de PST e de acordo com as equações de regressão o vê-se melhor ajuste dos dados ao modelo quadrático indicando que a maior FFPA, igual a 14,49 g (Figura 8A) e FSPA de 3,26 g (Figura 9A) foram obtidas

em plantas cultivadas em solo com PST de 30%. Outrossim, os menores valores de FFPA (8,03 g) e FSPA (1,60%) foram obtidas em PST de 48%. Conforme análise das distintas variáveis de crescimento (NF, AP, DC, AF, FFPA e FSPA) do algodoeiro BRS Topázio, sob cultivo em solo sódico, até a fase que antecede o início da floração (44 DAS), denota-se ser a cultura tolerante a percentagens de sódio trocável até o nível médio de 30%, devido ser neste nível onde a cultura apresentou os melhores resultados.

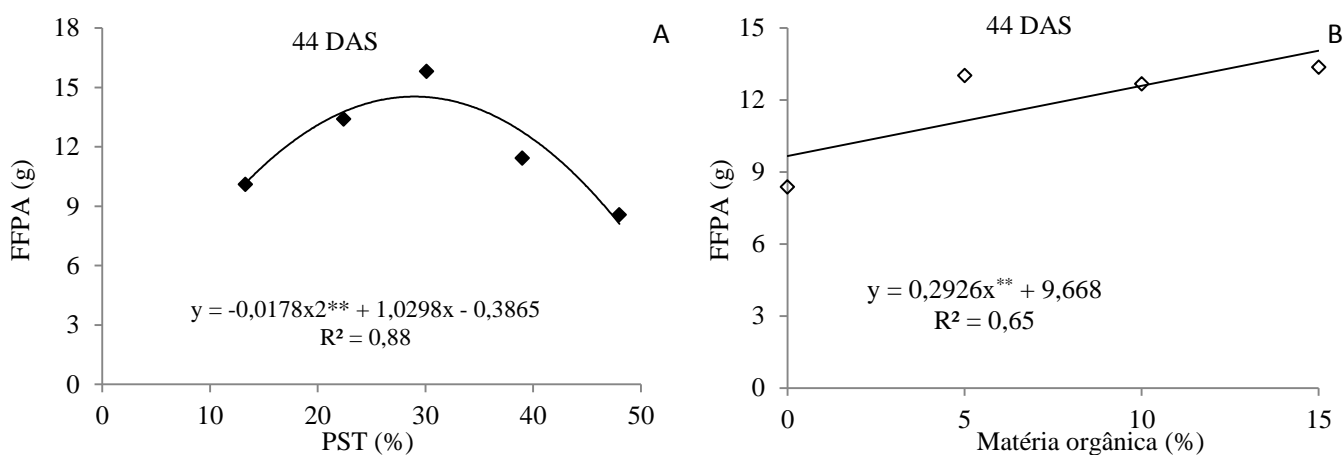


Figura 8. Fitomassa fresca da parte aérea (FFPA) de plantas de algodoeiro cv. BRS Topázio em função da percentagem de sódio trocável – PST (A) e doses de matéria orgânica (B) aos 44 dias após o semeio – DAS.

Em relação ao fator doses de matéria orgânica, constata-se a partir das equações de regressão, e segundo o modelo linear, a ocorrência de acréscimos na FFPA de 3,03% (Figura 8B) e na FSPA de 3,64% (Figura 9B) por aumento unitário da dose de matéria orgânica aplicada, ou seja, acréscimo da FFPA de 45,5% e da FSPA de 54,6% nas plantas sob doses de esterco bovino de 15% em relação à testemunha. Ou seja, denota-se que a aplicação de esterco bovino curtido e/ou outro tipo de matéria orgânica, em solos de caráter sódico, ser essencial, pois estes promovem melhoria na estrutura do solo, no suprimento de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo (MENEZES & SALCEDO, 2007) além de maior aeração e disponibilidade de água para as plantas.

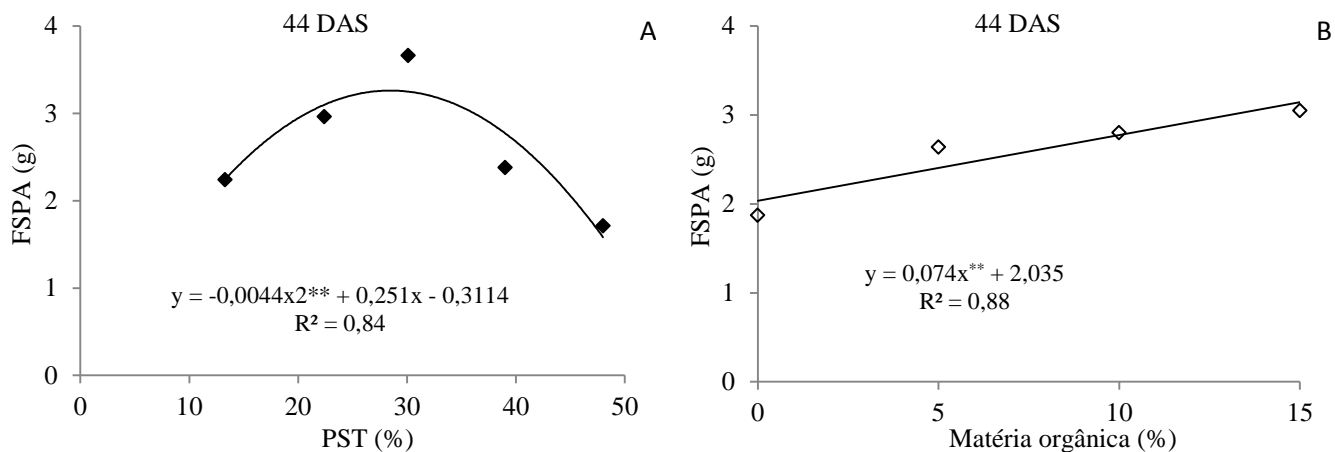


Figura 9. Fitomassa seca da parte aérea (FSPA) de plantas de algodoeiro cv. BRS Topázio em função da percentagem de sódio trocável – PST (A) e doses de matéria orgânica (B) aos 44 dias após o semeio – DAS.

5 CONCLUSÕES

- Solos com percentagem de sódio trocável variando de 13,3 a 48,0% não interferem nos componentes de emergência nem no número de folhas do algodoeiro cv. BRS Topázio aos 10 dias após o semeio;
- No período que antecede a floração do algodoeiro cv. BRS Topázio a percentagem de sódio trocável variando de 27 a 30% promove maior altura de planta, diâmetro de caule e a fitomassa fresca e seca da parte aérea;
- Doses crescentes de matéria orgânica promovem maior percentagem de emergência e índice de velocidade de emergência e, aos 44 dias após o semeio a altura de planta, o diâmetro de caule e a fitomassa fresca e seca da parte aérea do algodoeiro;
- Doses crescentes de matéria orgânica atenuaram o efeito do sódio trocável até a percentagem média de 30% sobre o número de folhas, altura de planta, diâmetro de caule e a área foliar do algodoeiro aos 10 DAS; e PST média 28,5% e 34,0% respectivamente, sobre o número de folhas e a área foliar aos 44 DAS.

REFERÊNCIAS

AYERS, R.S. & WESTCOT, D.W. A Qualidade da Água na Agricultura. 2a ed. Trad. GHEYI, H. R; MEDEIROS, J. F; DAMASCENO, F.A.V. Campina Grande. UFPB, 1999. 218p. **Estudos FAO: Irrigação e drenagem**, 29.

BARROS, M. F. C.; MAGALHÃES, A. F. Avaliações de métodos de determinação da necessidade de gesso em solos Salino-sódicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.13: p. 119-123, 1989.

BARROS, M. F. C. **Recuperação de solos salino-sódicos pelo uso de gesso de jazida e calcário**. 2001, 118p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

BARROS, M. de F. C.; FONTES, M. P. F.; ALVAREZ, V. H.; RUIZ, H. A. Recuperação de solos afetados por sais pela aplicação de gesso de jazida e calcário no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.1, p.59-64, 2004.

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**, v.9, p.320-326, 2005.

BARROS, M. de F. C.; BEBÉ, F. V.; SANTOS, T. O. dos; CAMPOS, M. C. C. Influencia da aplicação de gesso para correção de um solo salino-sódico cultivado com feijão caupi, v.9, n.1, 2009.

BATISTA, M. J.; NOVAES, F.; SANTOS, D. G.; SUGUINO, H. H. Drenagem como instrumentos de dessalinização e prevenção da salinização de solos. Brasília: CODEVASF, 2002. 216p.

BELTRÃO, N. E. M. **Breve História do Algodão no Nordeste do Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003 . 17p. (Embrapa Algodão. Documentos, 117).

BELTRÃO, N.E. de M.; CARVALHO, L.P. de. **Algodão colorido no Brasil**, e em particular no Nordeste e no Estado da Paraíba, Campina Grande: **Embrapa Algodão**, 2004. 18p. (Documentos, 128).

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. N. 11 Décimo Primeiro Levantamento. V. 1 – safra 2013/2014, 2014.

CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L.F.; RODOLFO JÚNIOR, F.; SOUSA, G.G.; MOTA, J.K.M. Crescimento inicial da mamoneira submetido à irrigação com água salina e biofertilizante bovino. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 21, p. 40-47, 2009.

CAMPO, Notícias do. Cresce a importância do algodão colorido para agricultores do nordeste. São Paulo: 2012. Disponível em:

<http://www.nordeste rural.com.br/nordeste rural/matLer.asp?newsId=9269>. Acesso em 14/08/2014.

CORDEIRO, G.G.; BARRETO, A. N.; CARVAJAL, A.C.N. **Levantamento das condições de salinidade e sodicidade do Projeto de irrigação de São Gonçalo (2ª parte)**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1988. 57p. (Documentos 54).

CARDOSO, Gleibson Dionízio ; ALVES, Pedro Luis da Costa Aguiar ; BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo ; VALE, Leandro Silva Do . Períodos de interferência das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida BRS Safira . **Revista Ciência Agrônômica** (UFC. Impresso), v. 41, p. 456-462, 2010.

CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, R. V. dos; FERREYRA F. F. H.; GHEYI, H. R.; DIAS, T. J. Recuperação de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura**. Fortaleza, INCT Sal, 2010. p. 472.

CAVALCANTE, L.F.; VIEIRA, M. da S.; SANTOS, A..F dos; OLIVEIRA, W.M. de; NASCIMENTO, J.A.M. do. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 1, p. 251-261, 2010.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

DANIEL, V.C. et al., **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.4, n.2, p. 321-333. 2011 - ISSN 1981-9951

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. SNLCS. Manual de Métodos de análises de solo. 2ª ed. Rio de Janeiro, 211p, 1997.

FERREIRA, D. F. **SISVAR 4.6 – Sistema de análise estatística**. Lavras: UFLA, P. 32, 2003.

FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J. Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais. In: NOAIS, R. F.; ALAREZ 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.

GALVÃO, J. C. C. et al. Adubação orgânica. **Revista Cultivar**, São Paulo, v. 2, n. 9, p. 38-41, 1999.

GHARAIBEH, M. A. et al. Reclamation of a calcareous saline-sodic soil using phosphoric acid and by-product gypsum. **Soil Use Management**, Londres, v. 26, n. 2, p. 141-148, 2010.

GOMES, E. M.; GHEYI, H. R.; SILVA, E. F. de Franca e. Melhorias nas propriedades químicas de um solo salino-sódico e rendimento de arroz, sob diferentes

tratamentos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.4, p. 355 – 361, 2000.

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

HASEGAWA PM, BRESSAN RA, ZHU JK & BOHNERT HJ. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, 51:463-499, 2000.

HOFFMANN, I.; GERLING, D.; KYIOGWOM, U. B.; MANÉ-BIELFELDT, A. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.86, n.3, p.263-275, 2001.

HOLANDA, J.S.; VITTI, G.C.; SALVIANO, A.A.C.; MEDEIROS, J.D.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 Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, n.3, p.387-394. 1998.

JALALI, M.; RANJBAR F. **Effects of sodic water on soil sodicity and nutrient leaching in poultry and sheep manure amended soils**. *Geoderma*, Amsterdam, v. 153, n. 1-2, p. 194-204, 2009.

LEITE, E. M. et al. Correção da sodicidade de dois solos irrigados em resposta à aplicação de gesso agrícola. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 2, p. 168-176, 2007.

LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R. L. V.; ALMEIDA, R. S.; MARHCESE, J. A. Produção de frutos de pimentão em diferentes condições salinas. **Revista Irriga** v.12, n.01, 2007.

LIMA, M. M. de.; AZEVEDO, C. A. V. de; BELTRÃO. N. E. de M.; DANTAS NETO, J.; GONÇALVES, C. B.; SANTOS, C. G. da F. Nitrogênio e promotor de crescimento: efeitos no crescimento e desenvolvimento do algodão colorido verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 624-628. 2006.

MCBRIDE MB (1995) **Environmental chemistry of soils**. New York, Oxford University Press. 416p.

MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.361-367, 2007.

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. Aproveitamento Sustentável de Aqüíferos Aluviais no Semiárido. IN: CABRAL, J. S. P.; FERREIRA, J. P. C. L.; MONTENEGRO, S. M. G.; COSTA, W. D. **Água Subterrânea: Aqüíferos Costeiros e Aluviões, Vulnerabilidade e Aproveitamento**. Tópicos especiais em Recursos Hídricos. Recife: ed. Universitária da UFPE, 2004. 447p.

MUNNS, R.; JAMES, R.A.; LÄUCHLI, A. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 57, p. 1025-1043, 2006.

MUNNS R.; **Comparative physiology of salt and water stress**. Plant, Cell and Environment, 25:239-250, 2002.

NARDI S; PIZZEGHELLO D; MUSCOLO A; VIANELLO A. Physiological effects of humic substance on higher plants. **Soil Biology & Biochemistry**, v.34, p.1527-1536, 2002.

PIZZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. Madrid: Editorial Agrícola Española, 1978. 521p.

QADIR, M.; OSTER, J.D.; SCHUBERT, S.; NOBLE, A.D. & SAHRAWAT, K.L. Phytoremediations of sodic and salinesodic soils. *Adv. Agron.*, 96:197-247, 2007.

RAIJ B van.; **Fertilidade do solo e adubação**. Campinas, Ceres. 346p, 1991.

RHOADES, J.D.; Kandian, A.; Mashali, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB. 2000. 117p. Estudos FAO Irrigação e drenagem, 48.

RIBEIRO, M.C.C.; MARQUES, M.B.; AMARO-FILHO, J. Efeito da salinidade na germinação de sementes de quatro cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n.1, p.281-284, 2001.

RIBEIRO, M.R.; FREIRE, F.J. & MONTENEGRO, A.A.A. Solos Halomórficos do Brasil: Ocorrência, Gênese, Classificação, Uso e Manejo Sustentável. In: CURI, N.; J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S. & ALVAREZ, V.H. **Tópicos em Ciência do Solo. Soc. Bras de Cic do Solo**. v. 3, Viçosa, 2003.

RIBEIRO, M. R.; Barros, M. F. C.; Freire, M. B. G. S. Química dos solos salinos e sódicos. In: Melo, V. F. & ALLEONI, L. R. **Química e mineralogia do solo, parte- II aplicações**. p.449- 484, 2009.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U.S. Department of Agriculture, 1954, 160p. Handbook 60.

SANTANA, J.C.F.; FREIRE, E.C.; VANDERLEY, M.J.R.; SANTANA, J.C.S.; ANDRADE, F.P.; ANDRADE, J.E. Qualidade e tecnologia da fibra do fio de linhagens de algodão de fibra colorida. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, v.3, n.3, p.195-200. 1999.

SANTOS, R. V. **Correção de um solo Salino-sódico e absorção de nutrientes pelo feijoeiro vinga (*vignaungiculata* (L) Wap)**. Tese de Doutorado, Solos e Nutrição de Plantas, USP, Piracicaba. p. 120, 1995.

SANTOS, M. de F. G.; OLIVEIRA, F. A. de; CAVALCANTE, L. F.; MEDEIROS, J. F. de; SOUZA, C. C. de. Solo sódico tratado com gesso agrícola, composto de lixo urbano e vinhaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, p. 307-313, 2005.

SCHOONOVER, W. R. **Examination of soils for alkali**. Berkeley: University of California. Extension Service, 1952. Mimeographed.

SILVA, M.J. **Efeito de diferentes métodos de recuperação num solo com problemas de sódio no Projeto de irrigação de São Gonçalo**. PB. Viçosa: UFRV, 1978. 54p.

SILVA, A. B. F.; FERNANDES, P. D.; GHEYI.; 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.

SOUSA, J. T.; LEITE, V.D. **Tratamento e utilização de esgotos domésticos na agricultura**. 1.ed. Campina Grande: EDUEP, 2002. 103p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TAVARES FILHO, A. N. et al. Incorporação de gesso para correção da salinidade e sodicidade de solos salino sódicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 247-252, 2012.

VASCONCELOS, M.F. de. Comportamento de cultivares do algodoeiro herbáceo sob diferentes percentagens de sódio trocável. 1990. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, 1990.

VASCONCELOS, R. R. A. de. **Eficiência da aplicação de níveis da necessidade de gesso na correção de solos salino-sódicos** – Recife, 2012.

VASCONCELOS, R. R. A. ; BARROS, M. F. C. ; SILVA, E. F. F. ; Graciano, E. S. A. ; FONTENELE, A. J. P. B. ; SILVA, N. M. L. . Características físicas de solos salino-sódicos do Semiárido pernambucano em função de diferentes níveis de gesso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** (Impresso), v. 14, p. 1318-1325, 2013.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP-FCAVJ, 1994. 164p.

WHITEMORE, J. **Saline and sodic soils**. USA, 1975, 7p. Mimeografado

ZHU, J.K. **Plant salt tolerance**. Trends Plant Sci., 6:66-71, 2001.

ZIA, M. H.; SABIR, S. M.; GHAFOR, A.; MURTAZA, G. Effectiveness of sulphuric acid and gypsum for the reclamation of a calcareous saline-sodic soil under four crop rotations. **Journal Agronomy & Crop Science**, v.193, p.262-269, 2007.