



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

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ALGODOEIRO DE FIBRA
COLORIDA EM SOLO COM DISTINTAS PST E ADUBAÇÃO
ORGÂNICA**

ADAAN SUDÁRIO DIAS

POMBAL-PB

2015

ADAAN SUDÁRIO DIAS

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ALGODOEIRO DE FIBRA
COLORIDA EM SOLO COM DISTINTAS PST E ADUBAÇÃO
ORGÂNICA**

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

2015

ADAAN SUDÁRIO DIAS

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ALGODOEIRO DE FIBRA
COLORIDA EM SOLO COM DISTINTAS PST E ADUBAÇÃO
ORGÂNICA**

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 12 de Fevereiro de 2015

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 – Prof. Dr. Josinaldo Lopes Araújo
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

POMBAL-PB

2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

D541c Dias, Adaan Sudário.

Crescimento e produção do algodoeiro de fibra colorida em solos com distintas PST e adubação orgânica / Adaan Sudário Dias. – Pombal, 2015. 45 f. : color.

Monografia (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologias Agroalimentar, 2015.

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

1. *Gossypium hirsutum* L.(algodão). 2. Sodicidade. 3. Esterco Bovino. I. Nobre, Reginaldo Gomes. II. Título.

CDU 33.511(043)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família e em especial minha mãe Maria Dias Trajano de Sousa e meu pai Antônio Sudário de Sousa, por sempre terem acreditado nos meus esforços e me apoiado nos momentos mais difíceis, ajudando-me sempre a seguir em frente independente de qual fossem às dificuldades que teria de passar para conquistar a vitória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade a mim concebida para seguir em frente na realização desse sonho.

Agradeço a meus pais Maria Dias Trajano de Sousa e Antônio Sudário de Sousa pelo apoio e esperança em mim depositados. **Amo Vocês!**

A todos os meus familiares que contribuíram para esta conquista.

Agradeço ao Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande pela oportunidade de realizar meu sonho em obter o grau de Bacharel em Agronomia.

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

A todos os meus professores, pois estes foram de suma importância para minha formação não só na condição de estudante, mas também como cidadão.

Aos meus colegas, Magaly, Wesley, Evandro e Leandro pela ajuda e contribuição para realização desse trabalho.

Agradeço em especial a **Maurício, Ana Gabriela, Saulo Frederico, Ariano, Alfredo, Breno e Jefferson Rolim**, amigos cativados nessa jornada.

E a todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho em especial meus amigos **Manoel Dionísio, Francisco Germiniano, Antônio Robenilton e Francisco Pereira** amigos inseparáveis os quais carregarei para sempre em meu coração.

Muito Obrigado!!!

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.....22
- Tabela 2** - Resumo da análise de variância para altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC) aos 55 e 75 DAS do algodoeiro cv. BRS Topázio cultivado em solo com distintas percentagens de sódio trocáveis (PST) e níveis de esterco bovino (MO)...27
- Tabela 3** - Resumo da análise de variância relativa à Fitomassa Fresca (FFPA) e Seca da Parte Aérea (FSPA) aos 134 dias após a semeadura (DAS) e Área Foliar (AF) aos 75 DAS do algodoeiro cultivado em solo com distintas percentagens de sódio trocável (PST) e níveis de esterco bovino (MO).31
- Tabela 4-** Resumo da análise de variância para Numero de Capulhos Colhidos (NCC), Massa de Pluma (MPlum), Massa de Sementes (MSem), Percentagem de Fibra (FIBRA %) e índice de Fiabilidade (CSP) do algodoeiro cv. BRS Topázio cultivado em solo com distintas percentagens de sódio trocável (PST) e níveis de esterco bovino (MO).....35

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Disposição dos vasos na área experimental (A), e recipiente ligada ao vaso para coleta da água drenada (B), Pombal, 2014.21
- Figura 2.** Altura de planta de algodoeiro cv. BRS Topázio em função da percentagem de sódio trocável – PST aos 55 dias após o semeio (A), e níveis de esterco bovino- MO aos 55 e 75 DAS (B).28
- Figura 3.** Diâmetro de caule de planta de algodoeiro cv. BRS Topázio em função de distintas percentagens de sódio trocável – PST aos 55 e 75 dias após o semeio (A) e níveis de esterco bovino aos 55 e 75 DAS (B).29
- Figura 4.** Fitomassa fresca da parte aérea de plantas de algodoeiro cv. BRS Topázio em função dos níveis de esterco bovino - MO (A) e Fitomassa seca da parte aérea do algodoeiro cv. BRS Topázio em função da interação entre PST e MO aos 134 DAS (B).32
- Figura 5.** Área foliar de planta de algodoeiro cv. BRS Topázio, em função da interação entre as distintas percentagens de sódio trocável – PST e os níveis de esterco bovino - MO aos 75 DAS.34
- Figura 6.** Massa de pluma do algodoeiro colorido cv. BRS Topázio em função de distintas percentagens de sódio trocável – PST (A) e doses de esterco bovino (B). 35
- Figura 7.** Numero de capulhos em função de diferentes níveis de esterco bovino – MO (A) e Massa de sementes por planta do algodoeiro cv. BRS Topázio em função da interação dos fatores MO e percentagens de sódio trocável- PST (B).37
- Figura 8** Percentagem de fibras (FIBRAS %) (A) e índice de fiabilidade (CSP) em função de níveis de esterco bovino - MO do algodoeiro cv. BRS Topázio (B).38

SUMÁRIO

RESUMO	10
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Algodoeiro de fibra colorido.....	14
2.2 Solos afetados por sais	15
2.3 Recuperação de solos afetados por sais	16
2.3.1 Uso de gesso na recuperação de solos salino e/ou sódicos	17
2.3.2 Uso de matéria orgânica na recuperação de solos salino e/ou sódicos	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Caracterização da área experimental.....	20
3.2 Cultura estudada	20
3.3 Tratamentos e delineamento experimental	20
3.4 Preparo do Solo com Distintas Percentagens de Sódio Trocável	21
3.5 Níveis de esterco	22
3.6 Instalação do Experimento.....	22
3.7 Semeio	23
3.8 Tratos Culturais.....	23
3.8.1 Adubações.....	23
3.8.2 Controle fitossanitário	23
3.8.3 Eliminação de plantas daninhas	24
3.8.4 Irrigação	24
3.9 Descrição das Variáveis Avaliadas	24
3.9.1 Variáveis de crescimento.....	24
3.9.1.1 Altura de planta	25
3.9.1.2 Diâmetro do caule	25
3.9.1.3 Área foliar	25
3.9.1.4 Fitomassa fresca e seca da parte aérea	25
3.9.2 Variáveis de produção	25
3.9.2.1 Massa de pluma por planta	26

3.9.2.2	Número de capulhos colhidos	26
3.9.2.3	Massa de sementes por planta	26
3.9.2.4	Índice de fiabilidade e percentagem de fibras	26
3.10	Análise Estatística	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5	CONCLUSÕES.....	40
	REFERÊNCIAS.....	41

RESUMO

Os solos das regiões áridas e semiáridas naturalmente contêm sais solúveis e/ou sódio trocável que podem reduzir significativamente o desenvolvimento e a produtividade das culturas, porém os maiores problemas de salinização e/ou sodificação são representados pelos solos anteriormente produtivos, que devido ao manejo inadequado da irrigação tornam-se salinos sendo necessário tratá-los para que estes recuperem sua produtividade. Desse modo, diversos métodos podem ser empregados na recuperação destes solos, sendo a introdução de cultivares tolerantes, como o algodão colorido, um dos meios mais efetivos para amenizar esse problema, além do uso de melhoradores químicos, porém em função do elevado custo destes, bem como da sua disponibilidade, o emprego de gesso e de material orgânico tem se destacado. Assim, o objetivo deste foi avaliar o cultivo do algodoeiro de fibra colorida cultivar BRS Topázio, em solos com distintos Percentuais de Sódio Trocável (PST) e níveis de esterco bovino em condição de casa de vegetação do CCTA/UFCG. Utilizou-se o delineamento em blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial 5 x 4, com 3 repetições. Foram testados cinco níveis de PST e quatro níveis de esterco. Foram avaliadas as variáveis de crescimento: Altura de planta, diâmetro de caule aos 55 e 75 dias após o semeio (DAS) e área foliar aos 75 DAS; - Fitomassas fresca e seca da parte aérea, aos 134 DAS; e as variáveis de produção: Número de capulhos por planta; Massa de pluma e de sementes por planta; Porcentagem de fibra e índice de fiabilidade. O algodoeiro colorido cultivar BRS topázio é tolerante ao sódio, podendo ser cultivado em solo com PST de até 30% e o uso de esterco bovino é eficiente no cultivo de algodoeiro cv. BRS Topázio, em solos sódicos.

Palavras chave: *Gossypium hirsutum* L, sodicidade, esterco bovino.

ABSTRACT

The soils of arid and semiarid regions naturally contain soluble salts and/or exchangeable sodium, that can significantly reduce development and crops productivity, however, the greatest problems of salinization and/or sodification are represented by previously productive soils, which due to inadequate irrigation management become saline, being necessary to treat them for that these recover their productivity. Thereby, various methods can be employees in the recovery of these soils, being the introduction of tolerant cultivars, such as cotton colored, one of the most effective ways of minimizing this problem, in addition, of use chemical enhancers, but due to the high cost of these, as well as their availability, the use of gypsum and organic material has excelled. Thus, the aim of this work was to evaluate the cultivation of cotton of fiber colored BRS Topaz, when grown in soil with different exchangeable sodium percentages (PST) and cattle manure in greenhouse of CCTA/UFCG. We used the completely randomized block design in factorial 5 x 4, with 3 repetitions. Were tested five levels of PST and four level of cattle manure. were evaluated the growth variables: plant height (AP), stem diameter (DC) at 55 and 75 DAS and leaf area (AF) at 75 DAS; - Fresh phytomass and dry of the shoot, the 134 DAS; and production variables: number of bolls per plant (NCC); Feather weight and seeds per plant; Fiber percentage and reliability index. The cotton colored BRS topaz is tolerant to sodium exchangeable and can be grown in soil with PST up to 30% and the use of cattle manure was efficient in cotton cultivation BRS Topaz in sodic soils.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L, sodicity, cattle manure

1 INTRODUÇÃO

A cultura do algodão colorido tem grande potencial econômico, como fixador de mão de obra, gerador de empregos e como fonte de matéria-prima para a indústria, além de grande apelo ambiental, uma vez, que elimina a fase de tingimento na indústria, a qual tem lançado grande quantidade de resíduos no ambiente (CARDOSO et al., 2010). Além disso, esta cultura constitui-se como tolerante à salinidade, e apresenta taxa diária de consumo hídrico relativamente baixa (QUEIROZ & BÜLL, 2001). Porém, ainda que seja considerada cultura tolerante esta pode sofrer reduções significativas no seu crescimento e na produção quando exposta a certas condições de salinidade e/ou sodicidade o que pode variar entre genótipos e estágio de desenvolvimento da cultura (JACOMÉ et al., 2005).

Normalmente, os solos afetados por sais ocorrem nas regiões áridas e semiáridas, podendo conter sais solúveis e/ou sódio trocável passíveis de reduzir significativamente o desenvolvimento e, em consequência, a produtividade das culturas (BARROS et al., 2009). Além dos solos naturalmente halomórficos, muitos são salinizados e, ou, sodificados pelo homem, com o uso inadequado da água de irrigação (OLIVEIRA et al., 2002).

A quantidade de sódio trocável presente no solo em relação aos demais cátions adsorvidos é muito importante nos estudos de solos afetados por sais, sobretudo quando há predominância do íon sódio em relação aos demais cátions trocáveis no complexo sortivo (AMORIM et al., 2010) pois, quando a salinidade não é muito elevada ($< 4 \text{ dSm}^{-1}$) e o sódio é o íon predominante, verificam-se toxidez nas plantas, dispersão de argilas e desestruturação dos solos, tornando-os impermeáveis (LEBRON et al., 2002), fazendo-se necessário que se empreguem alternativas de recuperação destas áreas degradadas para torná-las produtivas novamente.

Tal recuperação requer que o excesso de sódio trocável seja substituído pelo cálcio, e que o produto dessa reação seja removido da zona radicular, por lixiviação. Para isto, podem-se usar condicionadores químicos e/ou orgânicos, práticas mecânicas e lavagem dos sais. Dentre as técnicas de recuperação destes solos a aplicação de corretivos químicos é bastante utilizada (MONTENEGRO &

MONTENEGRO, 2004) e, entre os produtos usados citam-se o gesso, enxofre elementar, sulfato de alumínio, cloreto de cálcio, ácido sulfúrico sendo que, dos corretivos químicos o mais utilizado é o gesso associado à lâmina de irrigação suficiente para promover a lixiviação do excesso de sais (RIBEIRO et al., 2009), devido o fato deste ter menor custo, fácil manuseio e relativa facilidade com que é encontrado no mercado, quando comparado a outros corretivos (RAMIREZ et al., 1999).

Outra ação indicado para a recuperação de solos com problema de sais é a adubação orgânica, pois esta contribui com a melhoria das propriedades químicas e físicas do solo, atuando no fornecimento de nutrientes às culturas, na retenção de cátions (SEVERINO et al., 2006), na complexação de elementos tóxicos (LIMA et al., 2007) estruturação do solo, infiltração, retenção de água, aeração e redução da compactação do solo (COSTA et al., 2006).

Diante do exposto, realizou-se este trabalho, procurando-se 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 agricultores e a sustentabilidade ambiental da atividade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Algodoeiro de fibra colorido

O algodoeiro de fibra colorida é tão antigo quanto o de fibra branca. Arqueólogos relatam a existência do algodão colorido em escavações realizadas no Peru e Paquistão, respectivamente há 2.500 e 2.700 a.C. Na realidade, este tipo de algodão é o dominante do ponto de vista genético, sendo o de cor branca recessivo, ou seja, caso não fosse à intervenção do homem hoje o algodão de fibra branca seria a grande minoria em locais isolados e longe dos tipos de fibras de cor (BELTRÃO & CARVALHO, 2004).

O uso do algodão de fibra colorida tem grande potencial econômico como fixador de mão de obra e gerador de empregos, como também fonte de matéria-prima para a indústria, com grande apelo ambiental, uma vez, que elimina a fase de tingimento na indústria, a qual tem lançado grande quantidade de resíduos no ambiente e ainda representam uma economia de cerca de 70% de água no processo de acabamento da malha (PEREIRA, 2012). Além disso, esse algodão constitui uma importante fonte de renda para agricultores familiares de vários estados do nordeste devido possuir excelente potencial de cultivo para as condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro (SANTANA et al., 1999)

Atualmente estão identificadas 39 espécies silvestres de algodoeiro com fibras coloridas. Apesar do atrativo da cor natural, estas espécies possuem pouca resistência, elevado índice de fibras curtas, baixa uniformidade, baixo rendimento de fibras, tornando-as na forma original, inadequados para a indústria de fiação, requerendo assim trabalhos para o melhoramento destas (MEDEIROS et al., 2011).

A visão de mercado e o cenário promissor nos primórdios da década de 90 impulsionaram os trabalhos de melhoramento do algodão colorido, resultando na obtenção de cinco cultivares comerciais, hoje disponíveis com grande apelo pela geração de emprego e renda da agricultura familiar do semiárido (EMBRAPA, 2010). Atualmente as variedades com fibra colorida têm surgido com qualidade semelhante ou superior às de fibra de algodão branco (DANIEL, 2011).

2.2 Solos afetados por sais

A salinidade e a sodicidade nas áreas semiáridas irrigadas, constituem o principal fator responsável pela perda da capacidade produtiva dos solos, resultando em graves problemas de natureza sócio-econômico e ambiental. Solos afetados por sais podem ocorrer extensivamente sob condições naturais e estes localizam-se, em sua maioria, nas zonas áridas e semiáridas, onde a evaporação é superior a precipitação no entanto, os maiores problemas de salinização e/ou sodificação são representados pelos solos anteriormente produtivos, que devido ao manejo inadequado da irrigação tornam-se salinos.

A salinidade causa redução na disponibilidade de água e nutrientes as plantas, prejudicando o crescimento e rendimento das culturas, devido os sais solúveis presentes na solução do solo estarem prontamente disponíveis aos vegetais (CAMPOS, 2009). A sodicidade refere-se à ação de íons carbonatos e bicarbonatos que elevam o pH do meio, além de promoverem precipitação de cálcio e magnésio, elevando o teor relativo de sódio solúvel e trocável do solo (CAVALCANTE, 2005).

Os solos afetados por sódio são comuns nestas 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, reduzindo assim, a produção agrícola (TAVARES FILHO et al., 2012). Solos salinos e/ou sódicos são solos desenvolvidos em condições inadequadas 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).

Oliveira (1997) afirma que dentre os fatores que favorecem os processos de salinização e sodificação, destacam-se as propriedades físicas e químicas do solo, a qualidade da água de irrigação, as condições climáticas, geomorfológicas e topográficas da área.

O elevado teor de sódio trocável em um solo constitui-se fator limitante à sua produtividade podendo reduzir, interferir ou até mesmo impedir o desenvolvimento vegetal e conseqüentemente, a produção das culturas gerando, com isto, sérios

problemas de ordem econômica, pois tais solos se tornam inaptos para a agricultura, sendo então descartados do sistema de produção.

O acúmulo progressivo de sais solúveis e/ou sódio trocável afeta certos atributos do solo, tais como: pH, condutividade elétrica, complexo sortivo, sódio trocável, flocculação do complexo argila-húmus, retenção de umidade e permeabilidade, com efeitos deletérios no crescimento e no rendimento das culturas, bem como na biomassa microbiana (SANTOS, 1997). Estudos em solos com problema de salinidade têm mostrado que o aumento na concentração de Na^+ é acompanhado pelo decréscimo na concentração de Ca^{2+} trocável, resultando em um desequilíbrio iônico que pode afetar o crescimento das plantas (BARROS, 2001). De acordo com Smith et al. (2009), a estrutura de solos sódicos impede a germinação de sementes e o desenvolvimento de raízes, além de aumentar o consumo de energia da planta, representando sérios problemas para a produtividade agrícola.

2.3 Recuperação de solos afetados por sais

Diante da crescente necessidade de se produzir alimentos em todo o mundo, bem como o manejo inadequado das áreas agrícolas faz-se necessário que o uso dos solos degradados pela salinização e/ou sodificação na agricultura não seja negligenciado. entretanto é necessário desenvolver técnicas ambiental e economicamente viáveis para sua remediação, possibilitando seu retorno ao uso agrícola produtivo (BENNETT et al., 2009).

Quando se trata apenas de solos salinos, a recuperação da área pode ser feita pela lavagem da camada do solo explorada pelo sistema radicular para lixiviar os sais solúveis para camadas mais profundas do solo, ou para fora da área de cultivo. Quando o problema diz respeito ao excesso de sódio trocável, para a recuperação dessas áreas, torna-se indispensável a utilização de corretivos para neutralizar o efeito do cátion dispersante (Na^+) do solo (SANTOS et al., 2005), ou seja, os solos salino-sódicos ou sódicos, por serem ricos em sódio trocável, não podem ser recuperados apenas com lavagem, nesses solos há necessidade da aplicação de um corretivo que através de reações que disponibilize cálcio com a finalidade de substituir o sódio do complexo de troca e o produto desta reação seja

transferido para a solução do solo e então removido da zona radicular por lixiviação (BARROS et al., 2005).

A correção compreende o uso de corretivos químicos e/ou orgânicos além de práticas mecânicas e lavagem dos sais. Entre os corretivos químicos citam-se o gesso, enxofre elementar, sulfato de alumínio, cloreto de cálcio, ácido sulfúrico sendo que, o mais utilizado corresponde ao uso do gesso com uma lâmina de irrigação suficiente para promover a lixiviação do excesso de sais (RIBEIRO et al., 2009), devido ao fato deste ter menor custo, fácil manuseio e relativa facilidade com que é encontrado no mercado, quando comparado a outros corretivos (RAMIREZ et al., 1999).

Nas áreas onde no complexo de troca predomina o Na^+ trocável, além de condicionadores ou melhoradores químicos, tem sido recomendada a incorporação de materiais orgânicos, tais como: esterco de curral para a melhoria da permeabilidade desses solos (SILVA, 1978).

2.3.1 Uso de gesso na recuperação de solos salino e/ou sódicos

O uso de corretivos químicos, especialmente o gesso, parece ser a forma mais prática de correção de solos salino e/ou sódicos (RUIZ et al., 2004). Este produto pode ser encontrado como minério (gesso de jazidas) ou como subproduto da indústria de fertilizantes (gesso agrícola). A quantidade do corretivo necessária à recuperação de solos salino-sódicos ou sódicos, pode ser determinada por método de laboratório ou calculada em função da percentagem de sódio trocável (PST) e da capacidade de troca de cátions (CTC).

A eficiência do gesso depende de sua dissolução, a qual é influenciada por diversos fatores, principalmente pela forma de aplicação e pela granulometria do corretivo, de modo que quanto menor for sua granulometria 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).

O gesso é um composto químico de baixa solubilidade cerca de $2,04 \text{ gL}^{-1}$ (GOMES et al., 2000) e por se tratar de um sal neutro, este se dissocia, quando em

solução, formando Ca^{+2} e SO_4^{2-} e, deste modo, reage na solução do solo. A reação de troca de cátions, mais importante envolvendo gesso, ocorre justamente nos solos alcalinos ou sódicos, devido ao íon Ca^{+2} ser mais fortemente adsorvido ao solo que o íon Na^+ ; assim, grande parte do sódio trocável tenderá para a solução do solo (VAN RAIJ, 1992). O íon sulfato tende a neutralizar o sódio em solução, originando o sulfato de sódio decaidratado ($\text{Na}_2 \text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) que, após a adição de água, é lixiviado para as camadas mais profundas do perfil do solo (SANTOS, 1995).

2.3.2 Uso de matéria orgânica na recuperação de solos salino e/ou sódicos

Diante da necessidade de produção agrícola e dos altos investimentos exigidos pelo processo convencional de recuperação, o uso de condicionadores orgânicos surge como uma alternativa de baixo custo para recuperação de solos salinos e/ou sódicos, não agressiva ao ambiente, podendo propiciar a reabilitação de tais solos.

O uso de matéria orgânica tem sido estudado nos solos com problemas de salinidade e de sódio trocável com a finalidade de melhoria das propriedades químicas e físicas, proporcionando uma maior dinâmica da água nesse perfil e lavagem, que é considerado por muitos como o método mais eficiente para recuperar solos comprometidos pela salinidade. 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. Os mesmos autores afirmam que os efeitos da matéria orgânica em solos salinos e sódicos promovem maior agregação das partículas do solo, com diminuição da dispersão promovida pelo Na^+ .

Bulluck et al., (2002) afirmam que compostos orgânicos usados como melhoradores alternativos da fertilidade do solo, podem resultar em incremento da atividade biológica do solo. Conforme os resultados desses autores, condicionadores orgânicos de solo como o esterco bovino e o composto de caroço de algodão, podem ser superiores aos fertilizantes sintéticos, por melhorarem os

atributos biológicos, físicos e químicos do solo, incrementando a produtividade das plantas. Para Bulluck & Ristaino (2002), o uso de melhoradores alternativos do solo pode resultar em melhoria da qualidade do solo e no controle de doenças de plantas. Enfim, a adição de compostos orgânicos tem contribuído para a excelência da qualidade do solo, que especialmente nos cultivos orgânicos tem promovido sustentabilidade nesse sistema de produção.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no período de abril a setembro de 2014, em condições de casa de vegetação, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, PB (CCTA/UFCG). O município de Pombal situa-se a uma altitude média de 184 metros, cujas coordenadas geográficas são 06°46' S, 37°48' O (BELTRÃO et al., 2005). Segundo a classificação de Köppen, adaptada ao Brasil, o clima da região é classificado como BSh, ou seja, semiárido quente, temperatura média anual de 28 °C, precipitações pluviométricas em torno de 750 mm ano⁻¹ e evaporação média anual de 2000 mm (COELHO & SONCIN, 1982).

3.2 Cultura estudada

A cultura estudada neste ensaio foi o algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) cultivar BRS Topázio, cujas sementes foram doadas pela EMBRAPA Algodão/Campina Grande – PB. De acordo com a EMBRAPA (2010), esta é uma cultivar de algodoeiro herbáceo, de fibra marrom-clara, derivada do cruzamento entre as cultivares Suregrow 31 e Delta Opal, que se destaca pela elevada percentagem de fibra (43,5%), alta uniformidade (85,2%) e resistência (31,9 gf/tex), conferindo excelentes características, comparável às cultivares de fibras brancas e superior às demais cultivares de fibras coloridas. A produtividade média alcançada pela BRS Topázio, em cultivo irrigado, foi de 2.825 kg/ha⁻¹.

3.3 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram compostos a partir da combinação de dois fatores: solo com distintas percentagens de sódio trocável (S₁ – 13,6; S₂ – 22,4; S₃ – 30,1; S₄ – 39,0 e S₅ – 48,0%), associado ao fator níveis de esterco bovino, sendo 0; 5; 10 e 15% em base

de volume do vaso. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, com três repetições, perfazendo um total de sessenta unidades experimentais com espaçamento de 0,8 m entre filas duplas, 0,6 m entre linhas e 0,3 m entre plantas dentro da mesma linha (Figura 1A).

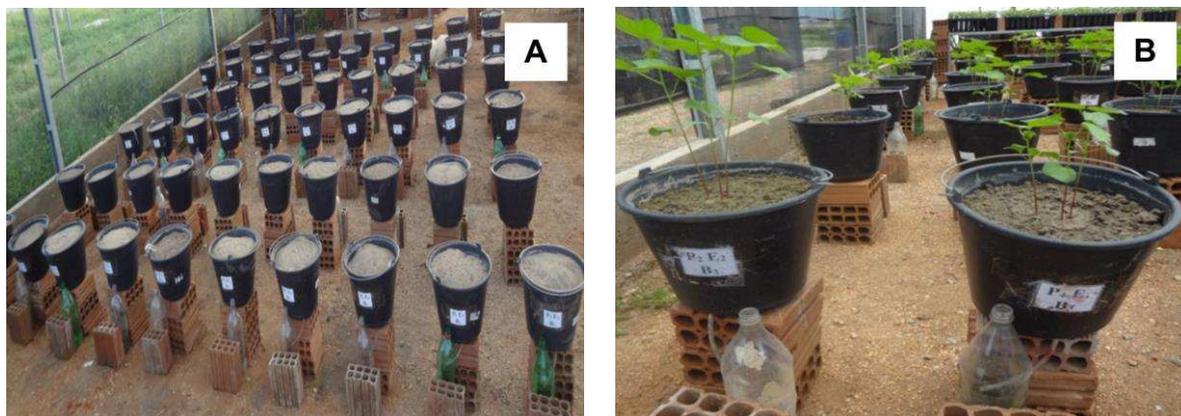


Figura 1: Disposição dos vasos na área experimental (A), e recipiente ligada ao vaso para coleta da água drenada (B), Pombal, 2014.

3.4 Preparo do Solo com Distintas Percentagens de Sódio Trocável

As distintas PST foram obtidas a partir do tratamento de um solo sódico com PST inicial de 89,95% coletado a uma profundidade de 0-30 cm, no perímetro irrigado de São Gonçalo no município de Sousa, PB, cujas características físicas e químicas (Tabela 1) foram determinadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do CCTA/UFPG, segundo metodologia proposta por Claessen (1997). No processo de obtenção das distintas PST, misturaram-se quantidades pré-definidas de gesso ao material solo de acordo com a PST desejada. Essas quantidades foram determinadas conforme Pizarro (1978), sendo expressa na equação 1:

Equação 1. $Dg = [(PST_i - PST_f) \times CTC \times PE \times h \times Ds] / 100$. onde:

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;

PE: peso equivalente do elemento ou composto usado como corretivo;

h: profundidade do solo a ser recuperado (cm);

Ds: densidade global do solo, g/cm^3 .

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 ⁻³g kg ⁻¹cmol _c kg ⁻¹			%	-	dSm ⁻¹	
1,32	0,52	729	131	140	1,74	0,42	25,44	0,71	89,95	9,62	45,20

Ca⁺² e Mg⁺² 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.

Realizou-se a mistura do solo com as distintas doses de gesso visando a obtenção de solos com cinco PST diferentes e, na sequência, a mistura foi acondicionada em tambores de 200 L de capacidade. Posteriormente aplicou-se o volume de água pré-determinado, para favorecer a solubilidade do gesso e reação do corretivo no solo, deixando-se incubada por um período de 40 dias. Após o período de incubação, o material de solo contido em cada tambor foi posto para secar ao ar, sobre lona plástica. Em seguida, o material foi peneirado e coletado uma amostra de cada material de solo para ser analisado no laboratório de solos e nutrição de plantas do CCTA, de forma a verificar da eficácia do processo de recuperação e/ou redução da PST inicial do solo.

3.5 Níveis de esterco

Os distintos níveis de esterco foram misturadas ao material solo no momento do preenchimento dos vasos, sendo incorporados 0, 5, 10 e 15% de esterco bovino curtido e peneirado, com base de volume do vaso, na camada superior do solo conforme os seus respectivos tratamentos.

3.6 Instalação do Experimento

Para o semeio e condução das plantas foram utilizados recipientes plásticos (vasos) com capacidade de 12 L, os quais possuíam um furo na base, para permitir a drenagem, com um microtubo conectado a uma garrafa plástica com capacidade

para 2 L, para acompanhamento do volume de água drenado e estimativa do consumo de água pela planta (Figura 1B). Cada vaso foi preenchido com 1 kg de brita (nº zero) seguida de 1 kg de areia, para facilitar a drenagem, e posteriormente foram adicionados 10 kg de material de solo conforme seus respectivos tratamentos.

3.7 Semeio

A semeadura foi realizada em 21 de abril de 2014, colocando-se oito sementes por vaso a uma profundidade de 2 cm e distribuídas de forma equidistantes. Após a emergência das plântulas foram realizados desbastes a fim de deixar apenas uma planta por vaso, a mais vigorosa, evitando a competição entre as mesmas aos 21, 32 e 44 DAS.

3.8 Tratos Culturais

3.8.1 Adubações

A adubação nitrogenada foi realizada de acordo com a análise química do solo e seguindo a necessidade nutricional da planta para condição de ambiente protegido. Esta foi parcelada em cinco aplicações via fertirrigação, as quais foram realizadas no intervalo de sete dias. Nestas foram utilizadas 0,44g de uréia diluídas em água por vaso, totalizando 2,22g de uréia por vaso. Já as adubações com fósforo (P) e potássio (K) seguiram a recomendação para ensaio em vasos descrita por Novais (1991).

3.8.2 Controle fitossanitário

Para o controle fitossanitário foram realizadas pulverizações utilizando o inseticida DIMETOATO 500 EC FORTOX, o qual possui o princípio ativo dimetoato na concentração de 1,5 ml L⁻¹ para controle de mosca branca de acordo com recomendação do fabricante. As pulverizações foram realizadas no período da

manhã e no fim da tarde, como forma de amenizar a ocorrência de morte de insetos polinizadores.

3.8.3 Eliminação de plantas daninhas

Semanalmente eram realizadas capinas manuais com o intuito de eliminar as plantas daninhas e, assim, evitar possíveis problemas nutricionais, em decorrência da concorrência entre as plantas daninhas e a cultura instalada bem como problemas fitopatológicos, dado ao fato de muitas destas plantas invasoras servirem como hospedeiros de agentes patogênicos além de algumas pragas.

3.8.4 Irrigação

As vésperas do semeio o solo foi colocado em capacidade de campo e, após a semeadura, fez-se irrigação diariamente, aplicando-se em cada vaso água proveniente de sistema de abastecimento local ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$). Posteriormente as irrigações foram realizadas diariamente com base no balanço hídrico, estimado pela diferença entre volume aplicado e volume drenado, acrescido de aproximadamente 10% de fração de lixiviação.

3.9 Descrição das Variáveis Avaliadas

3.9.1 Variáveis de crescimento

As avaliações das variáveis de crescimento altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC) foram realizadas aos 55 e 75 dias após o semeio (DAS) e a área foliar (AF) apenas aos 75 DAS, já as variáveis fitomassa fresca (FFPA) e seca da parte aérea (FSPA) foram determinadas depois de realizada a colheita ao final do experimento (134 DAS).

3.9.1.1 Altura de planta

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

3.9.1.2 Diâmetro do caule

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

3.9.1.3 Área foliar

Na estimativa da área foliar da planta (AF), 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 2:

Equação 2. $Y = 0,4322x^{2,3002}$ onde:

Y= área foliar por folha; X= comprimento da nervura principal do algodoeiro.

3.9.1.4 Fitomassa fresca e seca da parte aérea

Realizada a colheita ao fim do ensaio (134 DAS) as plantas foram cortadas rente ao solo e então, pesadas em balanças analíticas para obtenção da matéria fresca da parte aérea (MFPA). Após pesadas, foram acondicionadas em estufas sob temperatura de 65 °C por 48 horas para obtenção da massa seca da parte aérea (MSPA).

3.9.2 Variáveis de produção

3.9.2.1 Massa de pluma por planta

A massa de pluma (MPlum) foi determinada após as amostras das fibras de algodão serem descaroçadas (beneficiamento) onde o material resultante, a pluma, foi pesada em balança analítica.

3.9.2.2 Número de capulhos colhidos

Esta variável foi determinada contando-se o número de capulhos existentes em cada planta (NCC) no momento da colheita.

3.9.2.3 Massa de sementes por planta

Após a retirada das sementes da pluma do algodão estas foram pesadas em balança analítica.

3.9.2.4 Índice de fiabilidade e percentagem de fibras

As características CSP e %Fibra foram determinadas através de instrumentos de precisão e de alta capacidade analítica, cujo método é denominado geralmente HVI (High Volume Instrumentos) sendo as análises realizada no Laboratório de Tecnologia de Fibras e Fios da Embrapa Algodão. Onde o CSP foi obtido através da fórmula de correlação múltipla utilizada no sistema de análise de fibra destes equipamentos.

3.10 Análise Estatística

As variáveis de crescimento e de produção, foram submetidas à análise de variância, com Teste F (1 e 5% de probabilidade) e nos casos significativos, realizou-se estudos de regressão polinomial utilizando o *software* estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificam-se com base nos resultados da análise de variância (Tabela 2) que não houve efeito significativo da interação entre os fatores (PST e MO) sobre a altura de plantas (AP) e diâmetro de caule (DC) aos 55 e 75 DAS. Em relação ao fator percentagem de sódio trocável, constata-se que houve efeito significativo sobre a AP apenas aos 55 DAS e sobre o DC aos 55 e 75 DAS, já em relação ao fator níveis de esterco nota-se efeito significativo para a AP e DC em todos os períodos estudados.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC) aos 55 e 75 DAS do algodoeiro cv. BRS Topázio cultivado em solo com distintas percentagens de sódio trocáveis (PST) e níveis de esterco bovino (MO).

Fonte de variação	Quadrado médio			
	AP		DC	
	55 DAS	75 DAS	55 DAS	75 DAS
PST	442,39**	247,2 ^{ns}	2,56**	2,27**
Reg. Linear	529,20**	662,70*	1,12 ^{ns}	7,65**
Reg. Quadrática	905,35**	304,1 ^{ns}	7,80**	0,73 ^{ns}
Mat. orgânica (MO)	525,11**	1562,9**	5,82**	11,29**
Reg. Linear	1240,3**	3738,2**	15,27**	29,89**
Reg. Quadrática	201,66*	784,81**	2,20*	3,90**
Interação (PST X MO)	39,90 ^{ns}	109,2 ^{ns}	0,60 ^{ns}	1,28 ^{ns}
Bloco	168,46	1000,80	1,71 ^{ns}	0,47
CV (%)	11,11	10,16	10,27	7,07

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

A altura de planta foi influenciada, significativamente ($p < 0,01$), pelas distintas PST apenas aos 55 DAS e, conforme equação de regressão (Figura 2A), houve comportamento quadrático da AP do algodoeiro quando submetidos a diferentes PST, onde nota-se que a maior AP (58,17 cm) foi obtida sob PST igual a 28%, havendo decréscimo a partir desse valor até a PST de 48%.

Para Martinez & Lauchli (1994) o efeito mais comum da salinidade sobre as plantas, de maneira geral, é a limitação do crescimento devido ao aumento da

pressão osmótica do meio, e a conseqüente redução da disponibilidade de água a ser consumida, afetando a divisão e o alongamento das células. O excesso de sódio, por outro lado, eleva o pH do solo, causando desbalanços nutricionais e diminuindo a disponibilidade de alguns nutrientes às plantas, além de seu efeito tóxico direto, interferindo no metabolismo vegetal (TAIZ & ZEIGER, 2004). Flowers (2004) ressalta que a inibição do crescimento de plantas sob estresse salino pode ser explicada pela diminuição do potencial osmótico da solução do solo, além da possibilidade de ocorrência de toxicidade iônica, desequilíbrio nutricional ou ambos, em função da acumulação em excesso de determinados íons nos tecidos vegetais.

Vasconcelos (1990), em estudos com diversas cultivares de algodoeiro constatou que, de maneira geral, embora o algodoeiro seja considerado tolerante ao sódio, elas são afetadas pelo sódio trocável, sendo que danos comprometedores na produção só ocorrem a partir do valor de PST superiores a 27,8%.

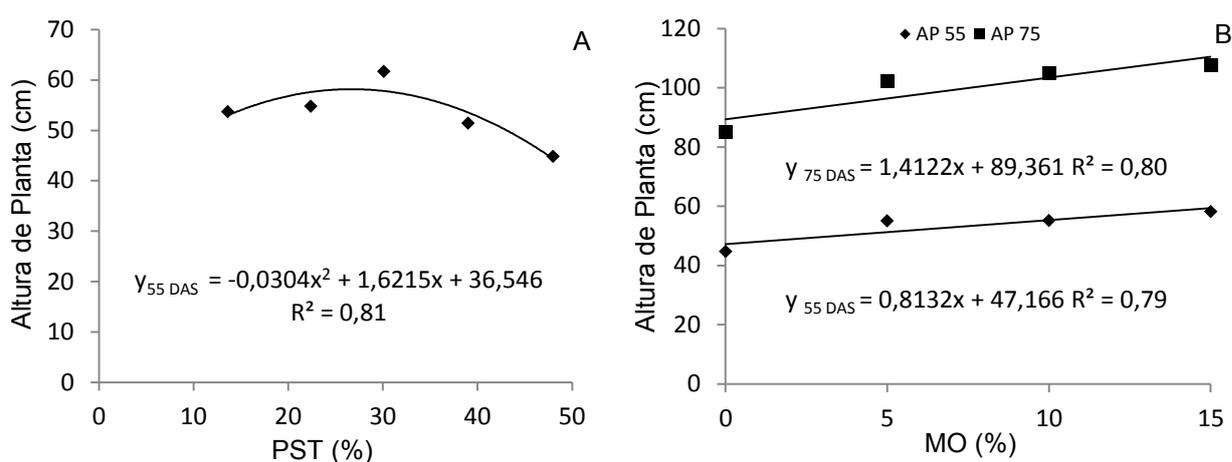


Figura 2. Altura de planta de algodoeiro cv. BRS Topázio em função da percentagem de sódio trocável – PST aos 55 dias após o semeio (A), e níveis de esterco bovino- MO aos 55 e 75 DAS (B).

O fator níveis de esterco exerceu influência significativa ($p < 0,01$) sobre a altura de planta aos 55 e 75 DAS e, conforme equação de regressão (Figura 2B), houve comportamento linear e crescente da AP do algodoeiro com acréscimos na ordem de 1,7 e 1,6% para cada aumento unitário no percentual de MO respectivamente aos 55 e 75 DAS, ou seja, as plantas quando submetidas ao nível de 15% de esterco tiveram aumento na AP de 25,86 e 23,70% em relação às

plantas que não receberam MO aos 55 e 75 DAS respectivamente. A utilização de adubos orgânicos de origem animal se torna prática útil e econômica uma vez que favorece a melhoria na fertilidade e estrutura do solo (COSTA et al.,2008).

Pereira et al., (2012), estudando a influência de doses de esterco bovino nas características agrônômicas do algodoeiro herbáceo BRS Rubi, verificaram que houve aumento linear e crescente da altura de plantas de 73,93 à 90,98 cm conforme aumento das doses de esterco de 0,0 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 3A), vê-se comportamento quadrático dos dados, cujo maior DC (6,35 mm) foi obtido quando da exposição das plantas a solo com PST estimada em 29%, contudo, já nos 75 DAS a percentagem de sódio crescente afetou significativamente ($p < 0,01$), o diâmetro do caule (DC) e de acordo com a equação de regressão (Figura 3A) observa-se resposta linear e decrescente, com pequena redução na ordem de 0,3% por aumento unitário PST, ou seja, as plantas quando submetidas a uma PST de 48,0% tiveram uma redução de 10,10% (1,02 mm) em relação as plantas submetidas a PST de 13,6%.

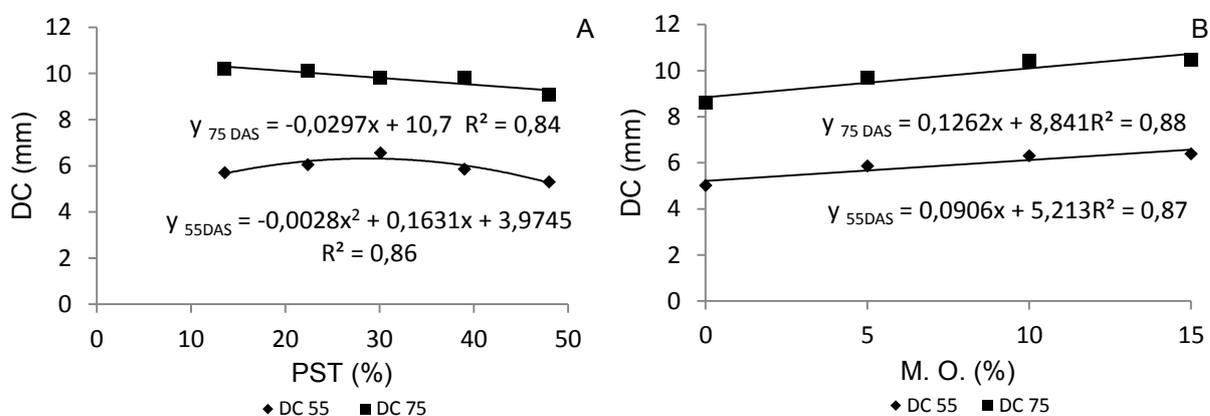


Figura 3. Diâmetro de caule de planta de algodoeiro cv. BRS Topázio em função de distintas percentagens de sódio trocável – PST aos 55 e 75 dias após o semeio (A) e níveis de esterco bovino aos 55 e 75 DAS (B).

A redução do crescimento das plantas ocorre sobremaneira devido à toxidez de íons específicos como o sódio e ao baixo potencial osmótico da solução do solo causando estresse hídrico (TAIZ & ZEIGER 2004). Segundo Ayers & Westcot

(1999), o aumento da pressão osmótica do solo ocasionado pelos íons, atua de forma negativa sobre os processos fisiológicos, reduzindo absorção de água pelas raízes, inibindo a atividade meristemática e o alongamento celular, advindo, como consequência, na redução no crescimento das plantas.

Lima et al. (2012), avaliando o crescimento de mamoneira em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa 0,4 a 4,4 dS m⁻¹), constataram, aos 21 DAS redução de 5,53% do DC por aumento unitário da CEa. Avaliando os efeitos da salinidade sobre a cultura do pinhão-manso em casa de vegetação, Nery et al. (2009), também verificaram redução no diâmetro do caule das plantas de 7,35%, por aumento unitário da CEa.

Em relação aos níveis de esterco nota-se que o DC foi afetado significativamente ($p < 0,01$) e conforme equação de regressão (Figura 3B) nota-se resposta linear e crescente, 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 MO tiveram aumento de 26 e 21,4% no DC em comparação as plantas que não receberam dose de MO aos 55 e 75 DAS respectivamente. 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.

Avaliando a influencia de esterco bovino nas características agronômicas do algodoeiro Pereira et al. (2012) constataram que o diâmetro caulinar do algodoeiro aumentou linearmente, variando de 1,10 a 1,41 cm conforme aumento das doses de esterco de 0,0 a 40 Mg ha⁻¹.

Observou-se nos resultados da análise de variância dos dados (Tabela 3) que houve efeito significativo da interação entre os fatores (percentagem de sódio trocável e níveis de matéria orgânica) para as variáveis fitomassa seca da parte aérea (FSPA) aos 134 DAS e para a área foliar (AF) aos 75 DAS. O fator PST afetou significativamente a área foliar aos 75 DAS. Já o fator níveis de esterco apresentou efeito significativo para a fitomassa fresca (FFPA) e seca (FSPA) da parte aérea aos 134 DAS e para a AF do algodoeiro aos 75 DAS.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância relativa à Fitomassa Fresca (FFPA) e Seca da Parte Aérea (FSPA) aos 134 dias após a semeadura (DAS) e Área Foliar (AF) aos 75 DAS do algodoeiro cultivado em solo com distintas percentagens de sódio trocável (PST) e níveis de esterco bovino (MO).

Fonte de Variação	Quadrado Médio		
	FFPA	FSPA	AF
	134 DAS		75 DAS
PST	294,8 ^{ns}	29,80 ^{ns}	0,020 ^{**}
Reg. Linear	219,10 ^{ns}	4,60 ^{ns}	0,013 ^{**}
Reg. Quadrática	609,33 ^{ns}	102,46 ^{ns}	0,061 ^{**}
Mat. orgânica (MO)	10377,8 ^{**}	1701,8 ^{**}	0,030 ^{**}
Reg. Linear	28547,0 ^{**}	4673,32 ^{**}	0,085 ^{**}
Reg. Quadrática	2583,9 ^{**}	429,87 ^{**}	0,006 ^{**}
Interação (PST X MO)	543,68 ^{ns}	88,24 [*]	0,006 [*]
Bloco	917	85,24	0,009
CV (%)	14,98	16,47	14,20

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

Estudando-se a equação de regressão (Figura 4A) referente à fitomassa fresca da parte aérea, nota-se que o aumento nos níveis de esterco (MO) proporcionou efeito linear e crescente, com acréscimos na FFPA de 5,4% por incremento unitário na percentagem de MO, ou seja, quando as plantas foram submetidas a uma percentagem de 15% de esterco bovino houve aumento de 58,51g (80,8%) na FFPA em relação às plantas que não receberam MO.

Quando a adubação orgânica é utilizada, ocorre acúmulo de nitrogênio orgânico no solo, aumentando seu potencial de mineralização e, conseqüentemente a disponibilidade de nutrientes para as plantas (OLIVEIRA et al., 2010). Taiz & Zeiger (2004) informam que o nitrogênio apresenta função estrutural importante, participa de processos bioquímicos e fisiológicos que ocorrem na planta, tais como fotossíntese, crescimento e diferenciação celular, fato esses que podem ter favorecido o algodoeiro de forma a apresentarem melhor crescimento em função de doses crescentes de MO, mesmo quando cultivada em solos de caráter sódico.

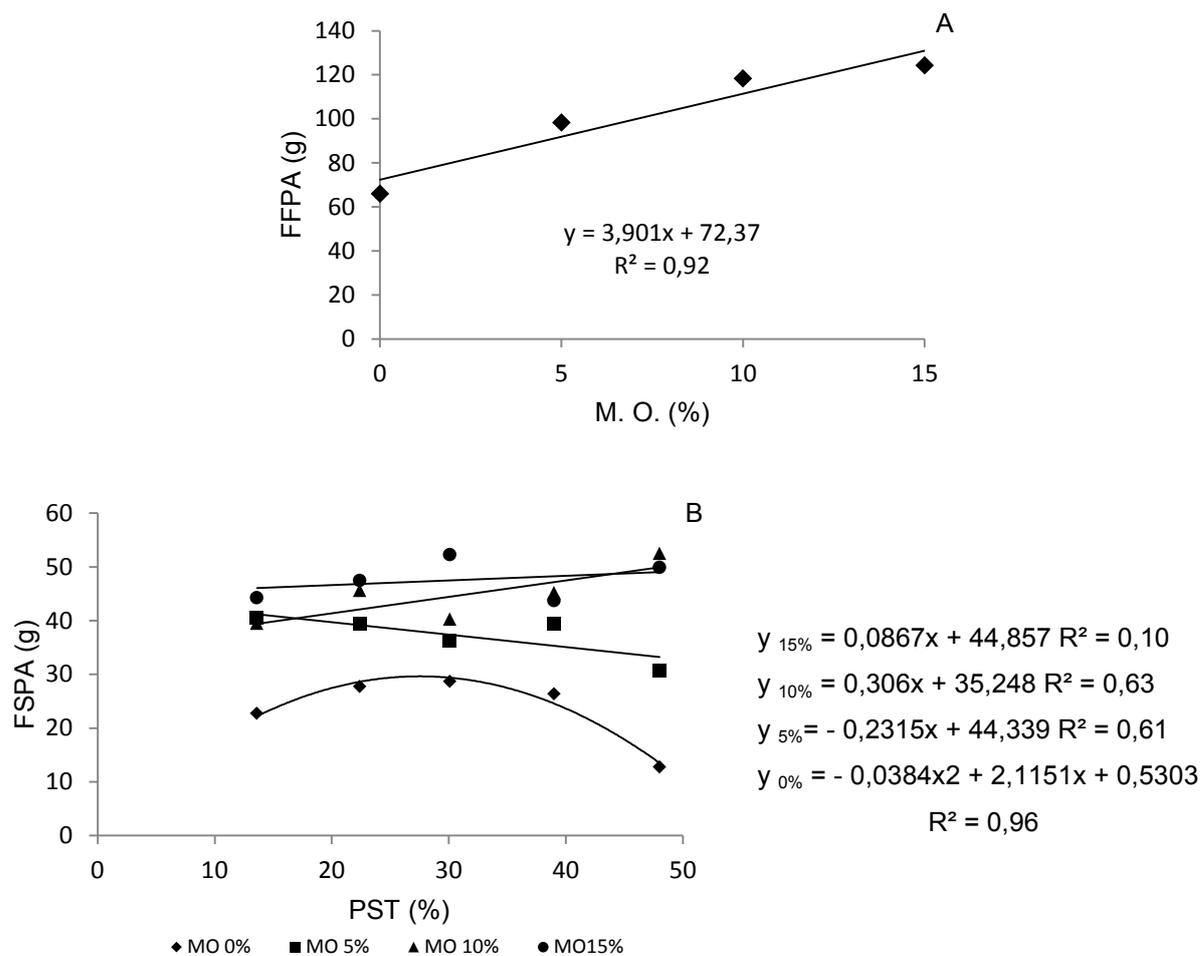


Figura 4. Fitomassa fresca da parte aérea de plantas de algodoeiro cv. BRS Topázio em função dos níveis de esterco bovino - MO (A) e Fitomassa seca da parte aérea do algodoeiro cv. BRS Topázio em função da interação entre PST e MO aos 134 DAS (B).

Garrido et al. (2009), avaliando o crescimento do algodoeiro adubado com esterco, constataram que as plantas apresentaram acúmulo de matéria seca significativamente quando se compararam com o tratamento sem adição de esterco, apresentando incremento de 73%, resultados estes que estão de acordo com Lacerda & Silva (2007) que observaram aumento significativo no acúmulo de matéria seca da parte aérea das plantas de algodão sob adubação orgânica, em sistemas de plantio direto.

A fitomassa seca da parte aérea do algodoeiro foi influenciada significativamente ($p < 0,05$) pela interação entre os fatores (PST x MO) e conforme

equações de regressão (Figura 4B) houve comportamento quadrático da FSPA quando não se aplicou MO ($E_1 = 0\%$) e linear para os níveis de 5, 10 e 15%. As plantas quando sob 0% de MO obtiveram a maior FSPA (29,65g) sob PST de 28%. Já as plantas sob 5% de MO tiveram decréscimo na FSPA de 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. Denota-se com isso que a dose de 5% de esterco bovino no solo não foi o suficiente para atenuar os efeitos promovidos pelo aumento de PST sobre o algodoeiro colorido e que o fornecimento de 10 e 15% de esterco bovino ao solo promove maior tolerância das plantas ao sódio trocável, fato este devido a maior FSPA ter ocorrido mesmo sob PST de 48%.

Condicionadores orgânicos, como esterco bovino, podem contribuir na redução da percentagem de sódio trocável devido, possivelmente à liberação de CO_2 e ácidos orgânicos durante a decomposição da matéria orgânica (FREIRE & FREIRE 2007), além de atuarem como fontes de cálcio e magnésio, em detrimento do sódio, e ainda possibilitarem o fornecimento equilibrado dos nutrientes às plantas e reduzir significativamente as perdas por lixiviação (POGGIANI et al., 2000).

A área foliar do algodoeiro foi influenciada, significativamente ($p < 0,01$), pela interação entre fatores (PST x MO) e conforme equações de regressão (Figura 5) nota-se comportamento quadrático da AF quando submetidos aos níveis de esterco bovino de 0, 5, 10 e 15%, onde verifica-se, na avaliação realizada aos 75 DAS, que os maiores valores de AF (0,281; 0,340; 0,331; 0,319 m^2) foram obtidas sob valores estimados de PST em 25; 30; 31 e 25% respectivamente.

Em relação à AF, assim como constatado para as variáveis AP e DC, notou-se incremento até a PST média de 30%, favorecendo ser uma cultivar com tolerância ao sódio durante esta fase de avaliação, o que demonstra seu potencial para ocupar áreas degradadas por sais, onde outras plantas não teriam condições de crescimento, podendo ser considerada uma alternativa economicamente viável para a recuperação da capacidade produtiva dessas áreas. Verifica-se ainda que, assim como constatado para as outras variáveis citadas anteriormente, as plantas quando cultivadas em solo sódico com adição de esterco bovino, obtiveram resultados mais expressivos em comparação aquelas que não receberam esterco.

Assim como, denota-se que o uso de matéria orgânica atenua os efeitos dos sais, principalmente o sódio.

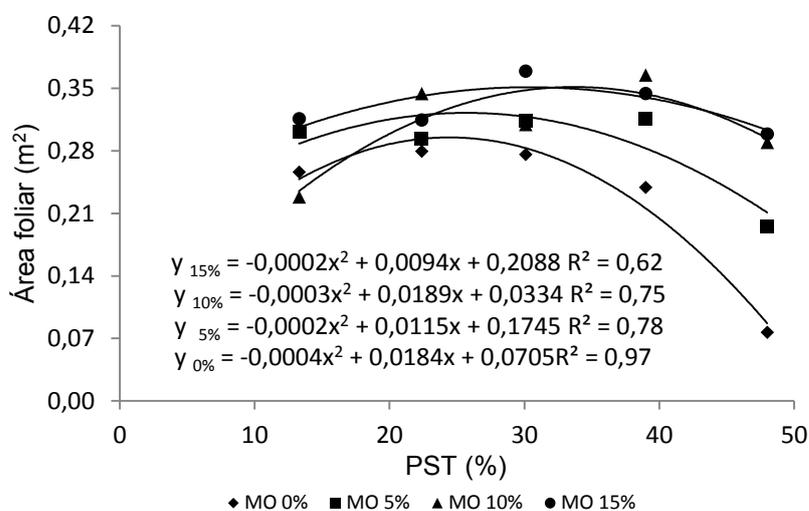


Figura 5. Área foliar de planta de algodoeiro cv. BRS Topázio, em função da interação entre as distintas percentagens de sódio trocável – PST e os níveis de esterco bovino - MO aos 75 DAS.

Siqueira et al. (2005) avaliando o crescimento do algodoeiro colorido sob seis níveis de salinidades, constataram que a área foliar só foi afetada a partir de CEa de 3,58 dS m⁻¹, constituindo-se como salinidade limiar, ocasionando decréscimos de 8,83% da AF para cada aumento unitário de CEa. Ainda segundo estes autores a redução do número de folhas e da área foliar em função do aumento do nível salino é um processo fisiológico de adaptação das plantas, uma forma de se proteger contra a perda de água, reduzindo sua superfície transpirante.

Verifica-se, com base nos resultados do teste F (Tabela 4), haver efeito significativo do fator percentagens de sódio trocável apenas sobre a massa de pluma (MPlum). Em relação ao fator níveis de esterco, observa-se a ocorrência de efeito significativo sobre o número de capulhos colhidos (NCC), a massa de pluma (MPlum) e de sementes (MSem) por planta, a percentagem de fibra (%FIBRA) e o índice de fiabilidade (CSP). Todavia, a interação entre os fatores (percentagens de sódio trocável e níveis de esterco bovino) promoveu efeito significativo apenas sobre a MSem.

Tabela 4- Resumo da análise de variância para Numero de Capulhos Colhidos (NCC), Massa de Pluma (MPlum), Massa de Sementes (MSem), Percentagem de Fibra (FIBRA %) e índice de Fiabilidade (CSP) do algodoeiro cv. BRS Topázio cultivado em solo com distintas percentagens de sódio trocável (PST) e níveis de esterco bovino (MO).

Fonte de Variação	Quadrado Médio				
	MPlum	NCC	MSem	FIBRA	CSP
PST	35,68*	1,51 ^{ns}	42,96 ^{ns}	8,29 ^{ns}	31643,4 ^{ns}
Reg. Linear	80,85**	2,13 ^{ns}	168,03**	0,021 ^{ns}	32351,7 ^{ns}
Reg. Quadrática	14,00 ^{ns}	1,52 ^{ns}	0,053 ^{ns}	21,63 ^{ns}	966,51 ^{ns}
Mat. orgânica (MO)	223,76**	46,63**	1568,2**	21,77*	80860,3 [†]
Reg. Linear	665,28**	134,67**	4686,6**	64,81**	68037,6 ^{ns}
Reg. Quadrática	0,051 ^{ns}	2,81 ^{ns}	17,87 ^{ns}	0,11 ^{ns}	96157,2*
Interação (PST X MO)	25,86 ^{ns}	2,47 ^{ns}	72,46**	13,85 ^{ns}	63151,0 ^{ns}
Bloco	8,75	1,51	8,30	1,01	31872,2
CV (%)	19,19	12,35	12,85	5,74	6,05

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

A massa de pluma foi afetada, significativamente ($p < 0,05$), pela crescente percentagem de sódio trocável (Tabela 4) e, avaliando a equação de regressão (Figura 6A) verifica-se resposta linear e crescente, com acréscimos na ordem de 0,63% na MPlum por aumento unitário da PST, ou seja, as plantas quando cultivadas sob solo com PST igual a 48,0% tiveram aumento na MPlum de 21,75% em relação as plantas cultivadas sob PST igual a 13,6%.

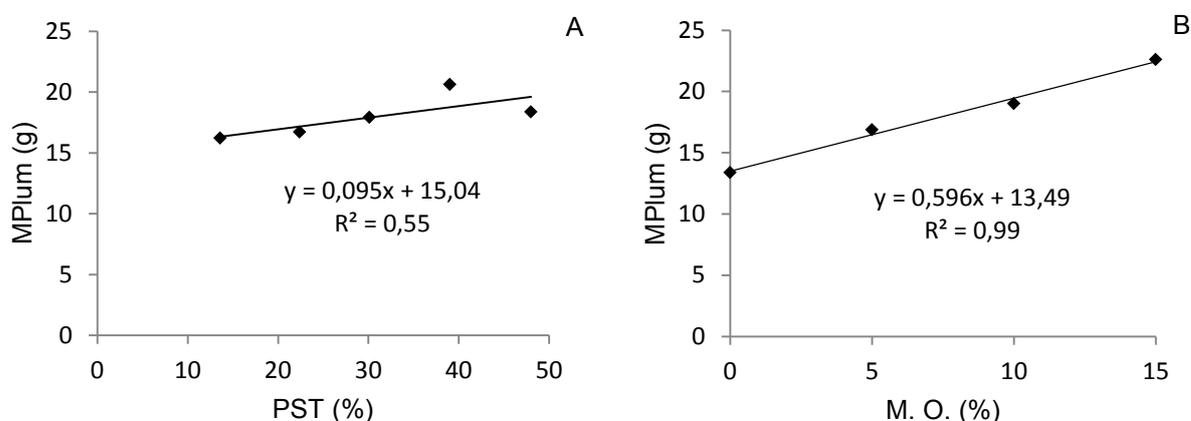


Figura 6. Massa de pluma do algodoeiro colorido cv. BRS Topázio em função de distintas percentagens de sódio trocável – PST (A) e doses de esterco bovino (B).

Ayers & Westcot (1999) classificam o algodoeiro como cultura tolerante ao sódio, e que esta tolera valores de PST superiores a 40%, além de manter seu rendimento máximo até CEa de $7,7 \text{ dS m}^{-1}$. Maas & Hoffman (1977) citam também que a cultura do algodoeiro sobrevive a uma PST de 40 a 60%. Já os dados apresentados por Jácome et al. (2003) com relação ao comportamento produtivo de genótipos de algodão em condições salinas mostram que à produção de pluma dos genótipos do algodoeiro foi muito afetada, com reduções relativas de 63,85 e 60,36% para os genótipos CNPA precoce 1 e 2 respectivamente, quando as plantas foram irrigadas com água de 10 dS m^{-1} em relação as plantas submetidas a 2 dS m^{-1} .

Os crescentes níveis de esterco bovino também afetaram significativamente ($p < 0,01$) a MPlum e de acordo com a equação de regressão (Figura 6B) 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 $8,94 \text{ g}$ (66,27%) superior em relação as plantas que não receberam esterco.

Em solo sódico na medida em que se aumentou o fornecimento de esterco bovino houve incremento da massa de pluma, resultado esse que pode ser atribuído a melhoria na estrutura do solo e/ou nitrogênio presente no esterco devido 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).

O número de capulhos colhidos foi influenciado, significativamente ($p < 0,01$), pelo fator níveis de esterco e de acordo com a equação de regressão (Figura 7A) verificou-se resposta linear e crescente, com acréscimos de 18,34% no NCC por aumento de 5% de esterco aplicado, ou seja, incremento em $4,02$ (55,03%) capulhos nas plantas adubadas com 15% de esterco em relação àquelas que não receberam esterco. Medeiros (1991) cultivando algodão em solo Bruno Não Cálcico verificou aumento da produtividade do algodão quando adubado com 20 t ha^{-1} de esterco de curral.

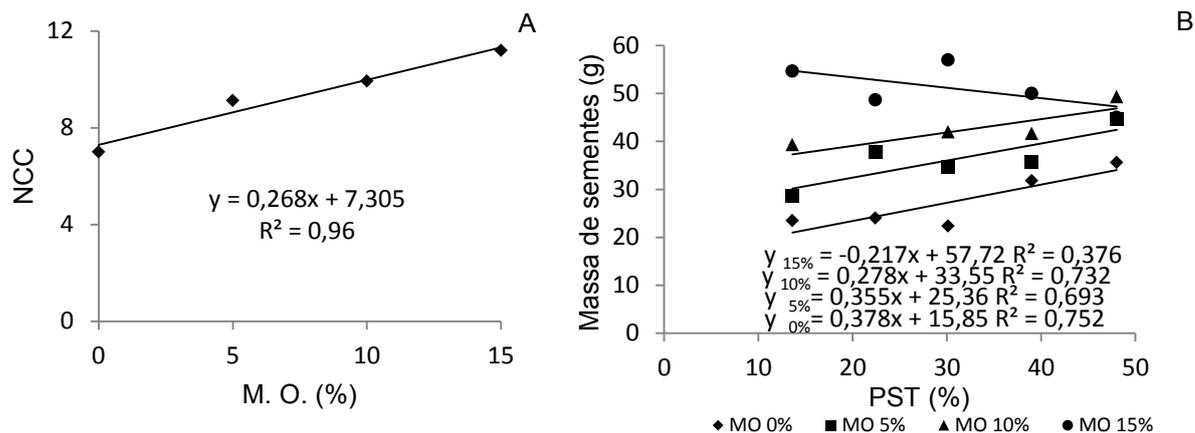


Figura 7. Numero de capulhos em função de diferentes níveis de esterco bovino – MO (A) e Massa de sementes por planta do algodoeiro cv. BRS Topázio em função da interação dos fatores MO e percentagens de sódio trocável- PST (B).

O esterco bovino constitui-se como fonte de nutrientes por possuir nitrogênio na sua composição (SEVERINO et al., 2006). O nitrogênio é o nutriente que o algodoeiro retira do solo em maior proporção, sendo fundamental no desenvolvimento da planta. Doses adequadas estimulam o crescimento e o florescimento, regularizam o ciclo da planta e aumentam a produtividade (STAUT & KURIHARA, 2001). Outro benefício está ligado à taxa de decomposição do esterco, principalmente bovino, o qual, mesmo em condições de elevada salinidade, continua a manter e até mesmo a aumentar a atividade microbiana (OLIVEIRA et al., 2009), o que proporciona o fornecimento contínuo de nutrientes ao solo.

Na Tabela 4, observa-se que a massa de sementes foi influenciada, significativa ($p < 0,01$), pela interação entre os fatores estudados (PST x MO) e, conforme as equações de regressão (Figura 7B), constata-se resposta linear e crescente das plantas quando adubadas com 0, 5 e 10% de esterco bovino, 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.

Malavolta et al., (2002) citam que a adubação orgânica, além de melhorar a drenagem e a aeração do solo, incrementa a capacidade de armazenamento de água, níveis de nutrientes e a população de microrganismos benéficos ao solo e a planta, estimulando o desenvolvimento e a produção vegetal. Entretanto, a adição

de esterco em quantidade inadequada pode causar efeito negativo às plantas, em condição de solo muito ácido e/ou argiloso. Neste caso, pode aumentar os teores de nitrogênio e a salinização do solo, pela possibilidade de elevação da condutividade elétrica, proporcionando desequilíbrio nutricional e, conseqüentemente afetando a produtividade da cultura (BOTELHO et al., 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 esterco bovino até o nível de 10%, teve a massa de sementes incrementadas, o que denota a tolerância da cultivar e a importância da adubação orgânica em cultivos em solos com teores de sódio elevado.

As crescentes doses de esterco bovino afetaram, significativamente ($p < 0,05$), a percentagem de fibras do algodoeiro e, conforme a equação de regressão (Figura 8A) verificou-se efeito linear e decrescente, com redução de 0,4% na %FIBRA por aumento unitário de MO, ou seja, as plantas quando submetidas a 15% de MO tiveram uma redução na percentagem de fibras de 5,93% em relação àquelas que não receberam MO.

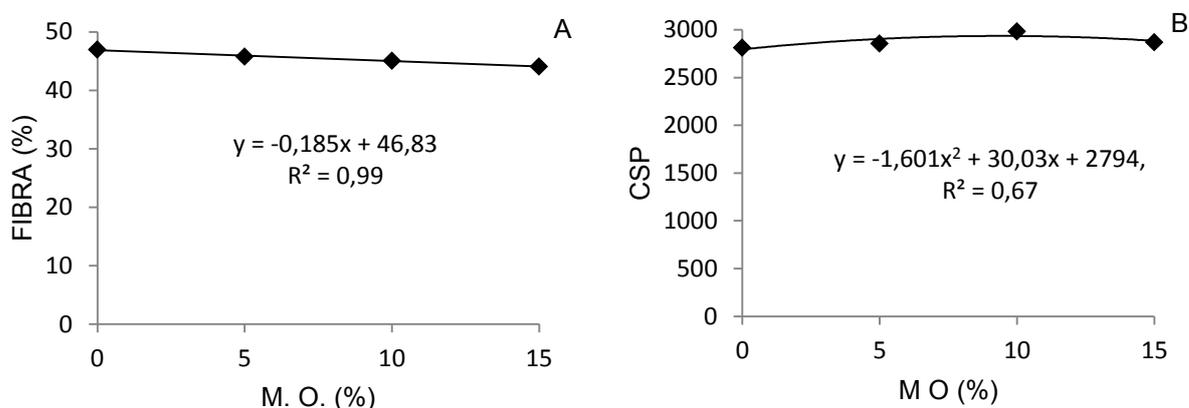


Figura 8 Percentagem de fibras (FIBRAS %) (A) e índice de fiabilidade (CSP) em função de níveis de esterco bovino - MO do algodoeiro cv. BRS Topázio (B).

Lima (2001) verificou que o esterco animal promoveu, em áreas orgânicas cultivadas com algodão branco, a melhoria das características químicas do solo, principalmente pelo aumento nos teores de carbono orgânico, fósforo, soma de bases e diminuição da relação C/N, porém segundo Lima et al. (2005) quando o esterco bovino foi aplicado em níveis acima de 30 t ha^{-1} , promoveu decréscimos no rendimento do algodão, possivelmente pela proximidade entre as raízes e o adubo o

qual pode ter provocado toxicidade, resultado do excesso de amônia na atmosfera e de sais de potássio na solução do solo.

O índice de fiabilidade (CSP) foi influenciado, significativamente ($p < 0,05$), pelos níveis de esterco (Tabela 4) e, de acordo com a equação de regressão (Figura 8B), verifica-se efeito quadrático da CSP em função da MO. Observou-se que as o maior índice CSP (2934,58) nas plantas submetidas a uma percentagem estimada em 9% de esterco bovino.

Silva et al. (2005) estudando cultivos de algodão colorido em sistema de produção, usando-se adubação orgânica, comprovaram que a presença do esterco bovino incrementa a produtividade do algodão e que quando houve regularidade de precipitação de chuvas, a aplicação do esterco com 30 t ha^{-1} proporcionou o máximo de produtividade, sem que comprometesse a qualidade tecnológica da fibra produto principal desta cultura. Ainda conforme estes autores a aplicações de esterco acima desta dose promoveu decréscimos no rendimento do algodão.

No presente estudo, apesar da redução %Fibra com o incremento das doses de MO, nota-se (Figura 8A) que o decréscimo foi medíocre tendo em vista que os benefícios proporcionados pela MO nas outras variáveis, são promissores quando se cultiva algodoeiro em solo sódico.

5 CONCLUSÕES

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

A adição de até 15% de esterco bovino à solos de caráter sódico, proporciona aumento na AP, DC, FFPA, MPlum e NCC e, redução na %Fibra.

Níveis de esterco bovino de 15% promoveram incremento na FSPA, e níveis de 10% favoreceram a MSem e a AF do algodoeiro cultivado em solos com PST de até 48 e 31% respectivamente.

O uso de esterco bovino foi eficiente no cultivo de algodoeiro cv. BRS Topázio, em solos sódicos.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, J. R. A.; CRUZ, M. A. S.; RESENDE, R. S.; BASSOI, L. H.; SILVA FILHO, J. G. Espacialização da Porcentagem de Sódio Trocável do Solo no Perímetro Irrigado Califórnia, em Canindé de São Francisco, Sergipe. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010 (Boletim de Pesquisa & Desenvolvimento).
- AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Tradução de H. R. Gheyi, J. F. de Medeiros e F. A. V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1999. 218P. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem 29, Revisado 1) Tradução de: Water quality for agriculture.
- 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 de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 3, p. 320 – 326, 2005.
- 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**, v.9, p.77-82, 2009
- 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.
- BELTRÃO, B. A.; SOUZA JÚNIOR, L. C.; MORAIS, F.; MENDES, V. A.; MIRANDA, J. L. F. Diagnóstico do município de Pombal. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Recife: **Ministério de Minas e Energia/CPRM/PRODEM**. 2005. 23p
- 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 CNPA, 2004. (Documentos, 128).
- BENNETT, S. J.; BARRETT-LENNARD, E. G.; COLMER, T. D. Salinity and waterlogging as constraints to saltland pasture production: A review. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.129, p.349-360, 2009.
- BOTELHO, S. M.; RODRIGUES, J. E. L.; VELOSO, C. A. C. Fertilizantes orgânicos. In: CRAVO, M. da S. Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará. p. 69-70, 2007.
- BULLUCK, L.R.; BROSIUS, M.G.; EVANYLO, K.; RISTAINO, J.B. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. **Applied Soil Ecology, Amsterdam**, v.19, n.2, p.147-160, 2002.

BULLUCK, L.R.; RISTAINO, J.B. Synthetic and organic amendments affect southern blight, soil microbial communities and yield of processing tomatoes. **Phytopathology**, St. Paul, v.92, p.181-189, 2002

BUSCHLE-DILLER, G.; KNIGHT, C.; PERSON, A.; FOX, S.V. Naturally colored cottons – shade changes upon wet treatments. In. Beltwide Cotton Conference, 1998, Memphis, Proceedings... Memphis: National Cotton Council of America, 1998, p.730-732.

CAMPOS, M. C. C. Alterações nos atributos físicos e químicos de dois solos submetidos a irrigação com água salina. **Revista Caatinga**, v.22, n. 2, p. 61-67, 2009.

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** (UFC. Impresso), v. 41, p. 456-462, 2010.

CAVALCANTE, L. F. Produção do maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina em covas protegidas com podas hídricas. **Revista Irriga**, v. 10, n. 3, p. 229-240, 2005.

COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Moderna. 1982. 368 p.

COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S.; LIMA, V. L. A.; GUIMARÃES, M. M. B.; LUCENA, A. M. A. Resposta do efeito da compactação do solo adubado com torta de mamona nos macronutrientes das folhas da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 2., Brasília. **Anais...** Brasília: BIPTI, 2006. 1 CD-ROM.

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. **Ciência Rural**, v.38, n.8, p.2173-2180, 2008.

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

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Algodão Colorido cv. BRS Topázio**. Campina Grande, 2010. (Folder. 1ª edição /2010).

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Coleção de Algodão Colorido da Embrapa**. Campina Grande, 2010. (Folder. 1ª edição/2010) tiragem 1000 exemplares.

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

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v.55, n. 396, p. 307-319, 2004.

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.

GARRIDO, M. da S.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; MARQUES, T. R. R. Crescimento e absorção de nutrientes pelo algodoeiro e pela mamoneira adubados com gliricídia e esterco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.13, n.5, p.531–536, 2009.

GOMES, E. M., GHEYI, H. R., SILVA, E. F. F. Melhorias nas propriedades químicas de um solo salino-sódico e rendimento de arroz sob diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.355-361, 2000

JACOMÉ, A. G., FERNANDES, P. D., GONÇALVES, A. C. A. Tolerância do algodoeiro em diferentes estádios irrigado com água salina. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO. Salvador, BA, 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**, v. 25, n. 1, p. 187-194, 2003

LACERDA, N. B.; SILVA, J. R. C. Efeito do manejo do solo e da adubação orgânica no rendimento do algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.2, p.167-172, 2007.

LEBRON, I.; SUAREZ, D.L.; YOSHIDA, T. Gypsum effect on the aggregate size and geometry of three sodic soils under reclamation. **Soil Science Society of America Journal**. v.66, p.92-98, 2002.

LIMA, G. S. de.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; SILVA, S. S. da.; LOURENÇO, G. da S. Crescimento inicial da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. In: IV WINOTEC- WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO, Fortaleza, p.24, 2012.

LIMA, H. V. de. Influência dos sistemas orgânico e convencional de algodão sobre a qualidade do solo no município de Tauá - CE. Fortaleza – CE. Universidade Federal do Ceará. 2001. 53 p. Dissertação (Mestrado).

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**, v. 11, p. 15-21, 2007.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. L.; JERÔNIMO, J. F.; VALE, L.S.; PAIXÃO, F. J. R.; BELTRÃO, N. E. M., Substratos para produção de mudas de mamona – 1 esterco bovino associado a quatro fontes de matéria orgânica. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, Campina Grande, PB, 2004. **Anais...** Campina Grande, Embrapa Algodão, 2004. CD ROOM

MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALCARDE, J. C. Adubos e adubações. São Paulo: Nobel, 200p, 2002.

MARTINEZ, V.; LAUCHLI, A. Salt-induced of phosphate-leptake in plants of cotton. **New phitol., Cambridge**, v. 126, n. 4, p. 609-614,1994

MASS, E.V.; HOFFMAN, G.J. Crop salt tolerance current assessment. **Journal of the Irrigation and Drainage Engineering**, v.103, p.115-134, 1977.

MEDEIROS, A. A., FILHO, J. E. P., MEDEIROS, M. G. Ensaio de algodão colorido no nordeste. In: 8º Congresso Brasileiro de Algodão & I Cotton Expo 2011, São Paulo, SP – 2011

MEDEIROS, J. da C. Efeito da adubação do algodoeiro arbóreo precoce. In: EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. Campina Grande – CNPA, 1991, p.388-389. Relatório Técnico Anual 1987-1989.

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. Aproveitamento Sustentável de Aquíferos Aluviais no Semiárido. Água Subterrânea: Aquíferos Costeiros e Aluviões, Vulnerabilidade e Aproveitamento. Tópicos especiais em Recursos Hídricos v. 4. Recife: ed. Universitária da UFPE, 2004. 447 p.

NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS NETO, J.; GHEYI, H. R. Crescimento do pinhão-manso irrigado com águas salinas em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 5, p. 551-558, 2009.

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. p. 189-253. 1991.

OLIVEIRA, A. P.; SANTOS, J. F.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; SANTOS, M. C. C. A.; OLIVEIRA, N. P.; SILVA, N. V. Yield of sweet potato fertilized with cattle manure and biofertilizer. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 277-281. 2010.

OLIVEIRA, F. A. de; CAMPOS, T.G. da S.; OLIVEIRA, B.C. Efeito de substratos salinos na germinação, vigor e no desenvolvimento do algodoeiro herbáceo. **Engenharia Agrícola**, v.18, n.2, p.1-10, 1998.

OLIVEIRA, L. B. de; RIBEIRO, M. R.; FERREIRA, M. da G. de V. X.; LIMA, J. F. W. F. de; MARQUES, F. A. Inferências pedológicas aplicadas ao perímetro irrigado de Custódia, PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1477-1486, 2002.

OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. 26, 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: UFPB, p. 1-36, 1997.

OLIVEIRA, T. C. de; REIS, J.; ARAÚJO, C. A. de S.; FREITAS, M. do S. C. Efeito da salinidade na atividade microbiológica em esterco caprino e bovino. In: **IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte nordeste de Educação Tecnológica**. Belém-PA-2009.

PEREIRA, E. R. de L. Tolerância de genótipos do algodão colorido ao Estresse salino. Campina Grande-PB: Universidade Estadual da Paraíba, 2012. 105p. Dissertação Mestrado.

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 Agroambiente**, v. 6, n. 3, p. 195 – 204, 2012.

POGGIANI, F.; GUEDES, M. C.; BENEDETTI, V. Aplicabilidade de biossólidos em plantações florestais: I. Reflexo no ciclo dos nutrientes. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguaruina: EMBRAPA, 2000. p.63-178.

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

RAMIREZ, H.; RODRIGUEZ, O.; SHAINBERG, I. Effect of gypsum on furrow erosion and intake rate. **Soil Science**, v.164, p.351-357, 1999.

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. (ed) In: **Química e mineralogia do solo**. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 2., cap.19, p.449- 484, 2009.

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.

RUIZ, H. A., SAMPAIO, R. A., OLIVEIRA M. de, ALVAREZ V., V. H. Características químicas de solos salino-sódicos submetidos a parcelamento da lâmina de lixiviação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.1119-1126, 2004.

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**, v.3, n.3, p.195-200. 1999.

SANTOS, J. G. R. dos. Desenvolvimento e produção da bananeira nanica sobre diferentes níveis de salinidade e lâminas de água. Campina Grande: UFPB. 173p. 1997. Tese Doutorado

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

SANTOS, R. V. dos. Correção de um solo salino-sódico e absorção de nutrientes pelo feijoeiro vigna (*Vigna unguiculata* (L) Walp). Piracicaba: ESALQ, 1995. 120p. Dissertação Mestrado

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 – 82, 2006.

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**, v.3, n. 4, p. 354-359, 2008.

SILVA, M. N. B.; BELTRÃO, N. E. de M.; CARDOSO, G. D. Adubação do algodão colorido BRS 200 em sistema orgânico no Seridó Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 2, p 222-228, 2005.

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

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

SMITH, A. P. CHEN, D. CHALK, P. M. N₂ fixation by fababean (*Vicia faba* L.) in a gypsum-amended sodic soil. **Biology and Fertility of Soils**. Berlin, v.45, n.3, p.329–333, 2009.

STAUT, L. A.; KURIHARA, C. H. **Calagem e adubação**. In: Embrapa Agropecuária Oeste. Algodão: tecnologia de produção. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste/Embrapa Algodão, 2001. cap.5, p.103-123.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p

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.

VAN RAIJ, V. B. Reações de gesso em solos ácidos. In: Seminário sobre o uso do gesso na agricultura, 2., Uberaba, 1992. São Paulo: IBRAFOS, 1992. p.106-119.

VASCONCELOS, M. F. de. Comportamento de cultivares do algodoeiro herbáceo sob diferentes percentagens de sódio trocável. 1990. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Agrícola. 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.