

CORREÇÃO DE SOLO SALINO-SÓDICO COM SOLUÇÕES DE CLORETO DE CÁLCIO CULTIVADO COM SORGO SUDANENSE

Márcio Fléquisson Alves Miranda

Engenheiro Agrônomo. Universidade Federal Rural de Pernambuco, bolsista de iniciação científica CNPq/UFRPE
Email: marciofam@ig.com.br

Luiz Guilherme Medeiros Pessoa

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural de Pernambuco
Email: lguimedeiros@bol.com.br

Maria Betânia Galvão dos Santos Freire

Professora Adjunta do Departamento de Agronomia da UFRPE, Doutora em Solos e Nutrição de Plantas pela UFV
Email: betania@depa.ufrpe.br

Fernando José Freire

Professor Adjunto do Departamento de Agronomia da UFRPE, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas pela UFV
Email: f.freire@depa.ufrpe.br

Resumo: O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação, com o objetivo de avaliar o comportamento do sorgo sudanense em um solo normal e outro salino-sódico tratados com soluções de concentrações crescentes de cloreto de cálcio. Utilizaram-se duas amostras de um Neossolo Flúvico provenientes da região semi-árida da Paraíba com problemas de salinidade e sodicidade. Foi realizada a caracterização física e química das amostras de solo e foi montado um experimento em blocos casualizados em um arranjo fatorial 2 x 6, sendo dois solos e seis soluções de concentrações crescentes de cloreto de cálcio, com três repetições. Os solos foram acondicionados em vasos de polietileno com 5,0 kg de capacidade, sendo submetidos à passagem das soluções durante sessenta dias, sendo então feita uma amostragem para determinação do sódio trocável e cálculo da PST dos solos. Após este período, foi plantada uma cultivar de sorgo tolerante à salinidade, continuando a passagem das soluções sob irrigação diária. Aos 60 dias de aplicação das soluções de cloreto de cálcio, observou-se que houve uma diminuição da PST, que continuou sendo reduzida até os 120 dias, principalmente para o solo salino-sódico, corrigindo parcialmente a sodicidade. Os efeitos da salinidade foram evidentes no sorgo cultivado no solo salino-sódico, com problemas desde a germinação nos tratamentos de menor concentração de cloreto de cálcio, com melhoria no crescimento das plantas nos níveis intermediários e decréscimo no último nível, provavelmente, pela elevada concentração salina, refletindo na altura das plantas e na produção de matéria seca.

Palavras-chave: salinidade, percentagem sódio trocável, *Sorghum*

SALINE-SODIC SOIL CORRECTION WITH CALCIUM CHLORIDE SOLUTIONS CULTIVATED WITH SUDAN SORGHUM

Abstract: The work was developed in a greenhouse, with the objective to evaluate the behavior of Sudan sorghum in one normal and another saline-sodic soil treated with increasing concentration solutions of calcium chloride. Two samples of Alluvial Soil proceeding from the half-barren part of Paraíba, Brazil, with salinity and sodicity problems had been used. The physical and chemical characterization of soil samples was carried and was mounted an experiment in randomized block type, at 2 x 6 factorial arrangement, being two soils and six solutions of calcium chloride with increasing concentrations, in three replicates. The soil had been conditioned in polyethylene vases with 5,0 kg of capacity, being submitted to the ticket of the solutions during sixty days, being then made a sampling for determination of the exchangeable sodium and the calculation of ESP. After this period, was planted one sorghum tolerant cultivar to salinity, being continued the ticket of the solutions under daily irrigation. At 60 days of application of calcium chloride solutions, it was observed that it had a reduction of the ESP, which continued being reduced until the 120 days, mainly for the saline-sodic soil, correcting the sodicity partially. The effect of the salinity had been evident in sorghum cultivated in saline-sodic soil, with problems since the germination in the treatments of lesser calcium chloride concentration, with improvement in the growth of the plants in the intermediate levels and decrease in the last level, probably, for the raised saline concentration, reflecting in the height of the plants and the production of dry matter.

Key words: salinity, exchangeable sodium percentage, sorghum

INTRODUÇÃO

A salinidade e a sodicidade resultam do acúmulo de sais solúveis e sódio trocáveis, prejudicando e limitando o desenvolvimento dos cultivos. Estes fatores ocorrem, principalmente, em regiões áridas e semi-áridas, devido a processos naturais, como a evapotranspiração maior que a pluviosidade; ou antrópicos, como uma irrigação mal conduzida e sem uma drenagem eficiente para a lixiviação dos sais em excesso. A condição climática em que a baixa precipitação pluvial da região não é suficiente para lixiviar os sais acumulados, juntamente com condições de relevo que dificultam a drenagem em áreas baixas do terreno, provoca a ascensão dos sais solúveis do lençol freático, concentrando-os na superfície do solo (OLIVEIRA, 1997).

Os solos salinos-sódicos contêm sais solúveis suficientes para interferir no crescimento adequado da maioria das plantas, contendo também quantidades prejudiciais de sódio trocável, que degrada as propriedades físicas dos mesmos. O manejo dos solos afetados por sais é de difícil implementação, pois se o excesso dos sais solúveis fosse carregado pela água de irrigação, seria grande o prejuízo para esses solos, pois seriam transformados em sódicos, os quais apresentam inúmeras desvantagens, tais como: partículas dispersas e reação fortemente alcalina, tornando-se solos impermeáveis e difíceis de serem trabalhados. Uma das alternativas utilizadas para diminuir o impacto dos sais nos solos tem sido a aplicação de corretivos que venham a diminuir o excesso de sódio e reduzir o pH (SANTOS, 1995).

O gesso é o corretivo mais comumente utilizado pelo seu baixo custo. Contudo, pela reduzida solubilidade, requer mais tempo e água do que outros corretivos. Por outro lado, o cloreto de cálcio é muito solúvel, produzindo uma solução de elevada concentração eletrolítica, sendo eficiente na correção de solos sódicos com menores quantidades de água e num tempo mais reduzido que o gesso, mas seus custos são elevados, tornando ainda mais dispendiosas as operações de correção de tais solos (RICHARDS, 1954; RIBEIRO et al., 2003).

Os sais que predominam nas regiões áridas e semi-áridas são formados pelos cátions cálcio, magnésio, sódio e potássio e pelos ânions cloreto, sulfato, carbonato e bicarbonato. Dependendo das concentrações totais de sais e da distribuição entre os cátions e ânions citados, os solos salinos formados podem apresentar-se distintos em termos de morfologia, propriedades físico-químicas, refletindo sobre seu potencial produtivo. Este fato evidencia-se, principalmente, pela predominância de sais de sódio no meio. Quando este elemento domina o complexo sortivo do solo em relação ao cálcio, o solo pode apresentar dispersão de colóides, que conduz a degradação de suas propriedades físicas (FREIRE et al., 2003a). Esta degradação constitui impedimento ao movimento do ar e da água, dificultando o processo de

infiltração e podendo ocasionar a formação de lençol freático superficial. Isto vai agravar ainda mais a salinidade, pois dificulta a drenagem e a retirada dos sais do ambiente.

A utilização de corretivos associados ao cultivo de plantas adaptadas a estas condições pode ser uma alternativa bastante viável para a utilização das áreas salinizadas. Considerando a capacidade de adaptação da cultura do sorgo a solos com problemas de salinidade, esta gramínea tem se mostrado como uma boa alternativa para a região semi-árida (LIRA, 1984).

O presente trabalho teve como objetivos avaliar o efeito do uso de soluções de cloreto de cálcio na correção da sodicidade do solo e no crescimento do sorgo Sudanense, bem como os teores dos cátions cálcio, magnésio e sódio nas plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação no Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), utilizando-se duas amostras de um Neossolo Flúvico, sendo um classificado como normal e outro salino-sódico, provenientes do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, município de Souza, na Paraíba, região de clima semi-árido.

As amostras foram coletadas à profundidade de 0-20 cm, secas ao ar, destorroadas, peneiradas em malha de 2 mm para a obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Com a TFSA obteve-se a pasta saturada dos solos, na qual foram medidos a condutividade elétrica (CE) e o pH conforme RICHARDS (1954). Na caracterização química foram determinados os cátions trocáveis por extração com acetato de amônio (THOMAS, 1982), sendo o sódio e o potássio dosados por fotometria de chama e o cálcio e o magnésio por espectrofotometria de absorção atômica. A capacidade de troca de cátions (CTC) foi determinada pelo método do acetato de sódio e acetato de amônio (RICHARDS, 1954). Na caracterização física foram determinados: a granulometria pelo método do densímetro, a densidade do solo pelo método da proveta, a densidade das partículas pelo método do balão volumétrico e a condutividade hidráulica em meio saturado pelo método do permeâmetro de coluna vertical e carga constante (EMBRAPA, 1997). Calculou-se, ainda, a percentagem de sódio trocável (PST) dos solos, relacionando os resultados de sódio trocável e de CTC dos solos (RICHARDS, 1954).

Apesar das amostras serem de uma mesma classe de solo (Neossolo Flúvico) e de serem de áreas muito próximas, apresentaram algumas características químicas diferentes, como a CE e a PST. Devido a isto, mesmo sendo ambos de textura média e terem as densidades do solo e das partículas semelhantes, uma das amostras de solo apresentou condutividade hidráulica nula, provavelmente, pela dispersão promovida pelo alto teor de sódio trocável desta (Tabela 1).

Tabela 1 – Caracterização química e física das amostras de solo estudadas

Característica	Solo Normal	Solo Salino-Sódico
Ph	8,00	10,60
CE ¹ (dS/m)	1,03	10,40
Na ⁺ (cmol _c /kg)	0,53	7,06
K ⁺ (cmol _c /kg)	0,16	0,19
Ca ²⁺ (cmol _c /kg)	0,12	0,30
Mg ²⁺ (cmol _c /kg)	0,04	0,02
CTC ² (cmol _c /kg)	8,15	7,43
PST ³ (%)	6,50	95,00
Areia (g/kg)	644	681
Silte (g/kg)	227	200
Argila (g/kg)	129	119
Ds ⁴ (g/cm ³)	1,54	1,55
Dp ⁵ (g/cm ³)	2,50	2,63
Ko ⁶ (cm/h)	0,80	0,00

1 – Condutividade elétrica do extrato de saturação (25°C); 2 – Capacidade de troca de cátions; 3 – Percentagem de sódio trocável; 4 – Densidade do solo; 5 – Densidade das partículas; 6 – Condutividade hidráulica em meio saturado.

Para a montagem do experimento, as amostras de solo foram acondicionadas em vasos de polietileno com massa de 5 kg. Foram estabelecidas seis concentrações diferentes, de 2, 3, 5, 9, 15 e 24 mmol/L de cloreto de cálcio (CaCl₂), dispostos em delineamento experimental em blocos casualizados com três repetições e dois tipos de solo, totalizando 36 unidades experimentais.

Após a montagem dos vasos, as amostras de solo foram lixiviadas com as soluções de CaCl₂ nas concentrações pré-determinadas, visando substituir o sódio em excesso pelo cálcio. Este processo ocorreu até completar cinco vezes o volume de poros de cada amostra. Depois de um período de 60 dias de lixiviação, foi coletada uma sub-amostra de cada um dos vasos para determinar o sódio trocável e calcular a PST, conforme descrito (RICHARDS, 1954). Posteriormente, semearam-se seis sementes de Sorgo (*Sorghum sudanense*) em cada vaso. Aos 25 dias após a semeadura realizou-se o desbaste, deixando-se três plantas por vaso, as mesmas receberam uma adubação de macro e micronutrientes, conforme o Boletim de Recomendações de Corretivos e Fertilizantes de Pernambuco (CAVALVANTI, 1998). As plantas foram irrigadas diariamente com as respectivas soluções de cloreto de cálcio de cada tratamento, com lâminas crescentes ao longo do ciclo da cultura, até que fosse verificada a saída de lixiviado, adotando-se o mesmo volume de solução para todos os tratamentos.

Durante dois meses após o plantio, o ensaio foi acompanhado com visitas diárias e anotações sobre o desenvolvimento da gramínea. Aos trinta e sessenta dias após a emergência das plantas, foi medida a altura das mesmas e aos sessenta dias foi feita a colheita, cortando-se o colmo rente ao solo, todo o material vegetal foi seco em estufa de circulação de ar a 70° C até peso constante e, em seguida, moído. Realizou-se a digestão nitro-

perclórica para a determinação de cálcio, magnésio e sódio nas plantas. Coletaram-se, também, amostras de solo de cada vaso para determinar o sódio trocável e calcular a PST após a aplicação de cada tratamento.

As variáveis analisadas foram PST aos 60 e 120 dias após aplicação de cloreto de cálcio, produção de matéria seca da parte aérea das plantas e altura destas nos 30 e 60 dias de cultivo e os teores de cálcio, magnésio e sódio na parte aérea das plantas de sorgo. Os dados foram submetidos à análise da variância para os fatores aplicados (solo e soluções), ajustando-se equações de regressão entre as variáveis e as concentrações de cloreto de cálcio das soluções.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que a aplicação de cloreto de cálcio em solução promoveu uma diminuição da PST nos dois solos e em todos os tratamentos aplicados, corrigindo parcialmente o solo salino-sódico em relação a sua condição inicial (Tabelas 1 e 2). A redução na PST para o solo normal não foi muito grande, pois esta já se apresentava em valores reduzidos, contudo, para o solo salino-sódico a PST foi bastante minimizada no período de 60 dias de aplicação das soluções, passando de 95 % para a faixa de 60 a 70 %, atingindo valores inferiores a 40 % aos 120 dias de aplicação da solução de concentração mais elevada (Tabela 2). Os corretivos aplicados em solos afetados por sódio, ao se solubilizarem, deslocam o sódio do complexo de troca, baixando a PST, o que aumenta, por sua vez, a estabilidade dos agregados e a penetração de água no solo (YAHIA et al., 1975).

Tabela 2 - Percentagem de sódio trocável (PST) em solo normal e salino-sódico aos 60 e 120 dias de passagem das soluções de cloreto de cálcio

Concentração de CaCl ₂ mmol _e /L	Solo normal		Solo salino-sódico	
	60 dias	120 dias	60 dias	120 dias
2	5,72	1,06	67,47	64,51
3	5,56	0,99	67,40	56,89
5	4,86	1,13	65,42	59,27
9	4,39	1,24	63,87	47,06
15	2,60	1,23	62,32	37,52
24	2,24	1,13	71,10	33,67

Média de três repetições.

Após sessenta dias de passagem da solução, observou-se que a PST continuou diminuindo nos dois solos e em todos os tratamentos, sendo de grande importância por contribuir para a melhoria da capacidade produtiva deste solo.

O sorgo é classificado por AYERS & WESTCOT (1991), como uma cultura semi-tolerante, suportando uma PST de 15 a 40%, resultados estes só alcançados para o solo salino-sódico nos dois últimos tratamentos aos 120 dias de aplicação das soluções, apesar do corretivo utilizado ser de solubilidade elevada. Isso demonstra a necessidade de um monitoramento constante das propriedades de solos propensos ao acúmulo de sais de sódio, para evitar a sodificação, pois, uma vez sodificados, o retorno às condições originais é um processo muito oneroso e lento (FREIRE et al., 2003b).

A correção da sodicidade foi incrementada com o aumento da concentração das soluções de cloreto de cálcio aplicadas, contudo, mesmo nas maiores concentrações, a PST do solo salino-sódico ainda permaneceu elevada, comprometendo o cultivo de plantas nessas condições. É possível que um maior período de aplicação das soluções fosse necessário para reduzir a PST a níveis toleráveis para as culturas agrícolas,

possibilitando o retorno de solos extremamente sódicos ao sistema produtivo, como é o caso em estudo, mas o período adotado não foi suficiente para completar a correção do mesmo, devido ao elevado valor de PST inicial de 95 % (Tabela 1).

Para o solo salino-sódico aos 60 e 120 dias, foram ajustadas equações capazes de estimar a PST após a aplicação das soluções nos respectivos períodos estudados (Figura 1). Assim, pode-se prever qual PST seria alcançada neste tipo de solo com o uso de soluções contendo cloreto de cálcio como corretivo pelos períodos de tempo adotados. Para as duas amostras de solo estudadas, a PST diminuiu com a aplicação de soluções de concentração crescente de cloreto de cálcio, seguindo um comportamento quadrático, exceto para a amostra de solo normal aos 120 dias de aplicação.

O solo normal, por já apresentar valores reduzidos de PST antes do início do experimento (Tabela 1) e aos 60 dias, aos 120 dias sofreu reduções que alcançaram valores médios fixos para os tratamentos aplicados, próximos de zero. Por isso, não foi possível ajustar equações de regressão que estimassem a PST em função da concentração das soluções percolantes para esta situação (Figura 1).

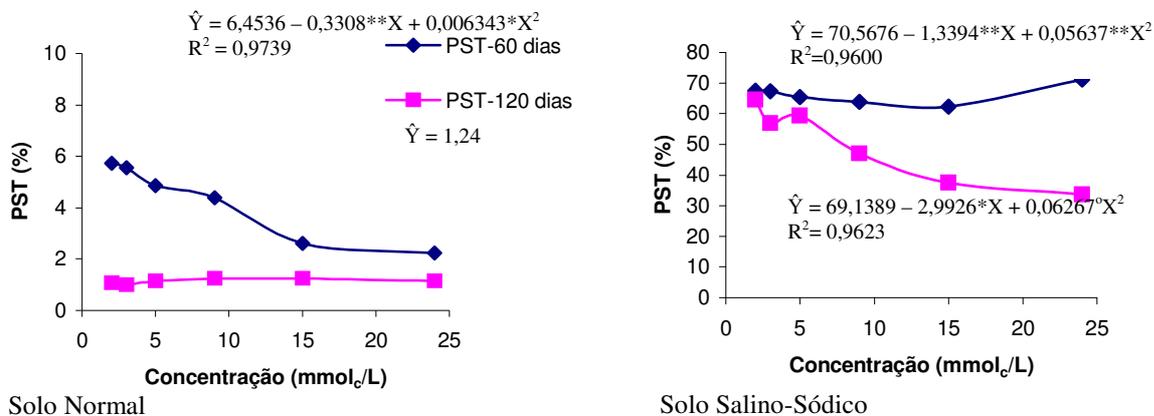


Figura 1 – Valores de PST do solo normal e salino-sódico, respectivamente, após a aplicação de soluções com concentrações crescentes de cloreto de cálcio durante 60 e 120 dias.

** *^o – Significativos a 1, 5 e 10 %, respectivamente.

Essa redução na PST é um fator fundamental no retorno de solos afetados por sais de sódio ao processo produtivo, por substituir o sódio pelo cálcio no complexo de troca, um elemento tóxico por outro essencial ao desenvolvimento vegetal, além de melhorar as características físicas dos solos. Isso interfere, diretamente, no desenvolvimento de plantas, como o sorgo, verificado nesse experimento.

Observou-se que houve uma pequena germinação das sementes de sorgo nos vasos do solo salino-sódico tratado com a concentração de 2 mmol_c/L, provavelmente, devido ao elevado teor de sódio trocável no solo e da pequena concentração de cálcio na solução para a troca com o sódio. Mesmo onde houve germinação, as plantas desenvolveram-se pouco sob estas condições. Apesar de não ter sido feita uma avaliação quantitativa da germinação, esse retardo interferiu diretamente nos

resultados de altura e produção de matéria seca das plantas de sorgo.

Comparando o desenvolvimento do sorgo no solo normal e no solo salino-sódico, observa-se que houve uma considerável diferença no crescimento das plantas, possivelmente, devido ao pH, CE e PST elevados no solo salino-sódico, bem como aos baixos teores de cálcio, magnésio e potássio e alto de sódio neste solo (Tabela 3). A inibição do crescimento vegetal pode ser explicada pela redução no potencial osmótico da solução, provocado pelo excesso de sais e/ou à sua toxicidade. Os efeitos imediatos da salinidade sobre as plantas podem ser resumidos em: seca fisiológica provocada pela redução do potencial osmótico, desbalanço nutricional devido à elevada concentração iônica, inibição da absorção de outros cátions pelo sódio e efeito tóxico dos íons sódio e cloreto (JEFFREY & IZQUIERDO, 1989).

Tabela 3 - Produção de matéria seca da parte aérea e altura aos 30 e 60 dias das plantas de sorgo cultivadas no solo normal e salino-sódico em função das concentrações crescentes de cloreto de cálcio

CaCl ₂ mmol _c /L	Altura aos 30 dias		Altura aos 60 dias		Matéria Seca	
	Solo Normal	Salino Sódico	Solo Normal	Salino Sódico	Solo Normal	Salino Sódico
	cm				g	
2	40,0	10,0	108,0	30,0	8,86	1,50
3	38,0	12,0	110,3	40,0	7,73	1,69
5	35,0	15,0	109,0	45,0	7,30	1,90
9	30,0	16,0	114,0	75,0	8,67	2,72
15	25,0	30,0	115,0	105,0	7,42	4,19
24	10,0	11,0	139,0	66,0	10,53	2,85

Médias de três repetições.

A melhor resposta do sorgo cultivado no solo salino-sódico foi observada no tratamento com solução de 15,0 mmol_c/L de cloreto cálcio. Já no tratamento de 24,0 mmol_c/L, o sorgo começou a declinar, provavelmente, devido à elevada concentração de sais proporcionada por esta solução. CAVALCANTE & PEREZ (1995) mencionam que os sais solúveis em excesso provocam um decréscimo no potencial hídrico do solo, tornando a água indisponível para as plantas e tendo como consequência uma diminuição no seu crescimento. Verificou-se, ainda, que a adição de cloreto de cálcio na concentração de 15 mmol_c/L aplicado no solo salino-sódico promoveu aumento na produção de matéria seca da parte aérea e também na altura das plantas com relação aos outros tratamentos. Observou-se que a produção de biomassa seca oscilou no solo normal com o aumento das concentrações de cloreto de cálcio, não havendo diferença significativa entre os tratamentos, já no solo salino-sódico aumentou a matéria seca progressivamente até o nível de 15 mmol_c/L acarretando uma diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3).

Estes resultados comprovam o que foi relatado por LUNIN & GALLANTIN (1965), os quais afirmaram que a salinidade do solo afeta a absorção de macro e micronutrientes, resultando na formação de plantas

raquíticas e diminuindo, conseqüentemente, a produção de matéria seca.

No solo normal observou-se que nos trinta dias do plantio as plantas decresceram e que nos sessenta dias houve um aumento das mesmas com relação ao acréscimo das concentrações das soluções. Já no solo salino-sódico houve um aumento das plantas nos trinta e sessenta dias até a concentração de 15 mmol_c/L e uma diminuição do tamanho com a concentração de 24 mmol_c/L, provavelmente, pela elevada concentrações de sais, acarretando entre os tratamentos uma diferença significativa. Neste solo, observa-se que o melhor desenvolvimento da cultura do sorgo foi no tratamento de 15 mmol_c/L, podendo ser considerado o melhor tratamento para o desenvolvimento da cultura neste tipo de solo. Tanto no solo normal quanto no salino-sódico aos 30 e 60 dias do plantio, foram ajustadas equações de regressão capazes de estimar a altura das plantas sob a aplicação das soluções crescentes de cloreto de cálcio (Figura 2).

Observa-se que o crescimento da cultura do sorgo foi afetado nos solos em que a concentração salina estava alta, resultados que estão de acordo com aqueles obtidos por MARTINEZ & LAUCHLI (1994), quando verificaram que o efeito mais comum da salinidade sobre

as plantas, de maneira geral, era a limitação do crescimento devido ao aumento da pressão osmótica do meio e a consequente redução da disponibilidade de água a ser consumida, afetando a divisão e o alongamento das células.

Foram ajustados modelos significativos para as plantas de sorgo nos dois solos e em duas épocas de medidas de altura. No solo normal, as plantas apresentaram redução no crescimento com o aumento da concentração das soluções aos 30 dias, entretanto, aos 60 dias houve um pequeno acréscimo na altura das plantas,

onde foi ajustado um modelo linear. Para as plantas cultivadas no solo salino-sódico, nos dois tempos de medida da altura, foi possível ajustar modelos quadráticos, indicando um incremento na altura das plantas e, depois, uma redução, ou seja, a salinidade das soluções aplicadas passa a ser fator limitante em concentrações mais elevadas de cloreto de cálcio (Figura 2). No tratamento de 12 mmol/L as plantas alcançaram altura próxima à das plantas cultivadas no solo normal, indicando a melhor concentração do corretivo para este solo.

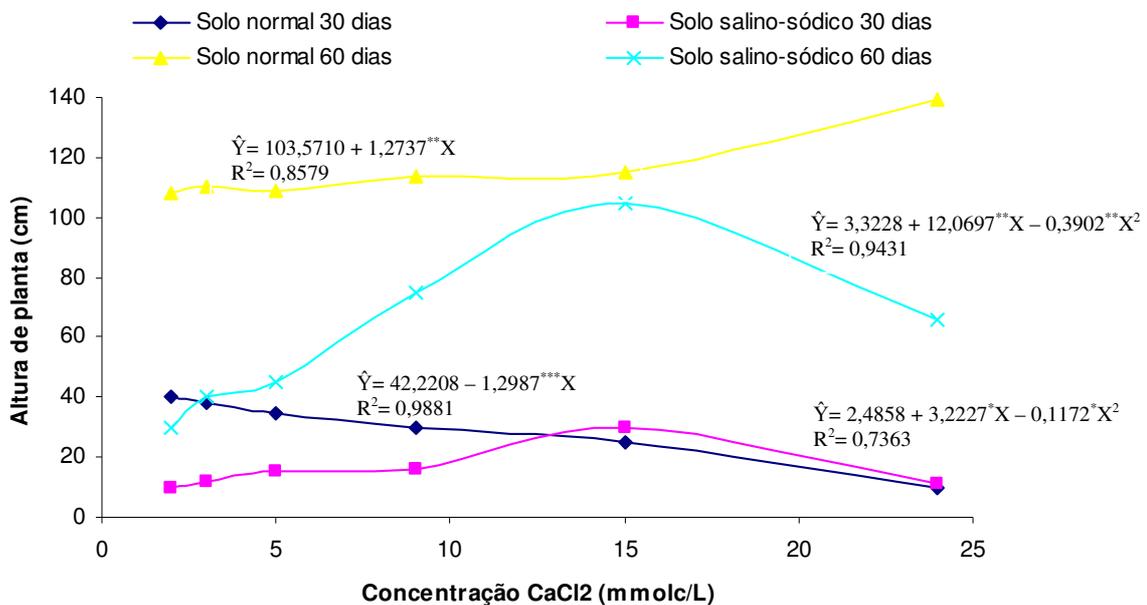


Figura 2 – Altura de plantas de sorgo aos 30 e 60 dias, cultivados em solo normal e salino-sódico em função das concentrações crescentes de cloreto de cálcio.

***** * – Significativos a 0,1; 1 e 5 %, respectivamente.

O mesmo comportamento citado também foi observado para a produção de matéria seca das plantas, em que o modelo que melhor se ajustou foi o quadrático para o solo salino-sódico, não sendo possível encontrar modelo significativo para as plantas cultivadas no solo normal (Figura 3).

A aplicação das soluções de cloreto de cálcio no solo normal cultivados com sorgo não interferiu significativamente nos teores de cálcio, magnésio e sódio na parte aérea das plantas (Tabela 4), possivelmente por

este solo apresentar pequenas quantidades de sais de sódio. Entretanto, no solo salino-sódico os teores de cálcio na parte aérea das plantas de sorgo aumentaram com o crescimento das concentrações de cloreto de cálcio. De modo geral, a aplicação de soluções de maiores concentrações no solo salino-sódico fez com que melhorasse a estrutura do solo, diminuísse a alta concentração de sódio trocável e, conseqüentemente, aumentasse a produção de matéria seca das plantas até a concentração de 15,0 mmol/L (Figura 3).

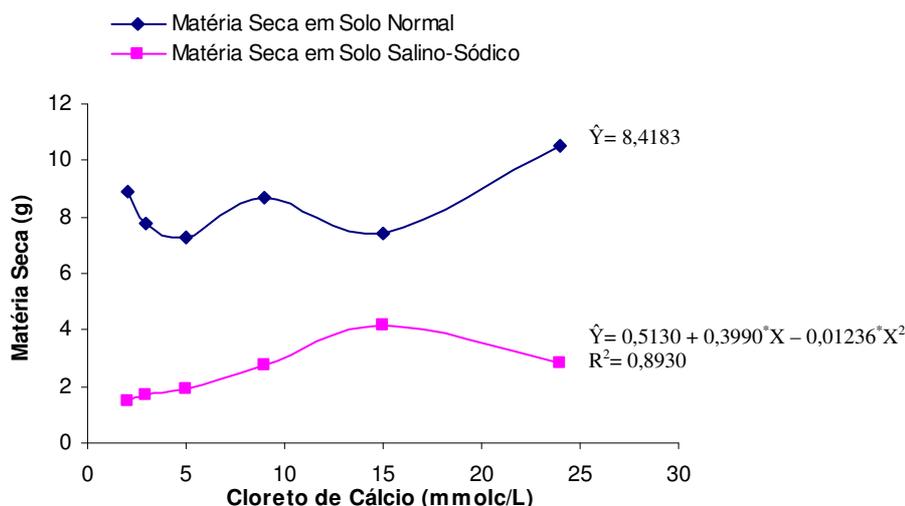


Figura 3 – Produção de matéria seca da parte aérea das plantas de sorgo cultivados em solo normal e salino-sódico em função das concentrações crescentes de cloreto de cálcio.

* – Significativo a 5 % de probabilidade

Contudo, não foram observadas alterações nos teores de magnésio e sódio nas plantas cultivadas no solo normal e no salino-sódico, o que pode estar relacionado às pequenas produções de matéria seca observadas para as plantas cultivadas no solo salino-sódico, bem inferiores às das plantas do solo normal (Figura 3).

A correção com soluções de cloreto de cálcio em solos com problemas de salinidade, podem melhorar o

crescimento e produtividade das plantas e, principalmente, carrear o excesso de sódio presente, comprovando o que foi relatado por LIMA et al. (1999), o qual afirmou que a elevação da concentração de cálcio no ambiente radicular tem sido apontada como uma alternativa para diminuir os efeitos negativos da sodicidade sobre o desenvolvimento das plantas.

Tabela 4 . Teores de cálcio, magnésio e sódio em plantas de sorgo cultivados em solo normal e salino-sódico em função de aplicação de doses crescentes de cloreto de cálcio

CaCl ₂ mmol _c /L	Cálcio		Magnésio		Sódio	
	Solo Normal	Salino Sódico	Solo Normal	Salino Sódico	Solo Normal	Salino Sódico
	dag/kg					
2	0,61	0,04	0,03	0,01	0,04	0,08
3	0,53	0,07	0,03	0,01	0,05	0,20
5	0,67	0,08	0,03	0,01	0,03	0,09
9	0,58	0,28	0,03	0,02	0,05	0,38
15	0,74	0,33	0,03	0,02	0,06	0,72
24	0,72	0,38	0,03	0,02	0,05	0,53

Médias de três repetições.

Os efeitos do uso do corretivo no solo salino-sódico começam a ser observados nos teores de cálcio nas plantas (Tabela 4) e no aumento da produção de matéria seca (Figura 3) em comparação com as plantas cultivadas no solo normal. Porém, essa correção ainda não se processou totalmente, tendo em vista que a redução nos valores de PST não foi suficiente para que o solo deixasse de ser classificado como sódico (Figura 1). Ou seja, apesar da melhoria das condições químicas do solo, aos 120 dias a correção ainda está sendo efetivada lentamente,

confirmando os longos períodos de tempo necessários para a correção de solos sódicos.

CONCLUSÕES

A aplicação de soluções de cloreto de cálcio no solo salino-sódico proporcionou redução na PST em todas as concentrações utilizadas;

A cultivar de sorgo plantada apresentou uma melhor produção de matéria seca no tratamento que

recebeu solução de 15,0 mmol/L de cálcio no solo salino-sódico;

O manejo e a recuperação de solos salino-sódicos é um processo lento e depende das propriedades dos solos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de H.R. GHEYI, J.F. de MEDEIROS; F.A.V. DAMASCENO. Campina Grande, UFPB, 1991. 218 p. (Estudos da FAO - Irrigação e Drenagem 29).

CAVALCANTE, A.M.B.; PEREZ, S.C.J.G.H. Efeitos dos estresses hídrico e salino sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucophala* (Lam.) de Wet. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 30, p.281-289, 1995.

CAVALCANTI, F.J.A. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco (2ª aproximação)**. Recife-PE: IPA, 198p; 1998.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rev. Atual. Rio de Janeiro, 1997.

FREIRE, M.B.G.dos S.; RUIZ, H.A.; RIBEIRO, M.R.; FERREIRA, P.A.; ALVAREZ V., V.H.; FREIRE, F.J. Condutividade hidráulica de solos de Pernambuco em resposta à condutividade elétrica e RAS da água de irrigação, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 1, 45-52, 2003a.

FREIRE, M.B.G.dos S.; RUIZ, H.A.; RIBEIRO, M.R.; FERREIRA, P.A.; ALVAREZ V., V.H.; FREIRE, F.J. Estimativa do risco de sodificação de solos de Pernambuco pelo uso de águas salinas, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 2, 227-232, 2003b.

JEFFREY, W.D.; IZQUIERDO, J. **Frijol: fisiologia del potencial del rendimiento y la tolerancia al estrés**. Santiago: FAO, 1989. 91p.

LIMA, G.S. de; LIRA, M de A.; TABOSA, J.N. Estudo comparativo da resistência à seca do sorgo forrageiro em diferentes estádios de desenvolvimento. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife,11: 37-46, 1998-1999.

LIRA, M. de A. Sistema integrado de cultivo de sorgo e de pastagens para o sertão de Serra Talhada. Recife, UFRPE, 1984. 92p. **Tese para Professor Titular**

LUNIN, J.R.; GALLANTIN, M.H. Salinity-fertility interactions in relation to growth and composition of beans. I. Effect of N, P and K. **Agronomy Journal**, 57:339-342, 1965.

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

OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 26, Paraíba, 1997. **Anais**, Paraíba, SBEA, 1997. p.1-32.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington DC, US Department of Agriculture, 1954. 160p. (USDA Agricultural Handbook, 60).

RIBEIRO, M.R.; FREIRE, F.J.; MONTENEGRO, A.A.A. Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: **Tópicos em Ciência do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, Minas Gerais, Volume III, 2003.

SANTOS,R.V. dos. **Correção de um solo salino-sódico e absorção de nutrientes pelo feijoeiro vigna** (vigna unguiculata (L) WALP). Piracicaba. USP,1995,120P. Tese

THOMAS, G.W. Exchangeable cations. In: PAGE, A. L. (ed). **Methods of soil analysis Part 2 - Chemical methods**. Madison, **American Society of Agronomy**, 1982.

YAHIA, T. A.; MIYAMOTO,S.; STROEHLEIN, J. L. Effect of surface applied sulfuric acid on water penetration into dry calcareous and sodic soils. **Proc. Soil Sci. Soc. Am.**, Madison, 39; 1201-1203,1975.