



ARTIGO CIENTÍFICO

Aplicação de corretivos alternativos em solo salinizado com cultivo de *Sorghum bicolor* L

*Application of alternative correctives in salinized soil with cultivation of *Sorghum bicolor* L*

Alciênia Silva Albuquerque¹, Nathan Castro Fonsêca^{2*}, Rivaldo Vital dos Santos³

Resumo: Em regiões semiáridas, a irrigação é uma prática constante e necessária para o cultivo de algumas espécies de plantas, mas a má gestão favorece a degradação das propriedades físicas e químicas do solo devido ao processo de salinização, causando baixa produtividade e abandono das terras. Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da aplicação de gesso e coprodutos alternativos na recuperação de solos salinos e no possível cultivo de *Sorghum bicolor* (L. Moench). Foi realizado um experimento em esquema fatorial 2x2x5, constituído por dois níveis de gesso (ausência e presença), dois níveis de coprodutos (vermiculita + esterco bovino e caulim + esterco bovino) e cinco doses de cada composto (0, 15, 30, 45 e 60%) volume por vaso (v:v). Cada tratamento foi replicado três vezes, totalizando 60 vasos com capacidade de 9 L. Após a aplicação dos corretivos e dos compostos foram semeadas dez sementes de *Sorghum bicolor* por vaso. Quinze dias após a germinação, realizou-se o desbaste, mantendo três plantas por vaso. Foram avaliadas as características químicas do solo e parâmetros de crescimento das plantas, como altura, número de folhas, diâmetro do colo, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz. Verificamos que a aplicação corretiva melhorou os atributos químicos do solo, permitindo que áreas degradadas e abandonadas voltem a ser produtivas. Recomendamos a aplicação do coproduto caulim com esterco bovino, o que favorece o crescimento inicial das espécies *Sorghum bicolor* constituindo-se em alternativa eficiente para minimizar os efeitos nocivos da salinidade causada ao solo, ao meio ambiente e à produtividade.

Palavras-chave: Biomassa vegetal; Coprodutos; Salinidade; Sorgo

Abstract: In semi-arid regions, irrigation is a constant and necessary practice for the cultivation of some plant species, but poor management favors the degradation of physical and chemical properties of soil due to the salinization process, causing low productivity and land abandonment. Therefore, this study aimed to evaluate the efficiency of the application of gypsum and alternative coproducts in the recovery of saline soils and the possible cultivation of *Sorghum bicolor* (L. Moench). We performed an experiment in a factorial design 2x2x5, consisting of two levels of gypsum (absence and presence), two levels of co-product (vermiculite + bovine manure and kaolin + bovine manure) and five doses of each compound (0, 15, 30, 45 and 60%) volume per pot (v:v). Each treatment was replicated three times, totaling 60 vessels with a capacity of 9 L. After corrective and compounds application we sown ten seeds of *Sorghum bicolor* per vase. Fifteen days after the germination we perform the thinning maintaining three plants per pot. We evaluated the chemical characteristics of the soil and plant growth parameters, such as height, number of leaves, collar diameter, shoot fresh mass, shoot dry mass and root dry mass. We verified that the corrective application improved the chemical attributes of the soil allowing degraded and abandoned areas to be productive again. We recommended the application of the co-product kaolin with cattle manure, what favor the initial growth of the species *Sorghum bicolor* constituting an efficient alternative to minimize the harmful effects of salinity caused to the soil, environment, and productivity.

Keywords: Vegetable biomass; Co-products; Salinity; Sorghum

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 18/04/2018; aprovado em 05/09/2018

¹Mestra em Ciências Florestais, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE; (83) 987104205, alciencia_albuquerque@hotmail.com

²Doutorando em Ciências Florestais, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE; (89) 999060340, nathanflorestal@hotmail.com

³Professor do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB; (83) 999496166, vitalrivaldo@gmail.com



INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a necessidade do uso de técnicas que atendam as demandas nos vários setores de mercado, em especial o setor alimentício, têm crescido, e em consequência, as áreas destinadas à agricultura têm-se expandindo (FORNAZIER; VIEIRA FILHO, 2012; GASQUES et al., 2012). Para as regiões áridas e semiáridas, marcadas pelo baixo índice pluviométrico (SILVA; SILVA, 2016), tem havido a necessidade da utilização de técnicas que supram às necessidades hídricas, e que tornem essas regiões favoráveis à produtividade de diversas culturas, já que a demanda hídrica não é suprida apenas com as precipitações (AGUIAR NETTO et al., 2007).

Assim, nas regiões áridas e semiáridas o uso da irrigação se faz necessário, porém, essa prática tem ocasionado à degradação das propriedades físicas e químicas do solo, devido ao surgimento de salinidade e sodicidade, em decorrência do manejo pouco eficaz da irrigação, associado à drenagem deficiente, consequência da baixa permeabilidade dos solos, e também das condições topográficas desfavoráveis e a constante exploração agrícola das terras.

Devido aos problemas de degradação do solo ocasionados nos perímetros irrigados, à baixa produtividade (MUNNS; TESTER, 2008) e o abandono das terras é uma prática constante. O uso de corretivos, principalmente o gesso, vem sendo uma opção para a recuperação dessas áreas. Além disso, a avaliação de fontes alternativas, como coprodutos de mineradoras (por exemplo, a vermiculita e o caulim) e esterco bovinos, constituem opções promissoras (LEITE et al., 2016), pois o uso destes subprodutos na agricultura, contribui para a solução dos problemas ambientais, ocasionados aos serem descartados no ambiente e na disponibilidade de nutrientes essenciais para as plantas (PEREIRA et al., 2008).

A espécie vegetal, *Sorghum bicolor* (L. Moench) considerada tolerante à salinidade (TABOSA et al., 2007; OLIVEIRA; GOMES FILHO, 2011; BONFIM-SILVA et al., 2012) também, pode se constituir como uma alternativa viável para o aproveitamento de recursos hídricos e solos afetados por sais (KRISHNAMURTHY et al., 2007). Trata-se de uma planta que vem se destacando na agropecuária brasileira (CONAB, 2016), por ser fonte de energia, com alta

digestibilidade, produtividade e adaptação a ambientes secos e quentes (RANI et al., 2010). A planta tem sido uma excelente opção para diversos fins, tais como a silagem, corte verde, pastejo e os grãos em rações para animais, trata-se ainda de uma espécie de características favoráveis em situações de déficit hídrico e em condições de baixa fertilidade dos solos (BUSO et al., 2011).

Diante do exposto, é possível que a aplicação combinada de corretivos, coprodutos de mineradoras e esterco bovino, seja uma alternativa para mitigar os efeitos causados aos solos pela salinidade, possibilitando assim, o cultivo de espécies agrícolas, a exemplo do *Sorghum bicolor*, de modo que essas áreas voltem a ser produtivas, evitando assim, o abandono. Por essa razão, objetivou-se avaliar a eficiência da aplicação de gesso e coprodutos alternativos na recuperação de solos salinos e no possível cultivo de *Sorghum bicolor* (L. Moench).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação, localizada no Centro de Saúde e Tecnologia Rural, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos, Paraíba sob as coordenadas geográficas: latitude 7° 13'08"S, longitude 35° 54'05" N e altitude de 250 metros.

O solo foi coletado em lote salinizado do Perímetro Irrigado Engenheiro Arco Verde, Condado-PB, distante 377 km da capital João Pessoa. Nesta região a temperatura média mensal varia de 24 °C a 27 °C. Os meses com maior temperatura correspondem ao período de outubro a dezembro e com menor temperatura, de maio a agosto. Predomina o clima semiárido, caracterizado por uma precipitação média anual em torno de 785 mm, e evaporação média anual da bacia em torno de 2.290 mm (INMET, 2018). A geologia é caracterizada por solos rasos, pedregosos e impermeável (LEITE et al., 2012).

O lote onde foi realizada a coleta de solo encontra-se abandonado devido o processo de salinização (LEÃO et al., 2009). As amostras foram coletadas de 0-30 cm de profundidade e, após secas ao ar e destorroadas foram passadas em peneira com malha de 2 mm de abertura e, em seguida, homogeneizadas para posterior caracterização química e física (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química e física do solo no perímetro irrigado Engenheiro Arco Verde, Condado, Paraíba.

Análise química do solo											
pH	P (Mg kg ⁻¹)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	CTC	V	PST	CE _{1,5}	
		(cmolc dm ³)							%		(dS m ¹)
6,35	62,9	6,1	3,1	0,45	19,57	1,1	30,3	96,4	64,58	0,8	
Análise física do solo											
		Areia (g kg ⁻¹)	Argila (g kg ⁻¹)	Silte (g kg ⁻¹)							
		300	240	460							

As análises iniciais, química e física das amostras, foram realizadas seguindo método proposto por Camargo et al. (1986). O extrato de saturação do solo foi obtido segundo o procedimento descrito em Embrapa (2011). O cálcio (Ca) e o magnésio (Mg) foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o sódio (Na) e potássio (K) por fotometria de emissão (EMBRAPA, 2011). A partir desses foi calculada a Porcentagem de Sódio Trocável (PST) por meio da Equação 1.

$$PST = \frac{Na}{CTC} \cdot 100 \quad (1)$$

Em que: PST = Porcentagem de Sódio Trocável; Na = sódio; CTC = Capacidade de troca de cátions.

Os tratamentos testados foram: ausência e presença (100% da necessidade) de gesso agrícola, dois tipos de composto: (1) coproduto de vermiculita + esterco bovino (2:3,

v:v) e (2) coproduto de caulim + esterco bovino (2:3, v:v) e 5 doses de cada composto (0, 15, 30, 45 e 60%) volume por vaso (v:v), com 3 repetições, totalizando 60 vasos, com capacidade para 9 litros.

Na primeira etapa do experimento foi aplicado gesso em metade dos vasos (n=30). Antes de sua aplicação, o gesso agrícola foi peneirado em malha de 2,0 mm, sendo posteriormente incorporado e homogeneizado ao solo. A quantidade de gesso aplicada foi de 8,3gkg⁻¹, calculada pela equação (Na = 1,2NG-0,52) (CHAUHAN; CHAUHAN, 1979). Em seguida, os vasos com ausência (n=30) e presença de gesso agrícola (n=30) foram mantidos incubados por um período de 40 dias, a 70% da capacidade de campo.

Após os 40 dias foram realizadas três lavagens do solo com intervalo de 24 horas, em seguida aplicou-se um volume d'água equivalente a 1L por vaso. 24 horas depois das lavagens foram coletadas amostras de 50g de solo de cada vaso para análise química do solo, seguindo o procedimento descrito em Embrapa (2011). Observou-se os valores de pH, P(Mg kg⁻¹), Ca⁺², K⁺, Mg⁺², Na⁺, H⁺+Al³⁺ e CTC (cmol dm⁻³), PST, V(%) e CE (dS m⁻¹). Posteriormente, procedeu-se a semeadura, onde foram colocadas dez sementes/vaso da espécie *S. bicolor* e quinze dias após a germinação foi efetuado o desbaste, mantendo-se três plantas por vaso.

Após três meses de crescimento das plantas, foram efetuadas medições da altura da planta, diâmetro do colo (DC), número de folhas (NF) de cada planta/vaso e, sucessivamente foram cortadas e a parte aérea acondicionadas em sacos de papel, obtendo-se a massa fresca foliar da parte aérea (MFPA) a partir da pesagem do material fresco em balança analítica de precisão a 0,001g, em seguida as amostras foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e postas para secar em estufa com ventilação forçada a 60°C até atingirem o peso constante, posteriormente realizou-se a pesagem do material em balança analíticas, obtendo-se a massa seca da parte aérea (MSPA). As raízes também foram coletadas, lavadas em água corrente, e secas em estufa com ventilação forçada a 60 °C e por fim pesadas, para obtenção da massa seca radicular (MSR).

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 2 x 2 x 5, sendo dois níveis de gesso (ausência e presença), dois níveis de coprodutos (vermiculita + esterco bovino e caulim + esterco bovino) e cinco doses de cada composto (0, 15, 30, 45 e 60%). Para verificar o efeito do corretivo (Gesso) e dos coprodutos foi realizada a análise de variância e aplicado o teste de média, Tukey a 5 %. Para o efeito das doses, regressão polinomial. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa computacional Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se que a aplicação do corretivo (gesso) proporcionou redução do pH, dos teores de Na trocável mais solúvel e do PST e aumento dos demais atributos químicos (Ca⁺², Mg⁺², H⁺+Al³⁺, CTC e CE) (Tabela 2), confirmando os achados por Sá et al. (2013) que ao aplicar o gesso agrícola observaram melhorias químicas no solo salino-sódico, especialmente diminuindo a percentagem de sódio trocável e do pH e aumentando os teores de cálcio e magnésio trocáveis. A redução do pH pode ser explicada pela lixiviação dos ânions carbonatos, bicarbonatos e hidroxilas do solo (ALBUQUERQUE et al., 2018). Em geral a salinidade está

relacionada a sais do tipo cloreto de sódio, sulfato de cálcio e magnésio, e ainda, bicarbonatos, portanto, como estão na forma de hidróxidos, essas substâncias ao se solubilizarem em presença de água são lixiviados, deixando um déficit de OH⁻ no solo e ficando mais H⁺, reduzindo o pH do solo.

A diminuição dos teores trocáveis de Na⁺ pela aplicação do gesso, também foram constatada em outros estudos (LEITE et al., 2007; SOUSA et al., 2012), sendo este resultado decorrente, principalmente, do deslocamento do sódio do complexo de troca pelo cálcio liberado pelo corretivo.

Esse comportamento também foi diagnosticado por Silveira et al. (2007), que estudando a aplicação de gesso na correção de solo salino-sódico, verificou como sendo a substituição do Na⁺ trocável pelo Ca²⁺ que passa para a solução do solo e lixivia com a irrigação. Melo et al. (2008) complementam que a solubilidade do gesso depende ainda de outros fatores, tais como a granulometria, concentração de cloreto, e temperatura, liberando mais ainda o Ca²⁺ na solução, condizendo com os resultados apresentados.

O aumento de Ca²⁺ observado após a aplicação do gesso é explicado pelo incremento acentuado de Cálcio em virtude do fornecimento do elemento pelo corretivo (BARROS et al., 2009), além disso, o gesso eleva inicialmente a condutividade elétrica (CE) do extrato de saturação do solo e a liberação de Ca²⁺ no solo é acentuada quando aplicado o gesso + esterco bovino.

Com relação ao aumento do Mg⁺², pode ser resposta da ação do gesso na solubilização de sais do solo ricos no elemento que pode aumentar os teores da mistura salina no extrato de saturação (LEITE et al., 2007). O aumento desses nutrientes (Ca⁺², Mg⁺², H⁺+Al³⁺) com a aplicação do gesso proporcionou uma maior capacidade de troca de cátion (CTC) no solo.

Avaliando os parâmetros de crescimento da espécie *S. bicolor* com presença e ausência do corretivo gesso, foi observado um aumento significativo da Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA), ocorrendo o oposto na Massa Seca Radicular (MSR) que obteve uma redução. Leite et al. (2016) estudando os parâmetros de crescimento da espécie *Passiflora edulis fo. flavicarpa* observaram que em média o maior comprimento das plantas foi atingido com a aplicação de gesso agrícola ao solo. Quanto às demais variáveis, não constatou diferenças significativa (Tabela 3). Tais resultados estão de acordo com Aquino (2007), que em sua pesquisa notou que em solo salino a proporção de limbos foliares aumentaram e ocorreu uma redução da partição de matéria seca para colmos e raízes em *S. bicolor*.

Avaliando o efeito dos coprodutos nos parâmetros de crescimento da espécie *S. bicolor* (Tabela 4), constatou-se aumento no número de folhas, com o composto 2, superando o composto 1, corroborando com a pesquisa de Leite et al. (2016) que obtiveram o mesmo resultado. Assim, podemos observar que a aplicação do composto 2, pode ser uma alternativa, para maior produção de folhas, dado bastante útil na utilização do *S. bicolor* como pastagem.

Analisando os possíveis efeito dos compostos (1 e 2) nos diferentes tipos de tratamentos (ausência e presença de gesso) (Tabela 5), observou-se um aumento somente na variável NF para a espécie *S. bicolor* na combinação do composto 2 e 100% da necessidade de gesso. Nas demais variáveis não houve influencia dos tratamentos. Leite et al. (2016), mencionaram em sua pesquisa que o coproduto de

caulim com gesso teve melhor desempenho nos parâmetros de crescimento de planta e que isso pode está relacionado com a baixa CTC, a qual pode reter maior quantidade deste cátion no solo, diminuindo sua lixiviação.

Tabela 2. Atributos químicos do solo após sucessivas lavagens.

Gesso	pH	P	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	CTC	PST	V	CE _{1:5}
%		(Mg kg ⁻¹)(cmolc dm ³)					%		(dS m ⁻¹)
00	8,7 a	121,3a	8,9b	3,7 b	0,27a	27 a	0,63 b	41,3 b	65,3a	98,8a	0,89 b
100	7,9 b	123,6a	20,3a	5,5 a	0,28a	19 b	0,77 a	45,9 a	41,3b	98,5a	1,25 a

Tabela 3. Efeito da ausência e presença de gesso nos parâmetros de crescimento da espécie *Sorghum bicolor*.

Gesso	Altura	NF	DC	MFPA	MSPA	MSR
%	(cm)		(mm) g vaso ⁻¹		
00	84,9 a	8,3 a	8,6 a	65,4 a	8,6 a	2,4 b
100	82,7 a	8,0 a	8,9 a	51,8 b	8,0 a	4,5 a

Tabela 4. Efeito dos compostos nos parâmetros de crescimento da espécie *Sorghum bicolor*

Composto	Altura	NF	DC	MFPA	MSPA	MSR
%	(cm)	(mm) g vaso ⁻¹			
C1	82,5 a	7,9 b	8,7 a	55,5 a	7,9 a	3,8 a
C2	85,1 a	8,3 a	8,8 a	61,8 a	8,6 a	3,1 a

Tabela 5. Efeito dos compostos nos diferentes tipos de tratamentos.

Gesso	Composto	Altura	NF	DC	MFPA	MSPA	MSR
%		(cm)		(mm) g vaso ⁻¹		
00	C1	84,6 a	8,3a	8,5 a	60,3 a	7,8 a	2,8 a
	C2	85,3 a	8,3a	8,7 a	70,5 a	8,1 a	1,9 a
100	C1	80,3 a	7,6 b	8,7 a	50,3 a	8,1 a	4,8 a
	C2	85,0 a	8,4 a	9,0 a	56,6 a	9,1 a	4,2 a

Em que: NF = número de folhas, DC = diâmetro do colo, MFPA = massa fresca foliar da parte área, MSPA = massa seca foliar da parte área, MSR= massa seca radicular, C1= coproduto de vermiculita + esterco bovino/ C2= coproduto de caulim + esterco bovino. Nas colunas, números seguidos de letras distintas diferem a 5% de probabilidade segundo teste de Tukey.

Os efeitos das dosagens dos compostos no tratamento com presença de gesso resultou no aumento dos parâmetros de crescimento nas plantas, com exceção da MSR, porém, foi observado que o tratamento que não recebeu gesso também respondeu de forma positiva em todas as variáveis (Figura 1). Esses resultados justificam a importância da utilização dos compostos na recuperação dos solos e consequentemente no cultivo de espécies agrícolas, visto que uso de compostos à base de caulim, vermiculita e matéria orgânica, associados ou não ao gesso agrícola, também contribui para diminuir a salinidade do solo e isso pode ter favorecido o crescimento das plantas.

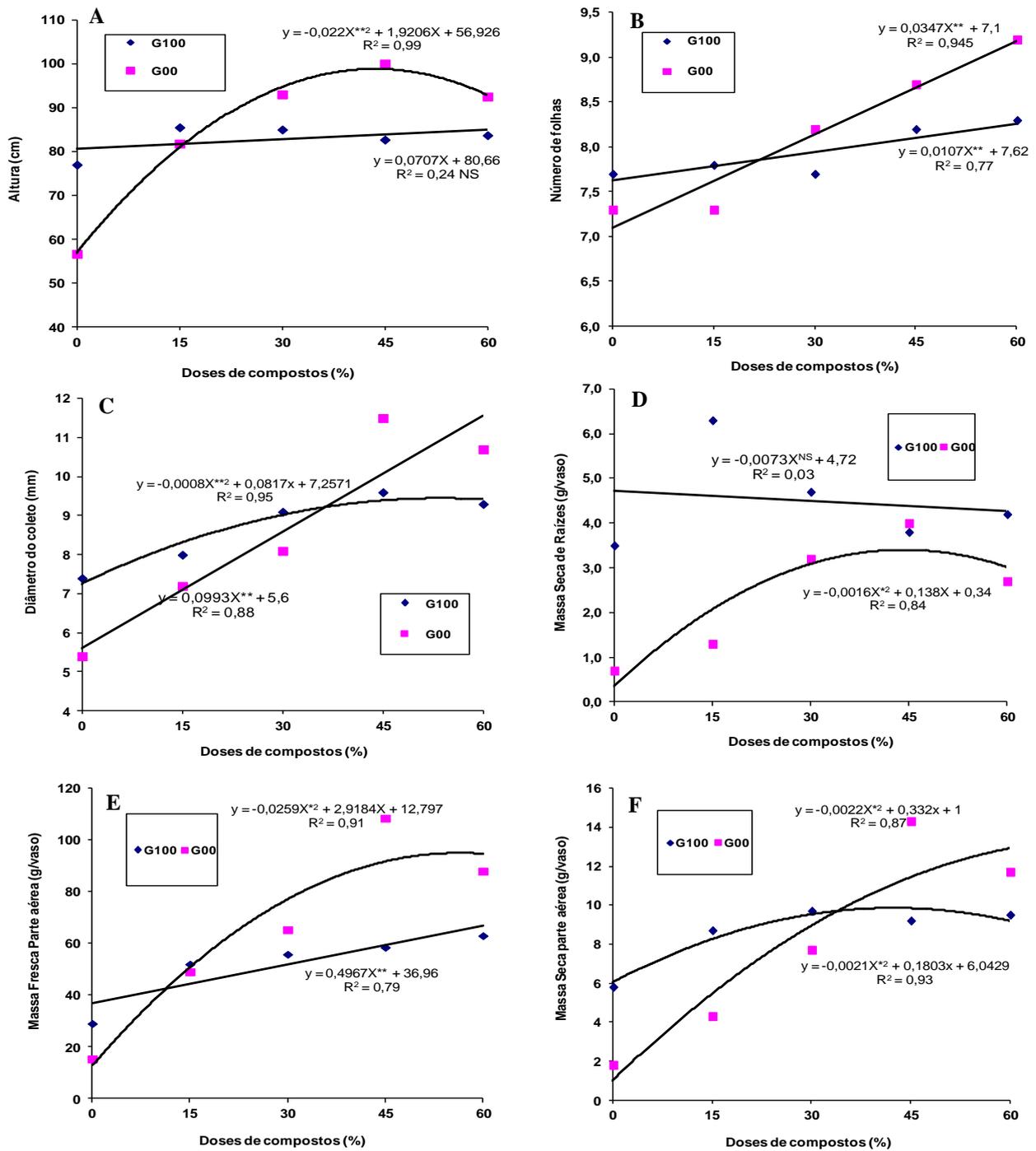
A variável altura, na ausência de gesso, indicou um crescimento máximo entre as doses de 30% e 45% dos compostos, efeito contrário ao observado com a presença de gesso, que não influenciou no crescimento em altura das plantas (Figura 1A). Quanto ao número de folhas, os dois tipos de tratamentos obtiveram resultados satisfatórios, apresentando uma maior quantidade de folhas, na medida em que aplicou-se as doses crescentes de compostos (Figura 1B). Já na variável diâmetro do colo, o tratamento ausência de gesso mostrou-se mais eficiente, apresentando um maior crescimento das plantas nas doses de 30% e 45% dos compostos (Figura 1C).

Para a massa seca radicular, a presença de gesso não influenciou de forma positiva, ocorrendo uma queda de peso,

a medida em que aumentaram-se as doses. Na ausência do gesso, o comportamento foi contrário, ocorrendo um máximo de peso de massa seca radicular, entre as doses de 30% e 45% (Figura 1D). Na figura 1 (E e F) observa-se a Massa Foliar (Fresca e Seca), e os resultados demonstram que os diferentes níveis de gesso (ausência e presença) influenciaram de forma significativa, enfatizando um maior crescimento da massa fresca foliar no tratamento com presença de gesso na dose máxima aplicada dos compostos (60%).

De forma geral, os resultados apresentados indicam que o uso do gesso agrícola apesar de ter proporcionado melhorias nos atributos químicos do solo não teve influência direta no crescimento das plantas, corroborando com os achados por Leite et al. (2016) em que os compostos à base de vermiculita e de caulim respectivamente, independentemente da aplicação de gesso agrícola obtiveram resultados satisfatórios. Já Barros et al. (2009) verificaram em seu estudo que a aplicação de gesso incorporado ao solo promoveu maior percentagem de germinação e aumento nos parâmetros de crescimento das plantas. Diante das contradições e da pouca disponibilidade de informações na literatura a respeito do uso dos rejeitos de caulim e de vermiculita associado ao gesso agrícola na recuperação de solos salinos e na produção de espécie agrícola, sugere-se a realização de mais estudos testando esses materiais em associação.

Figura 1. Altura das plantas (A), Números de folhas (B), Diâmetro do colo (C), Massa seca de raízes (D), Massa fresca da parte aérea (E) e Massa seca da parte aérea (F) em função das doses de composto e dos tratamentos com ausência e presença de gesso.



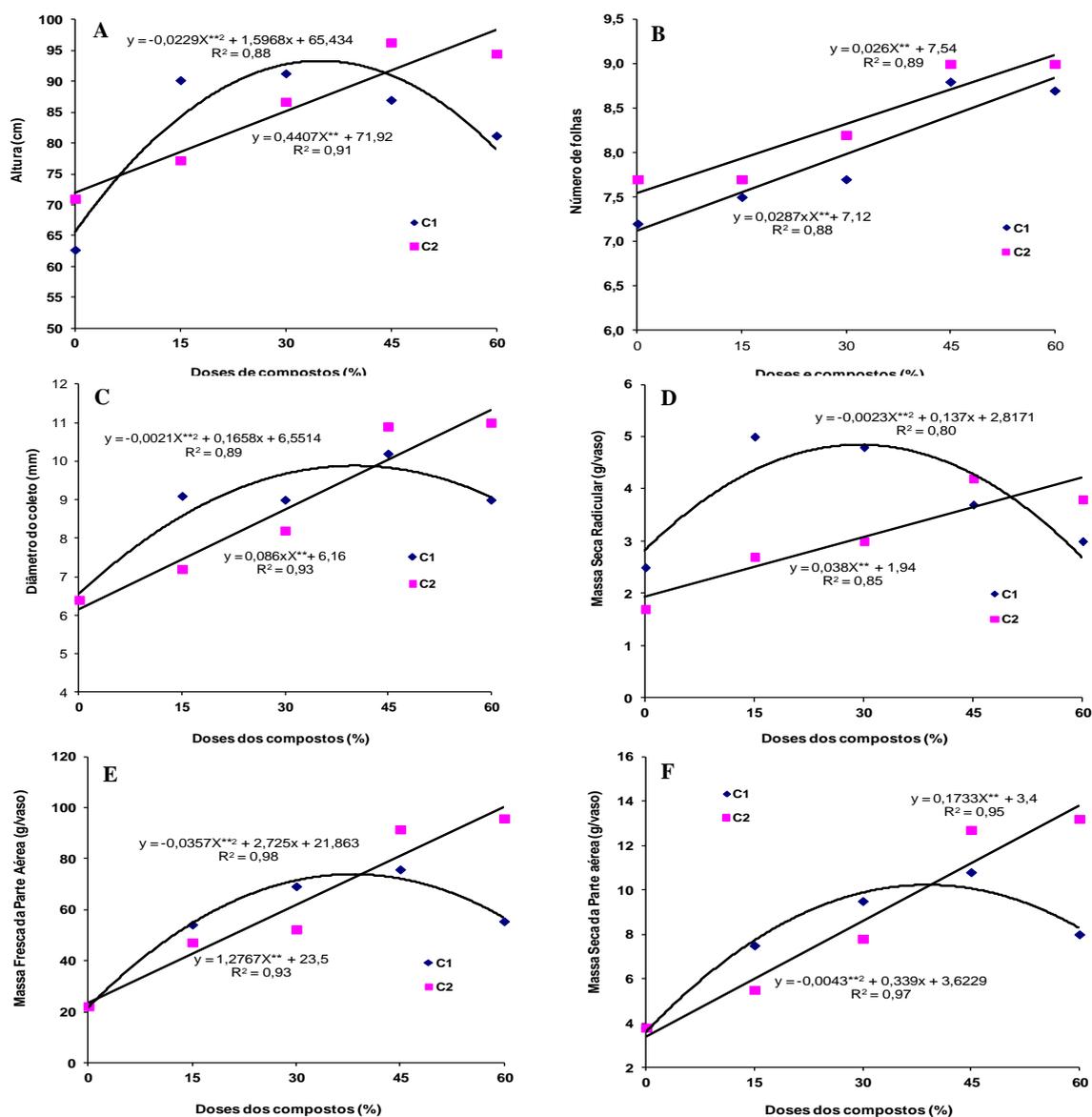
O crescimento das mudas, levando em consideração apenas o efeito dos compostos (1 e 2), permitiu concluir que ambos mostraram resultados satisfatórios (Figura 2), porém, é notório que o coproduto de caulim + esterco bovino foi quem se comportou de forma positiva em todas as variáveis, mostrando maior eficácia, em suas doses máximas avaliadas na presente pesquisa (45 e 60%).

Estudos têm demonstrado que a utilização do coproduto de caulim é uma ótima alternativa para obter mudas de qualidade em diferentes cultura agrícola, como também em

espécies arbóreas (CAMPOS et al., 2008; RODRIGUES et al., 2014; LEITE et al., 2016). Exemplo disso, é o trabalho de Campos et al. (2008) que observaram uma alta produção de mudas de *Annona muricata* L com maior altura, diâmetro do colo e número de folhas em substratos contendo caulim.

Segundo Pereira et al. (2008) o uso do rejeito de caulim também pode ser utilizado como componente do substrato para mudas de *Carica papaya*, recomendando o substrato constituído por 22% de rejeito de caulim, 29% de terra, 39% de esterco e 10% de areia.

Figura 2. Altura das plantas (A), Números de folhas(B), Diâmetro do colo(C), Massa seca de raízes(D), Massa fresca da parte aérea (E) e Massa seca da parte aérea (F) em função das doses de composto.



Estes resultados são promissores, haja vista que geram uma possibilidade concreta do uso deste subproduto industrial, minimizando desta forma os impactos decorrentes do acúmulo do mesmo no meio biofísico. Assim, de maneira geral, podemos considerar o composto 2, como sendo o mais eficiente, sendo sugestivo para aplicação em solos salino, e para o cultivo de *S. bicolor*.

CONCLUSÕES

A aplicação do corretivo (gesso) promoveu uma melhoria nos atributos químico do solo, reduzindo os teores de sódio trocável e solúvel do solo, contribuindo para a redução do pH e aumento dos demais atributos químicos, possibilitando que as áreas degradadas e abandonadas voltem a ser produtiva.

É recomendado a aplicação das doses máximas (45 e 60%) do coproduto caulim e esterco bovino no cultivo de *S. bicolor*.

REFERÊNCIAS

AGUIAR NETTO, A. O.; GOMES, C. C. S.; LINS, C. C. V.; BARROS, A. C.; CAMPECHE, L. F. S. M.; BLANCO, F. F.

Características químicas e salino-sodicidade dos solos do Perímetro Irrigado Califórnia, SE, Brasil. *Ciência Rural*, v. 37, p. 1640-1645, 2007.

AQUINO, A. J. S.; LACERDA, C. F.; BEZERRA, M. A.; FILHO, E. G.; COSTA, R. N. T. Crescimento, partição de matéria seca e retenção de Na⁺, K⁺ e Cl⁻ em dois genótipos de sorgo irrigados com águas salinas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.31, n.5, p.961-871, 2007.

ALBUQUERQUE, A. S.; SANTOS, R. V.; FONSÊCA, N. C. Atributos químicos de um solo salino sob efeito de composto organomineral. *Revista Ambientale*, Alagoas, v. 1, p. 9-16, 2018.

BARROS, M. 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*, Sergipe, v.9, n.1, p.77-82, 2009.

BONFIM-SILVA, E. M. KROTH, B. L.; SILVA, T. J. A.; FREITAS, D.C. Disponibilidade hídricas no desenvolvimento

- inicial de sorgo e pH do solo. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 397-407, 2012.
- BUSO, W. H. D.; MORGADO, H. S.; SILVA, L. B.; FRANÇA, A. F. S. Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. PUBVET, Londrina, v. 5, n. 23, 29p, 2011.
- CAMARGO, A. O.; MONIZ, A.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. Métodos de análise química, mineralógica e física do solo do Instituto Agrônomo de Campinas. Boletim técnico 106, Campinas, 94 p. 1986.
- CAMPOS, M. C. C.; MARQUES, F. J.; LIMA, A. G.; MENDONÇA, R. M. N. Crescimento de porta-enxerto de gravioleira (*Annona muricata* L.) em substratos contendo doses crescentes de caulim. Revista de Biologia Ciências da Terra, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 61-66, 2008.
- CHAUHAN, R. P. S.; CHAUHAN, C. P. S. A modification to Shoonover's method of gypsum requirement determination of soil. Australian Journal of Soil Research, Melbourne, v. 17, p.367-370. 1979.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Perspectivas para a Agropecuária safra 2015/2016. CONAB, Brasília, v. 3, p. 119-128, 2016.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análise de solo. 2 Ed. Atual, Rio de Janeiro – RJ. (Documentos/ Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 132), 225p. 2011.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia (UFPA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FORNAZIER, A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Heterogeneidade estrutural no setor agropecuário brasileiro: evidências a partir do Censo Agropecuário de 2006. Brasília: Ipea, n. 1708, 2012.
- GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; VALDES, C.; BACCHI, M. R. P. Produtividade da agricultura brasileira e os efeitos de algumas políticas. Revista de Política Agrícola, Brasília, n. 3, p.83-92 2012.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>. Acesso em: 18 março de 2018.
- KRISHNAMURTHY, L.; SERRAJ, R.; TOM HASH, C.; DAKHEEL, A. J.; REDDY, B. V. S. Screening sorghum genotypes for salinity tolerant biomass production. Euphytica, Wageningen, v. 156, p. 15-24, 2007.
- LEITE, M. J. H.; SANTOS, R. V. Efeito das lavagens nos atributos do solo em áreas salinizadas do cariri. Revista Verde, Mossoró, v. 7, n. 4, p.181 - 188, 2012.
- LEITE, M. J. H.; GOMES, A. D. V.; SANTOS, R.V.; ARAÚJO, J. L. Crescimento do Maracujazeiro Amarelo em Função de Gesso e Compostos com Rejeitos de Mineralização Aplicados em Solo Salinizado. Nativa, Sinop, v. 4, p. 353-359, 2016.
- LEITE, M. J. H.; SANTOS, R. V.; BEZERRA, R. M. R.; LUCENA, R. J.; SOUSA, K. L. Avaliação da fertilidade do solo em perímetros irrigados: Engenheiro Arcoverde e São Gonçalo, PB. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 7, p. 214-225, 2012.
- LEITE, E. M.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; SANTOS, R. V.; ALVES, G. da S.; CAVALCANTE, I. H. L. Correção da sodicidade de dois solos irrigados em resposta à aplicação de gesso agrícola. Irriga (UNESP Botucatu), v. 12, p. 168-176, 2007.
- LEÃO, A. B.; CHAVES, L. H. G.; CHAVES, I. B.; GUERRA, H. O. C.; ANDRADE, A. R. S. Variabilidade Espacial da salinidade dos solos do perímetro irrigado Engenheiro Arcoverde de Condado, Paraíba. Engenharia Ambiental (UNIPINHAL. Impresso), v. 6, p. 404-421, 2009.
- MELO, R. M.; BARROS, M. F. C.; SANTOS, P. M.; ROLIM, M. M. Correção de solos salino-sódicos pela aplicação de gesso mineral. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.12, p.376-380, 2008.
- RANI, C. R.; CHAUDHARY, R.; SINGH, A.; SINGH, P. K. Salt tolerance of *Sorghum bicolor* cultivars during germination and seeding growth. Research Journal of Recent Sciences, v.1, n.3, p.1-10, 2012.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanism of Salinity Tolerance. Annual Review Plant Biology, v. 59, p. 651-681, 2008.
- OLIVEIRA, A. B.; GOMES FILHO, E. Cultivo hidropônico de sorgo sob estresse salino com sementes envelhecidas artificialmente e osmocondicionada. Ciência Rural, Santa Maria, v. 41, n. 1, p. 10- 16, 2011.
- PEREIRA, W. E.; SOUSA, G. G. de; ALENCAR, M. L. de; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, G. L. Crescimento de mudas de mamoeiro em substratos contendo caulim. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró, v.3, n.1, p.27-35, 2008.
- RODRIGUES, R. D.; FREIRE, A. L. O.; NASCIMENTO NETO, J. H. Uso de rejeitos de mineração e materiais orgânicos na composição de substrato para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.). Engenharia Ambiental (Online), v. 11, p. 16-27, 2014.
- SÁ, F. V. S.; ARAÚJO, J. L.; NOVAES, M. C.; SILVA, A. P.; PEREIRA, F. H. F.; LOPES, K. P. Crescimento inicial de arbóreas nativas em solo salino-sódico do nordeste brasileiro tratado com corretivos. Revista Ceres (Online), Viçosa, v. 60, p. 388-396, 2013.
- SILVA, G.; SILVA, D. F. Análise da influência climática sobre a produção agrícola no semiárido cearense. Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, v. 9, n. 2, p.643-657, 2016.
- SILVEIRA, K. R. Influência da aplicação do gesso na água de irrigação sobre a salinidade, sodicidade e condutividade hidráulica de solos aluviais. 2007, 73f, Dissertação Mestrado, Recife: UFRPE, 2007.
- SOUSA F. Q.; ARAÚJO, J. L.; SILVA, A. P.; PEREIRA, F. H. F.; SANTOS, R. V.; LIMA, G. S. Crescimento e respostas fisiológicas de espécies arbóreas em solo salinizado tratado com corretivos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 6, p.173-181, 2012.
- TABOSA, J. N.; COLAÇO, W.; REIS, O. V.; SIMPLÍCIO, J. B.; CARVALHO, H. W. L.; DIAS, F. M. Sorghum genotypes evaluation under salinity levels and gamma ray. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 6, n. 3, p. 339-350, 2012.