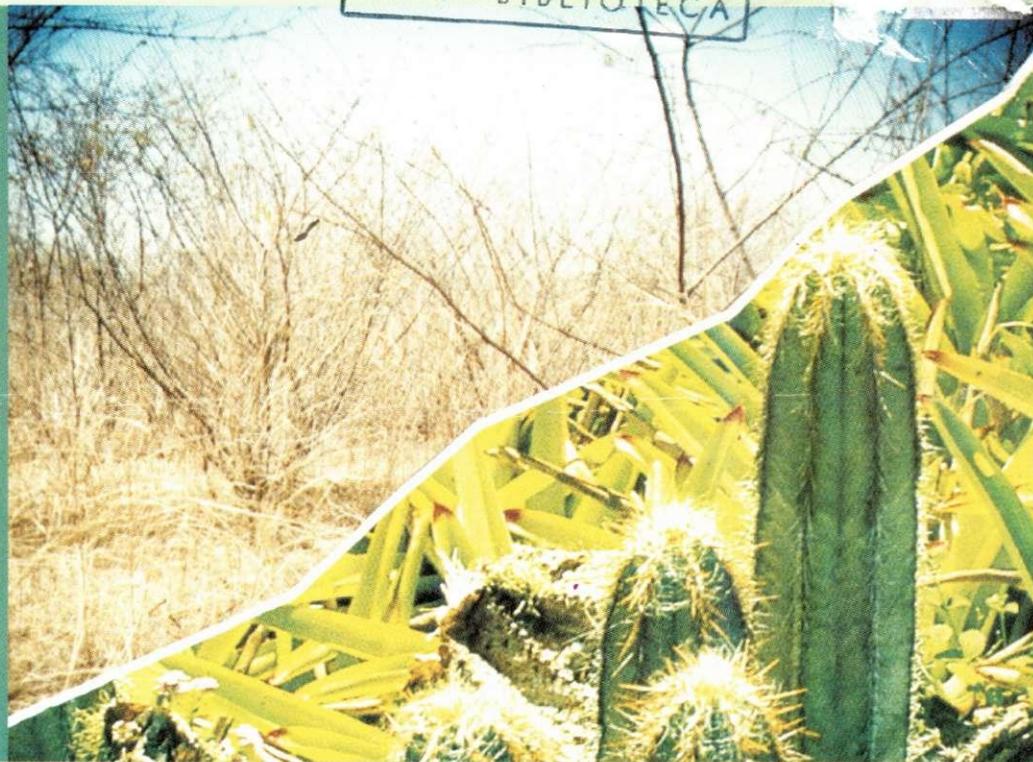




UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
CAMPUS VII

UFPB - BIBLIOTECA



ENGENHARIA FLORESTAL

Pesquisando e Desenvolvendo
o Semi-Árido

CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS
EM SOLO SALINO-SÓDICO TRATADO COM
CORRETIVOS.

Egeiza Moreira Leite

UFPB - BIBLIOTECA

EGEIZA MOREIRA LEITE

**“CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM SOLO
SALINO-SÓDICO TRATADO COM CORRETIVOS”**

Orientador: Prof. Rivaldo Vital dos Santos, Dr.

Monografia apresentada à Coordenação
do Curso de Engenharia Florestal, como
requisito para obtenção do Grau de
Engenharia Florestal.

PATOS - PB

JULHO/2002

LEITE, EGEIZA MOREIRA

Crescimento Inicial de Espécies Arbóreas em Solo Salino - Sódico Tratado com Corretivos – Patos-PB, 2002. 39p. il. Monografia de Graduação. UFPB/CSTR/DEF.

1. SALINIDADE

2. CORRETIVOS

3. ESPÉCIES ARBÓREAS

“ Permitida a cópia total ou parcial deste documento desde que citada a fonte ”.



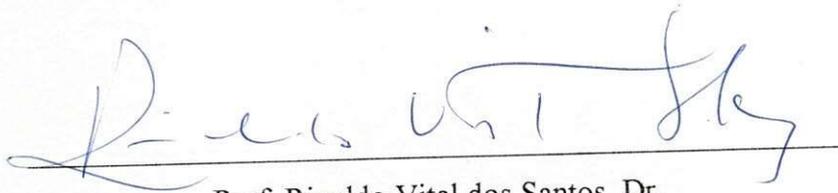
Biblioteca Setorial do CDSA. Maio de 2022.

Sumé - PB

EGEIZA MOREIRA LEITE

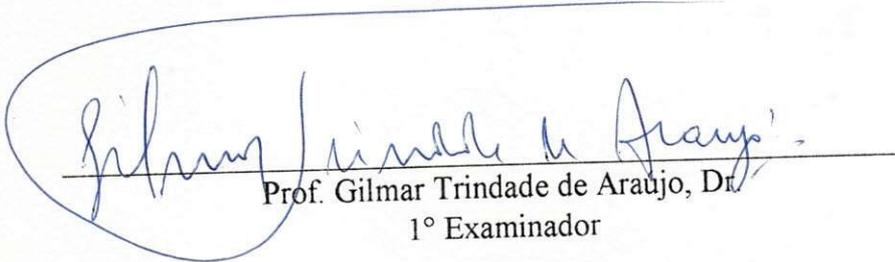
**"CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM SOLO
SALINO-SÓDICO TRATADO COM CORRETIVOS"**

Aprovada em: 27 de julho de 2002



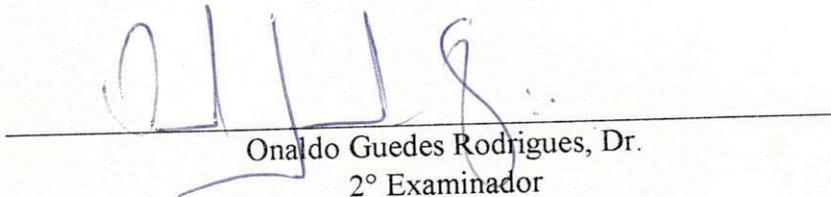
Prof. Rivaldo Vital dos Santos, Dr.

Orientador



Prof. Gilmar Trindade de Araujo, Dr.

1º Examinador



Onaldo Guedes Rodrigues, Dr.

2º Examinador

A Deus

Aos meus pais, Luiz Moreira
e Maria Leite Montenegro Moreira.

Aos meus irmãos.

Aos meus cunhados e sobrinhos.

Aos meus amigos.

DEDICO

*" Concluir é ter certeza de que você lutou
para conseguir o objetivo a que se propôs
e que mais tarde muito lhe servirá. "*

AGRADECIMENTOS

A Deus pela presença constante.

Aos meus familiares.

Ao Prof. Rivaldo Vital dos Santos, pela atenção, eficiência e ensinamentos na orientação deste trabalho.

A Universidade Federal da Paraíba e, particularmente aos professores do Departamento de Engenharia Florestal e do Departamento de Ciências Básicas e aos funcionários pela colaboração.

A Todos meus colegas do curso de Engenharia Florestal pelas sinceras amizades.

Às amigas Eleide e Stella pela constante amizade e apoio.

A todos aqueles que, direto ou indiretamente contribuíram de alguma forma para realização deste curso.

SUMÁRIO

RESUMO
ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Efeito dos sais no solo e nas plantas	3
2.2. Utilização de corretivos em solos salinizados	5
2.2.1. Gesso	5
2.2.2. Ácidos	12
2.3. Caracterização das espécies	13
2.3.1. Mororó	13
2.3.2. Catingueira	13
2.3.3. Jurema-preta	14
2.3.4. Leucena	14
2.3.5. Tamboril	15
2.3.6. Moringa	16
2.3.7. Jucá	16
2.3.8. Algaroba	17
2.3.9. Favela	18
2.3.10. Sabiá	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1. Localização	19
3.2. O solo: localização, amostragem e caracterização	19
3.3. Instalação do experimento	20
3.4. Aplicação dos corretivos	21
3.5. Delineamento experimental	21
3.6. Teste de germinação	21
3.7. Semeadura, condução e parâmetros avaliados	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Primeiro experimento	23
4.1.1. Tolerância das espécies	23
4.1.2. Crescimento e peso relativos	27
4.2. Segundo Experimento	29
4.2.1. Crescimento das espécies	29
4.2.2. Crescimento e peso relativos	31
5. CONCLUSÕES	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

"CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM SOLO SALINO-SÓDICO TRATADO COM CORRETIVOS."

AUTORA: EGEIZA MOREIRA LEITE

ORIENTADOR: RIVALDO VITAL DOS SANTOS

RESUMO

A salinização e solidificação dos solos têm proporcionado severas limitações no crescimento vegetal, aumentando assim áreas com restrições às explorações agrícolas na região Nordeste, especificamente nos perímetros irrigados. O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito do ácido sulfúrico e do gesso no crescimento de 10 espécies arbóreas cultivadas em solo salino-sódico e selecionar espécies vegetais que se adequem ao ambiente salino. O solo de origem aluvial foi coletado no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, na profundidade 0-40cm, seco, destorroado, peneirado e homogeneizado. Em seguida foi colocado em vasos 2,5L, seguindo-se a lavagem e posterior semeadura. O trabalho foi desenvolvido em casa-de-vegetação e constou de duas etapas. No primeiro experimento avaliou-se a tolerância de 6 espécies: moringa (*Moringa oleifera*), algaroba (*Prosopis juliflora*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), jucá (*Caesalpinia ferrea*), leucena (*Leucaena leucocephala*), tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*), e no segundo compreendeu-se 4 culturas: mororó (*Bauhinia cheilantha*), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), jurema-preta (*mimosa hostilis*) e favela (*Cnidoscolus phyllacanthus*), em 4 tratamentos em solo normal (não salino), em solo salino-sódico, em solo salino-sódico com ácido sulfúrico e salino-sódico com gesso, com 3 repetições, no total de 72 vasos. Verificou-se que para o primeiro experimento a algaroba, tamboril e moringa apresentaram maior crescimento, já no segundo catingueira e mororó tiveram maior crescimento. Nos dois experimentos os corretivos aumentaram o desenvolvimento dessas espécies, principalmente o ácido sulfúrico.

INITIAL GROWTH OF ARBOREAL SPECIES IN AMENDED SOIL PRESENTING SALINE-SODIC IMBALANCE

Abstract: Salt and sodium deposition in soils have caused severe limitations in plant growth, and its effect have spread to large agricultural irrigated areas in Brazil's Northeast region. The present work had the objectives to study the effect of sulfuric acid and gypsum in the growth of 10 arboreal species in a saline-sodic soil, and select plant species adapted to saline soil environment. The alluvial soil used in this study was from the first 40 cm soil layer of the São Gonçalo Irrigated Perimeter, located in Sousa (PB), Brazil. Lab processing consisted of air-drying, sieving and homogenization. Then, the soil was distributed in 2.5L plastic vases, followed by washing and seeding of the studied species. The work was developed in two greenhouse experiments. In the first experiment, saline-sodic tolerance was studied for six tree species: moringa (*Moringa oleifera*), algaroba (*Prosopis juliflora*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), jucá (*Caesalpinia ferrea*), leucena (*Leucaena leucocephala*), tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*). In the second, four tree species were studied: mororó (*Bauhinia cheilantha*), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), jurema-preta (*Mimosa hostilis*) and favela (*Cnidoscolus phyllacanthus*). Their growth was observed under four soil conditions: non saline soil, saline-sodic soil, saline-sodic soil amended with sulfuric acid, and saline-sodic soil amended with gypsum. Each species-soil combination was replicated three times, totaling 72 vases. In the first experiment, it was verified that algaroba, tamboril and moringa presented a higher growth than the other species, while in the second one, catingueira and mororó grew higher than the others. Both soil amenders showed to increase plant development, especially sulfuric acid.

1. INTRODUÇÃO

Em regiões áridas ou semi-áridas é comum ocorrerem problemas de salinidade e sodicidade nas áreas irrigadas, proporcionando assim severas restrições ao crescimento vegetal e conseqüentemente às explorações agrícolas, provocando grandes problemas ambientais.

No Brasil as áreas salinas localizam-se na região Nordeste ou mais especificamente nos perímetros irrigados, encontrados nos polígonos das secas, que perfazem 57% da área total da região semi-árida. Pereira et al. (1986) citam um levantamento segundo o qual a área de solos afetados por sais no Brasil é superior a 9,1 milhões de hectares. São vários os perímetros irrigados do Nordeste: Morada Nova - CE (3611 ha), Lima Campos - CE (3553 ha), Moxotó - PE (2462 ha), Curu Paraipaba - CE (1918 ha), São Gonçalo - PB (4600 ha), Sumé - PB (147 ha) e Capoeira - PB (320 ha). Na Paraíba a avaliação de 850 ha no perímetro irrigado de São Gonçalo, revela que 40% da área é afetada por sais (Cordeiro et al, 1988).

A implantação desses perímetros irrigados, conduz ao surgimento de problemas como a salinização dos solos, em decorrência do manejo inadequado do solo associado à drenagem limitada, em conseqüência da baixa permeabilidade dos solos, e também devido as condições topográficas desfavoráveis e a constante exploração agrícola nessas áreas.

A baixa precipitação, alta taxa de evaporação, contribui para um aumento na concentração de sais na superfície do solo, como também a utilização de água de má qualidade. O alto pH, o excesso de sais e de sódio trocável, as propriedades físicas indesejáveis e a reduzida disponibilidades de nutrientes prejudica o crescimento normal de culturas nesses solos.

O uso de corretivos neutros, como o gesso, ou de reação ácida, como o H_2SO_4 constituem uma alternativa importante para recuperação desses solos, associados ao cultivo de espécies arbóreas tolerantes a ambiente salino.

As espécies arbóreas são bastante importante para recuperação dessas áreas por possuírem sistema radicular profundo, aumentando a permeabilidade do solo, a lixiviação dos sais e o abaixamento do lençol freático. São espécies de uso múltiplo, fixam o nitrogênio atmosférico e concentram grande quantidade de matéria orgânica no solo. Essas alternativas

podem justificar o elevado investimento inicial nos perímetros irrigados e evitar o abandono dessas áreas pelos agricultores, reduzindo assim o impacto ambiental negativo.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de buscar alternativas para recuperar áreas degradadas por sais no semi-árido paraibano, através da avaliação do efeito dos corretivos gesso e ácido sulfúrico no crescimento inicial de espécies arbóreas em solo salino-sódico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Efeito dos Sais no Solo e nas Plantas

As plantas sensíveis à salinidade tendem, em geral, a excluir os sais na absorção da solução do solo, mas não são capazes de realizar o ajuste osmótico descrito e sofrem com decréscimo de turgor, levando as plantas ao estresse hídrico por osmose. Embora o crescimento da parte aérea das plantas se reduza com o acentuado potencial osmótico do substrato onde vivem, a redução da absorção de água não é necessariamente a causa principal do reduzido crescimento das plantas em ambiente salino. De fato, Kramer (1983) aponta que plantas que crescem em substratos salinos mantêm seu turgor e chama atenção para o fato de que suculência é uma característica comum entre as halófitas. Este fato sugere que essas plantas não percam água por salinidade como se estivessem em solos secos e, também, não recuperem-se, como fazem as plantas estressadas por falta de água, ao receberem água novamente (Lima, 1997).

Muitos problemas relacionados com excesso de sais e sódio trocável são inerentes ao solo no estado virgem. Outros, entretanto, aparecem após terem sido submetidos a irrigação. Assim, nas áreas irrigadas é comum o surgimento de salinidade provocada pela água de irrigação contendo concentrações elevadas de sais decorrentes de práticas inadequadas de manejo. Os efeitos adversos da salinidade sobre as plantas constituem um dos fatores limitantes da produção agrícola devido principalmente ao aumento do potencial osmótico do solo e toxidez resultante da concentração salina e dos íons específicos. Em solos sódicos o efeito é mais sobre as características físicas do solo, a dispersão dos coloides, provocando desestruturação do solo e criando problemas na compactação, diminuindo conseqüentemente a aeração e dificultando o movimento de água e desenvolvimento radicular, além do efeito tóxico do sódio (Cordeiro, 1985).

Os sais exercem efeitos de forma direta ou indireta, lenta ou brusca, total ou parcial sobre o desenvolvimento e produção das culturas. Para Richards (1954) essas adversidades são conseqüências da solubilização do material mineral alimentadoras dos reservatórios de água que são utilizados na irrigação.

A salinidade diz respeito a concentração de sais solúveis presentes na solução do solo e esta pode causar efeitos tóxicos à germinação e à planta, diminuir a absorção de água e nutrientes pelas raízes, além de afetar a qualidade agrícola dos solos, devido a dispersão das argilas, conforme observaram Strogonov (1964).

O efeito dos sais sobre o solo ocorre, basicamente, pela interação eletroquímica existente entre os sais e a argila. A intensidade deste fenômeno depende da natureza da argila e do cátion presente. A caracterização principal deste efeito é a expansão da argila quando umedecida e a concentração quando a água é evaporada ou retirada das plantas. Se a expansão for exagerada pode ocorrer a fragmentação das partículas provocando dispersão da argila (Lima, 1996).

Os solos salino - sódicos geralmente limitam o crescimento das plantas pelo seus altos níveis de sais solúveis. Os principais efeitos da salinidade nas propriedades do solo são expansão de argilas, dispersão das partículas finas, formação de crostas na superfície e diminuição na capacidade de transmissão de água.

O sódio, cátion monovalente, ao ser adsorvido expande a dupla capa difusa (campo elétrico e de distribuição de íons entre a partícula de solo e no ponto da solução do solo de equilíbrio entre as partículas do solo e tornado a estrutura estável). Diferentes tipos de sais têm efeitos diferentes; assim carbonatos de magnésio tem reação alcalina de efeitos similares ao sódio adsorvido. O efeito de Na_2CO_3 pode ser anulado pelo gesso normalmente presente nos solos de regiões áridas. Em solos afetados por sais o sódio trocável pode figurar em grandes percentagens, produzindo um rearranjo das partículas de argila que favorece a peptização das partículas do solo e a conseqüente deterioração da estrutura (Strogonov, 1964).

Durante o processo de intemperização química, que implica em hidrólise, hidratação, redução, oxidação e carbonização, os constituintes das rochas são liberados gradualmente e tornam-se mais solúveis. As áreas irrigadas situadas em regiões desérticas ou semi-desérticas, em lugares de pouca drenagem natural, terras baixas de zonas lacustres e costeiras, cedo ou tarde experimentam um aumento de águas freáticas e seus solos ficam expostos a salinidade (Kodva, 1964).

As plantas sensíveis à salinidade tendem, em geral, a excluir os sais na absorção da solução do solo, mas não são capazes de realizar o ajuste osmótico, levando ao estresse hídrico por osmose. As plantas tolerantes a salinidade são designadas como plantas halófitas e sua tolerância pode atingir até cerca de 15g. l^{-1} de cloreto de sódio, equivalente a metade da concentração da água do mar. Essas plantas absorvem, por exemplo, o cloreto de sódio em altas taxas e o acumulam em suas folhas para estabelecer um equilíbrio osmótico com baixo potencial da água presente no solo. Embora o crescimento da parte aérea das plantas se reduza

com o acentuado potencial osmótico do substrato onde vivem, a redução da absorção de água não é necessariamente a causa principal do reduzido crescimento das plantas em ambiente salino. (Lauchi e Esptein, 1984).

Para Meire e Shalhevet (1973) o efeito dos sais nas plantas caracterizam efeito – osmótico: um aumento da pressão osmótica diminui a disponibilidade de água. Em iguais condições de umidade no mesmo solo, a planta terá que fazer maior esforço para obter água onde a concentração salina for maior. Logicamente o suprimento de nutrientes (através da planta) vê-se limitado também, ou seja, a redução da água diminui o crescimento (efeito hormonal) e interfere no metabolismo reduzindo a fotossíntese; efeito de íons específicos – geralmente com danos às células e citoplasma. Íons sódio e cloreto são absorvidos pelas plantas e depositadas nas folhas e tecidos do que produzirá queimaduras e desprendimento (queda) das folhas.

O efeito dos sais no crescimento das culturas estão mais relacionadas com a salinidade total do que as concentrações individuais de algum constituinte específico. As culturas mostram geralmente uma diminuição progressiva na taxa de crescimento com o aumento da salinidade; flutuações naturais no regime de salinidade sob condições normais de campo podem afetar o crescimento de forma semelhante (Rhoades, 1972).

Para Hebron (1967) o comportamento das plantas com relação a salinidade pode variar de acordo com seus estágios de desenvolvimento. Segundo Mass e Hoffman (1977) a salinidade afeta as plantas em todos seus estágios, sendo que, em culturas mais sensíveis, o comportamento das plantas pode variar dos primeiros estágios para os últimos. A capacidade dos vegetais superiores desenvolverem-se satisfatoriamente em solos salinos depende de vários fatores interligados com destaque para contribuição fisiológica da planta, seu estágio de crescimento e seus hábitos radiculares.

2.2 Utilização de Corretivos em Solos Salinizados

2.2.1 Gesso

Solos salino-sódicos apresentam em seus perfis sais solúveis diversos que elevam a pressão osmótica da solução do solo, e também o acúmulo específico de sais de sódio que acarretam deteriorações química e física, representadas, respectivamente, por desbalanços iônicos e dispersão de argila. A presença de camadas adensadas reduz a macroporosidade do solo, restringindo o fluxo d'água e de nutrientes e, conseqüentemente, o crescimento das plantas. A utilização de corretivos é indispensável. Entre esses, o sulfato de cálcio dihidratado é de uso mais frequente.

O gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) é um sal neutro com solubilidade de aproximadamente 2,1g/litro, a 25°C. É utilizado em todo mundo como fonte de cálcio, responsável pelo deslocamento do sódio trocável durante a correção dos solos sódicos ou salino-sódicos (Shainberg *et al.*, 1989). O íon sulfato tende a neutralizar o sódio em solução, originando o sulfato de sódio decahidratado ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) que, após a adição de água, é lixiviado.

A literatura que trata dos efeitos do gesso na correção de solo sódico ou salino-sódico é ampla. Os trabalhos são unânimes que a aplicação do gesso ao solo propicia um rápido deslocamento inicial do sódio retido nos pontos de troca, e que sua ação continua a existir ao longo do tempo, porém mais lentamente. Graveland e Toogood (1963) concluíram, em estudos de laboratórios, que o gesso é um eficaz corretivo em solos solonéticos, onde o sódio trocável não excede 20-25% da capacidade de troca de cátions. Constataram que a solubilidade efetiva do gesso no solo foi a metade daquela de sua concentração em solução saturada.

Pratter *et al.*, (1978) avaliando a eficiência de vários produtos na correção de solos sódicos, constataram que a quantidade de sódio na solução eluída, em valores acumulados, aumentou no decorrer do tempo, principalmente quando o melhorador utilizado foi o gesso. A quantidade de gesso dissolvido é função linear dos moles de Na^+ trocável substituídos. Tal constatação foi verificada por Oster e Frenkel (1980) após homogeneização do gesso com soluções de sais sódicos. Acrescentam que há uma redução na eficiência de dissolução do sulfato de cálcio com o decréscimo da concentração de sódio trocável. Os autores sugerem que há uma reação do sódio com o sulfato formando o complexo NaSO_4^- . Durante o processo de correção de solos salino-sódicos a solubilidade do gesso é aumentada pela redução do coeficiente de atividades do cálcio e sulfato na solução. O aumento da força iônica da solução, com o tempo, tende a reduzir a solubilidade.

Quirk e Shofield (1955) afirmaram que a solubilidade do gesso, durante o processo de lixiviação de sais, tende a apresentar valores que equivalem a metade daquela de seu ponto de saturação. Outros autores citam que a solubilidade do gesso aumenta na presença de NaCl até o limite de 3N (Glew e Hames, 1970). Hira e Singh (1980) relatam que a concentração de sulfato na solução eluída de colunas de solo tratadas com gesso aumentou juntamente com o PST do solo, indicando maior solubilidade do gesso a valores de 94% do Na^+ trocável. Relatam, ainda, que a adição de 40 mm de água foi suficiente para solubilizar o gesso de diâmetro $< 0,26$ mm. Keren e Shainberg (1981) testando a eficiência de três fontes de cálcio (gesso, fosfogesso e sulfato de cálcio), na permeabilidade de um solo com PST 30, concluíram que a taxa de dissolução do gesso e a permeabilidade do solo aumentaram proporcionalmente com a concentração de NaCl das soluções a que foi submetido. A

solubilidade do gesso, a 20°C, varia de 2,10 para 7,3 g/l respectivamente, quando na ausência e presença de solução NaCl de concentração 131,6 g/l (Durang, 1983).

Mannin *et al.*, (1982), após aplicação de 40 t/ha de gesso em solos sódicos, verificaram uma substituição de 7,4 meq/100 g de Na. Acrescentam que houve inicialmente redução mais acentuada da PST, diminuindo em seguida. Explicam que a permuta do sódio pelo cálcio dentro das unidades estruturais das argilas é um processo lento.

Chhabra e Abrol (1977) estudaram o efeito de plantas na correção de solos sódicos com crescentes PST (0; 10,5; 29,9; 46,0 e 93,3). Constataram que na dose máxima de sódio ocorreu lixiviação de 317 e 162 meq/100 g de sódio, respectivamente nas parcelas com e sem cultivo de arroz. Além disso, relatam que o simples aumento da permeabilidade não é suficiente para a correção de solos sódicos, pois o sódio adsorvido será lixiviado por fluxo de massa apenas após ser deslocado pelo cálcio. Já Sharup (1985) observou substancial redução na PST após cultivo de arroz, em solo sódico calcário.

Sharma e Gupta (1986) estudaram o efeito do gesso na correção de solos sódicos vérticos (pH=8,5, CE=7,2 mmhos/cm e PST=60). Aplicaram gesso nas doses 25, 50 e 75% da sua necessidade máxima e constataram redução do pH e da CE com o aumento da dose. A inundação das parcelas testemunhas com água também resultou numa redução da CE de 7,2 para 5,2 mmhos/cm e aumentou os teores de $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ em 8,5%. A incorporação do gesso em solo salino-sódico normalmente revela maior eficiência na correção da salinidade e sodicidade, tal superioridade é consequência da maior solubilização do gesso incorporado e, portanto, aumento na eficiência de substituição do sódio trocável e no efeito eletrólito.

Tiwari *et al.*, (1993) incorporaram quatro níveis de gesso (0, 11, 22 e 33 t/ha) em vertissol salino-sódico (pH 9,1, CE 6,1 ds/m e Na^+ 55,6 meq/100 g). As doses crescentes de gesso reduziram os teores de sódio trocável, respectivamente para 45,32 e 24 meq/100g.

Cavalcante e Silveira (1983) utilizaram duas doses de fosfogesso na correção de um solo salino-sódico. Verificaram efeitos promissores do corretivo na redução do cloreto e condutividade elétrica do solo e aumento na concentração de cálcio e sulfato nas soluções eluídas. Após análise de solução eluída de solo sódico, previamente corrigido com 00, 25, 50, 100 e 200 % da necessidade máxima de gesso, Chhabra *et al.*, (1981) observaram que nas soluções que receberam os níveis 100 e 200% o pH foi inferior a 9, enquanto naquelas com 25 e 50% o pH foi de 10. A drenagem subsuperficial em solos sódicos, sem aplicação prévia de gesso, revelou por dois anos, menor eficiência na redução da condutividade elétrica, pH e PST do que quando foi incorporado gesso (Firake e Pampattiwari, 1991).

Emerson (1994) conclui, em revisão de literatura, que quando o cálcio é substituído pelo sódio, as ligações entre as partículas de argila são enfraquecidas. Explica que nesse

caso os íons de sódio são ligados fracamente às superfícies das argilas. O maior grau de hidratação do sódio acentua esse processo.

Além de participar nos processos relativos às trocas iônicas, o gesso aplicado em solo salino-sódico acarreta aumento na concentração de eletrólitos na solução do solo. Na realidade os dois processos ocorrem simultaneamente. Sua ação conjunta proporciona maior neutralização e remoção, tanto do sódio trocável quanto de outros íons, tais como o magnésio e cálcio. Portanto, após percolação de água em solo salinizado, outros sais, além dos de sódio, são lixiviados. A mineralogia predominante no solo também influi na correção de solos afetados por sais.

A aplicação de vários níveis de gesso (0; 0,5; 1,0 e 2,0%) em solo salinizado com solução NaCl-MgCl₂ revelou que o CaSO₄.2H₂O teve pouco efeito no movimento de sódio no solo, obtendo-se maior deslocamento do magnésio (Dutt, 1964).

Outros trabalhos indicam substituição parcial do sódio e magnésio após aplicação de soluções com crescentes concentrações de gesso (Chaudhry e Warkentin, 1968). Estes acrescentam que solos com predominância de ilitas e montmorilonitas tendem a apresentar menor remoção de Na⁺ trocável.

O gesso aplicado em solos salino-sódicos além de fornecer cálcio para substituir o sódio trocável, também influi positivamente na lixiviação dos sais diversos por elevar a concentração de eletrólitos na solução do solo, aumentando sua permeabilidade. Há a possibilidade que grande parte da resposta inicial do gesso resulta de seu efeito na concentração de eletrólitos.

Mcneal e Coleman (1966) observaram que a velocidade de percolação da água através do solo foi reduzida com decréscimo na concentração salina da solução usada. Tal efeito foi mais pronunciado nos solos com predominância de argilo-minerais 2:1, especialmente montmorilonita.

Loveday (1976) verificou que a adição de gesso (12,5 t/ha) em solos sódicos provocou aumento significativo na infiltração devido ao aumento da condutividade elétrica (efeito-eletrólitos), o qual é rapidamente reduzido após a lixiviação do gesso. Acrescenta que seu efeito nas trocas iônicas é mais lento e prolongado, e que 1/3 a 1/2 do cálcio usado desloca o magnésio. Tais resultados estão de acordo com àqueles de Armstrong e Tanton (1992), os quais citam que 64-74% do cálcio aplicado via fosfogesso foi usado em processo de trocas, e que 1/3 do cálcio adsorvido deslocou o magnésio trocável. Outros trabalhos também indicam que o cálcio do gesso substitui o magnésio trocável (Emerson e Chi, 1977). Acrescentam que esse processo é de menor importância e seus benefícios práticos são insignificantes comparados com o deslocamento do sódio trocável.

Aylmore e Sills (1982) observaram efeito prejudicial do magnésio trocável, quando comparado com o cálcio, na estruturação do solo, independentemente dos valores de PST das amostras de solo analisadas. A aplicação de 15 t/ha de gesso resultou em significativa redução na concentração de sódio trocável nos primeiros 25 cm do solo (Greene e Ford, 1985). Relatam que, do gesso dissolvido, 53% estava envolvido em trocas iônicas, o qual representa uma eficiência de troca de 26-34% no que se refere a substituição do sódio pelo cálcio. Comentam ainda que a remoção do sódio quando o PST é inferior a 10, é lenta, porque parte do cálcio aplicado desloca o magnésio trocável.

A capacidade do solo em responder à correção com gesso é uma decorrência da intensidade com que o solo libera eletrólitos para a solução do solo. Shainberg *et al.*, (1982) constataram que em solos menos intemperizados, ricos em CaCO_3 , o gesso tem menor efeito na redução da condutividade hidráulica. Já em solos menos concentrados em eletrólitos, o melhorador químico foi mais eficaz na melhoria da permeabilidade do solo.

Silva *et al.*, (1991) verificaram, em três solos aluviais de diferentes texturas, equilibrados com 25 soluções salinas, haver maior afinidade pelo sódio trocável e remoção do mesmo com o aumento da concentração eletrolítica da solução em equilíbrio. Adicionando soluções salinas com diferentes RAS em amostras de terra provenientes de áreas sob pastagens, cultivo anual e do horizonte B, Black e Abdulhakin (1984) verificaram que as maiores diferenças entre as permeabilidades das amostras ocorreram nas menores concentrações de eletrólitos. A 5 meq/litro de sais não ocorreu diferenças entre as permeabilidades dos três solos. Acrescentaram que a permeabilidade decresceu na ordem: pastagens > cultivo > subsuperfície.

Aplicando solução salina em colunas de solo, Oster e Schroer (1979), verificaram que a concentração de cátions afetou significativamente a velocidade de infiltração d'água no solo, mesmo a baixos níveis de RAS ($2 < \text{RAS} < 5$). Comentam que a taxa de infiltração diminui com o aumento do RAS e com a redução da concentração iônica.

O efeito da concentração de eletrólitos na taxa de infiltração foi estudada por Agassi *et al.*, (1981), constataram que a infiltração d'água no solo foi de 2,3; 0,7 e 0,6 mm/hora, respectivamente a 2,2; 4,6 e 11,6 % PST do solo. Misopolinos (1985) adicionou água salina com mesma concentração de cálcio, na correção de solos sódicos. Constatou redução na concentração de sódio trocável na solução eluída à medida que a diluição da solução foi aumentada.

A correção de solos salino-sódicos objetiva eliminar excessos de sais solúveis e sódio trocável. No caso específico de solos sódicos a neutralização e lixiviação do sódio é meta prioritária. Nesse processo exige-se a aplicação de gesso que, seja através de substituições

iônicas ou por elevar a concentração de eletrólitos na solução do solo, reduz o efeito prejudicial do sódio do solo e, conseqüentemente a dispersão de argilas. Tal dispersão é influenciada ainda pela presença de outros íons no complexo de troca, principalmente o magnésio, e também pela mineralogia e reação do solo. O cálcio, que reduz a dispersão das argilas, pode ser fornecido através da aplicação do gesso, ou pode ser oriundo de processos de intemperismo do solo.

Segundo Rhodes *et al.*, (1968) solos de formação recente liberam de 3 a 5 mmol/l de cálcio e magnésio para a solução como resultado da dissolução de plagioclásios, hornblenda e outros minerais. Resultados obtidos por Emerson e Bakker (1973) demonstraram que as diferenças na dispersão de agregados em água são devidos principalmente à composição de cátions nos sítios de troca. Acrescentaram que em agregados saturados com Na-Mg a PST exigida para induzir a dispersão foi 2, enquanto naqueles saturados com Na-Ca o valor foi de 5. A mesma tendência foi verificada por outros pesquisadores.

Esses comentam que solos com predominância de magnésio adsorvem mais sódio que aqueles com cálcio (Rahman e Rowell, 1979), e reduzem a condutividade hidráulica do solo (Mcneal *et al.*, 1968). Outros relatos (Rowell e Shainberg, 1979; Alperovitch *et al.*, 1981; Rengasamy, 1981) sugerem que solos com fração argilosa com predominância de magnésio podem dispersar mais que aquelas com cálcio, isso quando a concentração de eletrólitos é baixa. O efeito específico dos íons de magnésio deve-se a sua capacidade de proporcionar maior concentração de sódio no complexo de troca do solo, quando comparado com o cálcio. A presença do sódio acelera a dispersão das partículas do solo, restringindo sua porosidade.

Tal efeito é reduzido quando a composição da solução do solo aproxima-se da concentração crítica de eletrólitos (Quirk, 1994). A presença do cálcio no complexo de troca após substituir o sódio reduz a espessura da dupla camada difusa e a dispersão de argilas (Rimmer e Greenland, 1976). A dispersão e agregação das argilas em solos esmectíticos são determinadas principalmente pela presença de sódio no complexo de troca e muito pouco pelo pH do sistema, mas em solos cauliniticos a dispersão é predominantemente determinada pelo pH (Churchjman *et al.*, 1993) e pela presença de ânions derivados da matéria orgânica (Shanmuganathan e Oades, 1983).

Gupta *et al.*, (1984), após saturar solos com soluções que apresentavam crescentes alcalinidades (pH 6,0 a 10,8), concluem que a elevação do pH e do RAS aumentou a dispersão de argila. Segundo Oster *et al.*, (1980) a dispersão da argila é aumentada pelo sódio trocável e a presença do cálcio tende a aumentar sua floculação, principalmente quando a solução do solo apresenta baixa concentração iônica. Comentam também que os valores de floculação para argilas ilíticas, saturadas por cálcio e sódio, foram respectivamente 0,25 e 55

mol/m^3 . Nesses casos o gesso é mais eficiente na melhoria da permeabilidade do solo sódico (Shainberg *et al.*, 1982), especialmente quando os solos exibem menor capacidade de liberar eletrólitos para a solução.

Frenkel *et al.*, (1992) verificaram que a quantidade de cloreto de sódio exigido para flocular uma suspensão com caulinita e sódio é menor que àquela para flocular suspensão com montmorilonita e sódio. Já Goldeberg e Forster (1990), estudando floculação de argilas de solos oriundos do semi-árido, constataram que o valor de floculação aumentou juntamente com o pH e o RAS, independentemente do mineral de argila predominante. Esses acrescentaram que a dispersão da argila do solo é influenciada não apenas pela presença do sódio mas por sua reação: houve aumento na dispersão da argila quando o pH variou de 6,5 para 10,5 em solo saturado por sódio. O desenvolvimento da sodicidade do solo pode ser influenciado pela relação Ca/Mg. Essa foi a conclusão de Paliwal e Ghandhi (1976) após análise de amostras de terra previamente equilibradas com soluções salinas. Observaram ainda, que o sódio foi mais adsorvido na presença de magnésio que de cálcio. Acrescentam que o magnésio exibe uma menor afinidade de troca que o cálcio e indiretamente aumenta o grau de saturação por sódio.

Rengasamy *et al.*, (1984), aplicando 7,5 t/ha de gesso, constataram que a percentagem de argila dispersa, nas 17 áreas testadas, reduziu-se, em média, de 4,0 para 1,0. As amostras foram coletadas após dois ciclos do trigo. Suarez *et al.*, (1984) observaram que, após manter constante o RAS e a concentração de eletrólitos nos pH 6, 7, 8 e 9, houve aumento na dispersão de argila com a elevação do pH em dois solos de regiões áridas, sendo um predominantemente caulinitico e outro montmorilonítico. A remoção do sódio, após adição do gesso, reduz a dispersão das argilas que, indiretamente, também proporciona aumento na porosidade, estabilidade estrutural dos agregados e lixiviação dos sais nos solos.

Freitas *et al.*, (1984) estudando solos salino-sódicos em áreas irrigadas do nordeste brasileiro observaram aumento na condutividade hidráulica e estabilidade dos agregados nos tratamentos com gesso, acentuando-se com os níveis crescentes de cálcio. O gesso tende também a aumentar a capacidade de retenção de água.

Acharya e Abrol (1978), aplicando 00; 7,5; 15,0; 27,5 e 30 t/ha em solos sódicos verificaram maior retenção de água nas parcelas onde o gesso foi aplicado. A melhoria na permeabilidade do solo salino-sódico após adição de gesso (10 t/ha), foi constatado por McIntyre *et al.*, (1982). Na ausência do gesso infiltrou-se 292 mm de água em 379 dias de inundação e com gesso 605 mm em 143 dias. Acrescentaram que os sais se movem tanto através dos macroporos quanto dos microporos e que a acumulação de cloro no solo ocorreu a 1,0 metro de profundidade quando não se aplicou gesso e a 2,8 metros na sua presença.

Kazman *et al.*, (1983) constataram que a aplicação superficial de fosfogesso (5 t/ha), antes da chuva, aumenta a infiltração de água e reduz a formação de crostas no solo. Concluíram que o adensamento do solo é devido a dois mecanismos: uma dispersão física, causada pelo impacto das gotas de água, e outra química, que desagrega as argilas e depende da PST do solo e da concentração iônica da água aplicada. Tais resultados estão de acordo com os obtidos por Gal *et al.*, (1984). Agassi *et al.*, (1990) aplicando fosfogesso (5 t/ha) à superfície de solo sódico (PST 18) comprovaram acentuada redução no escoamento superficial da água e conseqüente maior infiltração. Atribuem tal efeito ao aumento da concentração de eletrólitos na solução do solo.

Zahow e Amrhein (1992) obtiveram resultados semelhantes, especialmente quando a PST < 15. Acrescentaram que em solo salino-sódico (CE 6,7 mmhos/cm, pH 8,2 e PST 31,5), o gesso aumentou a permeabilidade devido redução do PST para 9,6.

2.2.2 Ácidos

Além do emprego de sais, tais como CaCl_2 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, podem ser utilizados ácidos ou produtos de reação ácida visando estudar o seu efeito no crescimento das plantas. Entre esses destacam-se o H_2SO_4 , a pirita e o enxofre elementar. Yahia *et al.*, (1975) aplicaram H_2SO_4 (1, 5, 10, 15 e 20 t/ha) e gesso (1,75; 8,75; 17,5; 26,2 e 35 t/ha) em solos com PST variando de 0,4 a 100. Os resultados indicaram que o H_2SO_4 superou o gesso quanto ao efeito na melhoria da permeabilidade do solo à água, especialmente nos valores mais altos de PST.

Niazi *et al.*, (1992) avaliaram a influência do H_2SO_4 (100 e 200 kg/ha) e HCl (325 e 650 kg/ha) em solo salino-sódico, em combinação com sulfato de amônio e cloreto de amônio como fonte de nitrogênio (126 kg/ha de N), na produção de arroz. Os resultados indicaram que ambos corretivos misturados com as fontes nitrogenadas e superfosfato simples (50 kg/ha) aumentaram significativamente a produção de arroz, com clara superioridade do H_2SO_4 .

Jones *et al.*, (1993) constataram, 28 dias após aplicação de soro (ácido) de requeijão em solo sódico, que ocorreu aumento na produção de matéria seca de cevada. A adição de 0, 25, 50 e 100 mm de soro proporcionou, respectivamente, valores de produção de matéria seca de 0,54; 0,72; 2,0 e 1,4 kg/m². Constataram ainda redução no PST, RAS e pH do solo devido a aplicação do corretivo.

Zaiter e Saade (1993), estudando a interação entre o fósforo (1, 10 e 100 μM de H_3PO_4) e salinidade (10, 50 e 100 mM de NaCl) constataram que a tolerância do feijão a salinidade aumentou com os níveis de fósforo, resultando numa maior produção de matéria seca e redução de injúria na parte aérea.

2.3 Caracterização das Espécies

2.3.1 Mororó – (*Bauhinia cheilantha*)

Ocorre de preferência em solos férteis e argilosos de áreas com pluviosidade nunca abaixo dos 600mm, em comunidades arbóreo-arbustivas. Seu porte é de um arbusto ou arvoreta, de 3 a 5 metros de altura e 8 a 10cm de diâmetro, na base. Apresenta casca fibrosa, castanho claro acinzentado, levemente rugosa. Copa pouco densa, de ramos não muito longos; os novos são flexuosos e ferrugíneo-pubescentes. Folhas alternadas, simples, fendidas no ápice, aproximadamente a 1/3 do comprimento total ou até um pouco abaixo do meio. Flores até 8,0cm de comprimento total. Fruto legume (em média 4-6 por inflorescência), aplanado, 10,0-13,0(15,0)cm de comprimento x 1,2-1,8cm de largura, com tênue pilosidade subvelutina. Deiscência violenta, resultando no lançamento das sementes à distância. Sementes achatadas, suborbiculares, castanho, 4,0-8,0 x 3,5-6,0mm; 13-19 no fruto maduro, com várias outras abortadas. Madeira castanho claro, resistente à decomposição, pelo que é, às vezes, empregada na construção de cercas. Além disso, constitui muito boa “rama” (forragem arbustiva ou arbórea) para bovinos e caprinos, utilização esta mais proveitosa que a anterior. Com essa finalidade, o mororó pode, facilmente, ser cultivado em muitas das áreas da caatinga, melhorando sua capacidade forrageira (Lima , 1989).

2.3.2 Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*)

A catingueira é uma das espécies de mais ampla dispersão, vegetando tanto nas várzeas úmidas, onde chega a atingir 10 a mais metros de altura e um diâmetro de até 50cm ou, como no Seridó semi-árido quando se reduz a arbustos de menos de dois metros e poucos centímetros de diâmetro na base. A casca das árvores adultas da catingueira é de cor cinza claro, às vezes levemente castanho, largando o ritidoma em lâminas um pouco alongadas, de bordo irregular. Ramos verdes, com abundantes lenticelas esbranquiçadas. Folhas bipinadas, bijugadas, e mais uma pina terminal. Pinas, 5-9 folíolos opostos a subopostos. Folíolos membranáceos rombo-orbiculares, assimétricos, 12,0-30,0mm nas folhas de ramos adultos e 6,0-8,0mm de folhas de ramos novos (rebrotos), bordo inteiro, levemente ondulado; face adaxial, lustrosa, verde um pouco mais escuro. Estípulas aciculares, 3,0-5,0mm, subcaducas - 10,0-15,0mm, com pêlos estrelados, escuros, em média com 18,0-25,0mm de diâmetro. Fruto legume, oblongo-elítico, assimétrico, acuminado, em média 8,0-11,0cm de comprimento x 2,0-2,5cm de largura, castanho claro, com pilosidade mínima, alva e esparsos tricomas

glandulosos, amarelos. A catingueira, como o pereiro, rebrota com intensidade quando cortada, o que nem sempre acontece com outras espécies da caatinga. Daí, talvez, a dominância dessas espécies em certas comunidades altamente seletivas, como é o caso, por exemplo, do Cariri (Lima, 1989).

As folhas verdes ou fenadas são forragem p/ bovinos, caprinos e ovino. Os frutos são ingeridos pelos animais, porém os ápices pontiagudos por vezes perfuram o intestino, causando a morte. As folhas, flores e cascas são usadas no tratamento das infecções catarrais, nas diarreias e disenterias (Lima, 1996).

2.3.3 Jurema-preta (*Mimosa hostilis*)

A espécie *M. hostilis*, Benth é uma árvore leguminosa que ocorre em quase todo o nordeste, apresentando alto grau de resistência à seca, crescendo em solos rasos, sendo uma das primeiras espécies a se instalar em áreas degradadas (Vieira, 1997 citado por Leite, 2002)

A *M. hostilis* apresenta um porte arbustivo geralmente bifurcado, com galhos baixos, uma casca rugosa com fendas longitudinais pouco fibrosa, folhas bipinadas e flores dispostas em espigas esbranquiçadas. Apresenta, ao final de cinco anos, uma altura média de 4,5 metros sendo sua propagação feita por sementes. (Braga, 1976; Lima, 1996 citado por Leite, 2002).

O período normal de floração da espécie inicia em agosto e se estende até novembro, período este caracterizada pela ausência ou baixa precipitação pluviométrica, e que corresponde à seca da região semi-árida (Araújo, 2000, citado por Leite, 2002).

2.3.4 Leucena (*Leucaena leucocephala*)

A leucena (*Leucaena leucocephala*) é uma espécie arbórea pertencente à família mimosaceae, com mais de 100 variedades divididas basicamente em três grupos: o havaiano, de plantas menores, arbustivas; o peru, de porte médio, apropriado para alimentação de animais e mais e mais encontrado no Brasil; o salvador, de que fazem parte as plantas de maior porte e de crescimento rápido, grupo em que se encontram as plantas vocacionadas ao reflorestamento e à produção de lenha, carvão e celulose (Ribeiro, 1996 citado por Neto, 1999).

Dentre as espécies de leguminosas arbóreas existentes nos trópicos, a leucena (*Leucaena Leucocephala* L. de Wit) destaca-se por sua ampla distribuição geográfica, apresentando consideravelmente resistência a salinidade e estiagem, sendo uma das mais promissoras, principalmente, pelo seu potencial para usos múltiplos, como: recuperação e enriquecimento de solos, produção de madeira e energia, ressaltando-se também sua importância na nutrição animal como fonte protéica. A leucena forma simbiose eficiente com

estirpes específicas de *Rhizobium*, podendo fixar de 200 a 300kg ha⁻¹ de N, tornando esse elemento disponível em agrossistemas tropicais (Sanginga, 1992 citado por Carvalho e Standford, 1999).

Segundo Dantas (2002) ao estudar o crescimento e distribuição de Na⁺, K⁺, e Cl⁻ em plantas jovens de algarobeira, angico, jurema-preta e leucena em resposta ao estresse salino, observou que a salinidade afetou de forma bastante expressiva tanto a produção como a acumulação de massa seca total nas plantas de jurema e leucena enquanto que, para as plantas de algarobeira e angico, esse efeito foi em menor magnitude.

Vidal et al., (1998) observaram o comportamento de diferentes espécies vegetais a níveis crescentes de salinidade do solo, e dentre as espécies estudadas a *Leucena* foi a que apresenta menor decréscimo de matéria seca como também pouco afetada quanto a influência dos níveis de salinidade na absorção de nutrientes.

Carvalho e Standford (1999) estudando a fixação de N₂ em leucena (*Leucena leucocephala*) em solo da região semi-árida brasileira submetido à salinização, verificaram que o incremento dos níveis crescentes de salinidade reduziu a nodulação (número e massa de nódulos), o rendimento de matéria seca e a acumulação de N na parte aérea.

2.3.5 Tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*)

Tamboril, árvore magna, caracterizada por fuste curto e muito grosso; copa imensa, espalhada, aberta. Folhas paripenadas com 6-10 pinas, cada uma com 18-30 folíolos opostos, irregularmente oblongos, assimétricos na base, sésseis, agudos e mucronados no ápice, pálidos na face inferior, ciliátulos, glabros ou algo pubescentes, as nervuras bem marcadas, 15-25 x 4-8mm; há glândulas negras entre os folíolos e no pecíolo comum. Flores alvacentas ou verde-pálidas, com 6-8mm de comprimento, pubérrulas, os pedicelos curtíssimos; cálice campanulado, 5-denticulado; corola quase duas vezes maior do que o cálice; estames numerosos, exsertos. Fruto com 6, 5-8, 5cm de diâmetro, negro ou quase, nítido, profundamente reentrante na base (junto ao pedicelo), as lojas seminais abauladas externamente; polpa amarelo-clara, macia, viscosa, espumando fortemente n'água (saponina); as lojas seminais são revestidas de forte membrana alva. Sementes irregulares, em geral obovóides, pardo-avermelhadas, a testa muito dura e lisa, medindo 10 x 12-15mm; hilo, com resto de funículo, localizado na extremidade mais larga, junto à micrópila. Madeira o cerne é pardo-avermelhado, macio, fácil de trabalhar, porém, durável. O alburno amarelo-claro monta a ca. 10-15cm. Indica sobre tudo para a fabricação de canoas de tronco inteiro. Serve muito bem para tabuado e ripado. A saponina do legume é hemolítica. Cultivada nas ruas de Assunção- (Paraguai) como ornamental. (Rizzine, 1971).

Ocorre no Pará, Maranhão e Piauí até o Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul, nas florestas pluvial e semidecídua. É particularmente freqüente na floresta latifoliada da bacia do Paraná. A árvore possui copa ampla e frondosa, proporcionando ótima sombra durante o verão. É uma para reflorestamento de áreas degradadas de preservação permanente em plantios mistos, principalmente por seu rápido crescimento inicial. (Lorenzi, 1998).

2.3.6 Moringa (*Moringa oleifera*)

A moringa (*Moringa oleifera*) pode ser uma alternativa para os pecuaristas da região, devido à sua alegada adaptação a climas tropicais, e ao seu potencial de produção de forragem. A moringa se adapta a quase todos os tipos de solos, exceto os mal drenados. A sua forragem é rica em nutrientes (Foidl et al., s. d), e o seu poder de rebrota permite corte raso a cada 40 dias em algumas regiões úmidas da América Central (Gerdes, 1996).

Vislumbra-se, então, a possibilidade do aproveitamento de extensas áreas degradadas da caatinga, de solos rasos, e com déficit hídrico na maior parte do tempo, nas quais o potencial de produção de forragem encontra-se altamente reduzido e onde poucas espécies são capazes de vegetar e produzir forragem satisfatoriamente (Bakke, 2001).

Na Índia, a moringa é abundante em solos aluviais, próximos aos leitos de areia dos rios e córregos e cresce bem em quase todos os tipos de solos, com exceção daqueles muito argilosos (Ramachandran et al., 1980). Adapta-se também, a diversas condições edafoclimáticas, em áreas de pluviosidade baixa a alta (até 1100 mm/ano) é encontrada tanto em clima árido e sub-úmido, em altitudes inferiores a 2000 metros (Baumer, 1983; Mayer e Stelz, 1993; Gerdes, 1996; Almeida et al., 1999), embora Foidl et al. (s.d.) registram crescimento muito lento aos 1200m de altitude. A moringa cresce muito bem sob temperaturas entre 24°C e 30°C (Baumer, 1983, Mayer e Stelz, 1993; Gerdes, 1996; Almeida, et al., 1999). Os autores mencionados acima foram citados por Bakke 2001.

2.3.7 Jucá (*Caesalpinia ferrea*)

Árvore pequena, raramente mediana, da casca acinzentada, lisa e fina, que se renova anualmente. Folhas bipinadas, com 2-3 e até 4 pinas, providas cada uma destas de 4-6 pares de folíolos pequenos, glabros, oblongos, verdes, quebradiços, com os pecíolos pubescentes do lado inferior dos folíolos. Flores amareladas, pequenas, dispostas em panículas pubescente e terminais. Vagem Bruno-amarelada, pequena, achatada, encurvada com sementes escuras e duríssimas. Madeira de carne duro, com fibras revessas, vermelho-escura, quase preta, maculada de manchas amarelas, difícil de ser desdobrada, porém um tanto elástica. Com elas os índios faziam os seus tacapes, clava terrível com que partiam a cabeça dos inimigos e

prisioneiros. É a madeira preferida para a confecção dos cacetes dos valentões acabadores de feiras e sambas. A entrecasca, posta em infusão, serve para toda qualidade de contusões e feridas, bem assim para combater a tosse crônica e a asma. A folhagem, que é perene, fornece bom alimento ao gado (Braga, 1976).

2.3.8 Algaroba (*Prosopis juliflora*)

Árvore de caule tortuoso. Ramos decumbentes com espinhos longos e fortes. Folhas bipinadas. Flores dispostas em espigas, amarelo-pálidas. Fruto achatado, indeiscente, de endocarpo coriáceo, mesocarpo polposo e adocicado multisseminado e encurvado. Produção – impressionante, estando em floração em todos os meses do ano. A propaganda da algaroba no Nordeste vem se fazendo em função de seu valor forrageiro para as terras secas. Mantém-se verde todo o ano e os seus frutos podem ser usados na alimentação dos gados, o mesmo acontecendo, em menor escala, com as suas ramas. Além da sua importância de seus frutos como alimento são e nutritivo para os animais domésticos, inclusive para o homem, nos períodos de escassez, a algaroba se recomenda como árvore de sombra, produtora de madeira pesada, compacta, servindo tanto para móveis, como para dormentes, postes, estacas, lenha e carvão. O lenho e a casca contêm bastante tanino. As flores são altamente melíferas. (Braga, 1976).

A algarobeira é uma planta da família leguminosa, da subfamília mimosasecea, do genero *Prosopis* e da espécie *Prosopis juliflora*. Esta planta é uma reroftita de crescimento rápido, constituindo uma espécie típica da costa norte do Peru com altura que varia de 8 a 12m., podendo atingir excepcionalmente 18m, produzindo frutos a partir do segundo ou terceiro ano, e pode ser facilmente multiplicada por meio de sementes (Gomes, 1987, citado por Tabosa, 2000).

Segundo Souza e Tenório (1982), citado por Tabosa (2000), trata-se de uma leguminosa muito resistente que enriquece o solo com o nitrogênio retirado do ar atmosférico e apresenta um sistema radicular poderoso que controla a erosão, propiciando o crescimento rápido, razão pela qual é indicada para a conservação, melhoramento, aproveitamento e/ ou recuperação de solos. É muito utilizada ao longo das estradas federais, nas vilas e grandes cidades da região semi – árido do Nordeste.

2.3.9 Favela (*Cnidoscolus phyllacanthus*)

Propagação por parte da planta (vegetativa) e por sementes. O início da floração em janeiro e frutificação em fevereiro. As folhas quando maduras e casca verde são forrageiras para bovinos, ovinos e suínos. As sementes são fontes de alimento humano, animais domésticos e silvestres. Seu porte é em torno de 5m de altura, esgalhada irregularmente, armada de espinhos. O caule ramificado acima da base, com estrias verticais; quando cortado, exsuda látex branco, que em contato com o ar coagula, tornando-se quebradiço. As folhas simples, alternas, espessas, lanceoladas, profundamente lobadas, nervuras com espinhos urticantes, limbo com acúleos. Flores alvas, hermafroditas, inflorescência em cimeiras terminais. Frutos em cápsulas deiscentes, com três sementes. A madeira é leve e branca, para a confecção de porta e caixotaria. Ocorre nos estados do Piauí, Ceará, Rio grande do norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (Lima, 1996).

Dentre as espécies ocorrentes na Caatinga, sobressai-se a faveleira (*Cnidoscolus phyllacanthus*), que é largamente utilizada para a alimentação animal. A folha madura e casca servem de forragem aos caprinos, ovinos, asininos e bovinos e suas sementes podem ser utilizadas na avicultura e suinocultura (Viana, 1981; Viana e Carneiro, 1991, citado por Nobre, 2001).

A área de ocorrência da espécie estende-se o Piauí até a Bahia, nas regiões ecológicas do Sertão e Caatinga, destaca-se no meio de outros vegetais pela sua extraordinária resistência a seca (Duque, 1980; Drumond et al, 1997, citado por Nobre, 2001).

2.3.10 Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*)

Propagação por parte da planta (vegetativa) e por sementes. Cresce em terrenos profundos, principalmente nos coluviões. O início da floração em outubro e frutificação em dezembro. As folhas e frutos maduros ou secos são forragem para bovinos, caprinos e ovinos. Árvore em torno de 7m de altura, ramos fortemente aculeados. O caule é revestido de casca grossa e pardacenta, pouco espinhoso, castanho-claro, ritidoma desprendendo-se por rimas longitudinais, em lâminas estreitas, delgadas. Folhas compostas, alternas, com folíolos elípticos e ovais, um tanto curvos. As flores são alvas, pequenas em espigas e suavemente perfumadas; melíferas, lenha, forquilhas e esteios, resistente à umidade e fabricação de carvão. Sua ocorrência é no Piauí, Rio grande do norte e Paraíba (Lima, 1996).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização

Na etapa inicial o experimento foi conduzido em casa-de-vegetação do Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos- PB. A área é caracterizada pelas coordenadas geográficas: latitude 7° 30'00"S, longitude 37°30'N e altitude 250 metros.

3.2 O solo: localização, amostragem e caracterização

O solo foi coletado no setor 10 do Perímetro irrigado de São Gonçalo, localizado a 10 km da cidade de Sousa - PB, e delimitado pelas coordenadas geográficas Latitude 6°45'00" a 6°50'00"S, Longitude 38°10'00"N e altitude de 220 metros. O clima da região de Sousa - PB é, segundo a classificação de Koppen quente e seco, tipo Bsh, com precipitação pluvial média de 800mm, e um período chuvoso que abrange os meses de janeiro a maio.

As amostras foram coletadas de 0-40cm 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 da terra. A caracterização química e física dos solos utilizados no primeiro experimento (tabelas 01 e 02) e no segundo (tabelas 03, 04 e 05) encontram-se abaixo.

Tabela 01. Caracterização química dos solos.

Solo	pH	P mg dm ⁻³	Ca -----	Mg cmol _c dm ⁻³	Na -----	K -----	H+Al	CTC	V %
Salino-sódico	7,9	44	2,8	2,6	16,0	0,77	0,7	22,87	97
Não salino	5,6	33,5	12,8	5,0	0,7	1,3	1,4	21,2	93

Tabela 02. Caracterização do extrato de saturação

PH	Na -----	K cmol _c dm ⁻³	Ca -----	PST	CE MS/m	CLASSIF.
7,0	40	0,12	2,0	98	2,5	Salino-Sódico

Tabela 03. Caracterização química dos solos.

Solo	pH	P	Ca	Mg	Na	K	H+Al	SB	CTC	V
		mgdm ⁻³	-----			cmol _c dm ⁻³	-----			%
Salinizado	8,9	19	1,6	0,6	15,6	0,2	0,7	18	18,7	96
Não salino	5,9	17	5,4	2,6	0,65	0,4	1,6	9,05	10,65	84

Tabela 04 . Caracterização do extrato de saturação.

PH	PST	CE	CLASSIF.
		DS/m	
7,0	98	2,5	Salino-sódico

Tabela 05. Caracterização física dos solos.

SOLO	TEXTURA			CLASSIFICAÇÃO
	AREIA	SILTE	ARGILA	
	-----%			
Salinizado	61,5	6,5	32	Franco-arenoso
Não salino	69,5	8,5	22	Franco-arenoso

3.3 Instalação do experimento

Propõe-se nesse trabalho verificar a tolerância de várias espécies arbóreas às condições salinas. São espécies potencialmente importantes para a região semi-árida, entre as quais estão forrageiras arbóreas.

Verificou-se a tolerância de 10 espécies forrageiras arbóreas em dois experimentos. Em um primeiro experimento testou-se o comportamento de 6 espécies : moringa (*Moringa oleifera*), algaroba (*Prosopis juliflora*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), jucá (*Caesalpinia ferrea*), leucena (*Leucaena leucocephala*), tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*), e em um segundo experimento, o de 4 espécies: mororó (*Bauhinia cheilantha*), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), jurema-preta (*mimosa hostilis*) e favela (*Cnidoscolus phyllacanthus*). Essa avaliação foi verificada em experimento com vasos, conduzido em casa-de-vegetação. Numa primeira etapa, após o solo ser homogeneizado foi efetuada a semeadura.

O extrato de saturação do solo foi obtido segundo o procedimento descrito em (Embrapa, 1979). O cálcio e o magnésio foram determinados por espectrofotometria de

absorção atômica e o sódio e potássio por fotometria de emissão. À partir desses foi calculado o PST ($PST = Na/CTC \times 100$).

3.4 Aplicação dos corretivos

O gesso a ser empregado é um minério moído (gipsita) extraído no município de Sousa-PB. Sua composição revela 19% de sulfato e 12% de cálcio solúveis em água. Esse produto, após ser peneirado em malha de 1,0 mm de abertura, para uniformizar a granulometria, foi incorporado e homogeneizado aos 2,5 litros de terra contidos em cada vaso. Quanto ao H_2SO_4 foi utilizado produto analítico (PA) concentrado o qual, antes de ser incorporado a todo o volume de terra, foi previamente diluído. A dose de gesso utilizada foi de 6,2 g/kg terra e a de ácido sulfúrico 2,1 ml/kg terra. Após a aplicação dos tratamentos os solos foram mantidos por 15 dias com umidade correspondente a 70% da capacidade de campo, isso proporcionou uma maior solubilização do gesso, conseqüentemente mais íons sódio trocáveis foram neutralizados pelo cálcio derivado tanto do gesso quanto do ácido sulfúrico. A fase seguinte correspondeu a lavagem do solo, aplicando-se um volume d'água equivalente a 150% da CC, seguindo-se a semeadura.

A dose de gesso aplicada foi calculada através de equilíbrio químico, como sugere Richards (1954) e a do ácido sulfúrico determinou-se de uma forma indireta, tomando como referência a dose de gesso.

3.5 Delineamento experimental

No primeiro experimento foi avaliado a tolerância à salinidade de 6 espécies nos 4 diferentes tratamentos: não salino (normal), omissão de corretivos, presença de gesso, presença de H_2SO_4 . No cultivo em solo não salino não se aplicou corretivos. Cada tratamento constou de 3 repetições, totalizando 72 vasos, cada um com capacidade para 2,5 litros de terra. As parcelas foram distribuídas em delineamento em blocos casualizados. No segundo experimento utilizou-se 4 espécies, 4 tratamentos e 3 repetições, em um total de 48 parcelas.

3.6 Teste de germinação

Inicialmente foi feito o teste de germinação das sementes, os resultados obtidos foram de 77% Sabiá, 61% Leucena, 31% Moringa, 84,4% Jucá, 63% Tamboril e 67% Algaroba. Foi utilizado tratamento para promover a germinação como: a quebra de dormência com água quente por 6 segundos nas sementes de Leucena, Sabiá e Algaroba, em seguida fez o tratamento com hipoclorito de sódio a 5% por 10 minutos. Processo de escarificação mecânica na lixa em sementes de tamboril. Na semente de Jucá o processo foi de

escarificação química no ácido sulfúrico concentrado por 30 minutos, após esse tratamento foram lavadas em água corrente até que todo o ácido fosse removido. Nas sementes de Moringa foi removida as estruturas externas que envolvem a semente. O teste teve um período de um mês de duração. Essa metodologia foi obtida segundo (Ministério Da Agricultura E Reforma Agrária, 1992.)

3.7 Semeadura, condução e parâmetros avaliados

Após a aplicação dos corretivos a terra contida nos vasos foi mantida úmida por 15 dias (70% da CC) e, seguindo-se a lavagem da terra e a quebra da dormência, foram semeadas 6 sementes/vaso. Oito dias após a germinação foi efetuado o desbaste, mantendo-se 3 plantas por vaso. Para efeito comparativo, cada cultura terá uma testemunha absoluta, cultivada em “solo normal” (Não salino). Durante um período de 90 dias foram efetuadas medições semanais da altura das plantas e do diâmetro do coleto. Transcorrido esse período, foram cortadas a parte aérea das plantas rente ao solo, às quais foram acondicionadas em sacos de papel, secas em estufa com ventilação forçada a 65°C e pesadas. A avaliação da espécie mais tolerante, em todos os tratamentos, foi feita através de produções relativas (PR). Considerou-se como produção máxima (100%) àquela apresentada pela cultura nos solos não salinos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

4.1 PRIMEIRO EXPERIMENTO

4.1.1 Tolerância das espécies

Observa-se que as plantas de moringa, algaroba, tamboril, jucá, sabiá e leucena apresentaram seu crescimento reduzido quando cultivadas em um solo salino-sódico (tabelas 06, 07, 08, 09, 10, 11). Os resultados mostram que a moringa, algaroba e tamboril foram mais tolerantes a salinidade (tabelas 06, 07, 08), em comparação as plantas de jucá, leucena e sabiá que tiveram maior redução no seu crescimento. Jucá e leucena (tabelas 09 e 10), a partir da 4^a e 5^a semanas, apresentaram crescimento mínimo enquanto as mudas de sabiá (tabela 11) estabilizaram seu crescimento após a 1^a semana, as quais, no final do experimento, apresentavam-se secas. Este efeito na redução do desenvolvimento da sabiá está de acordo com os resultados obtidos por Stanford et al., (1997), quando avaliou os efeitos de sais na redução do desenvolvimento de plantas de sabiá..

A tabela 06 mostra a moringa quando cultivada em um solo salino-sódico com ácido sulfúrico, apresentou maior crescimento na 3^a, 4^a e 5^a semanas do que a moringa cultivada em um solo não salino. As plantas de Tamboril nas 1^a, 3^a, 4^a e 5^a semanas tiveram maior crescimento no solo salino-sódico com gesso do que no solo salino-sódico com ácido sulfúrico (tabela 08).

Tabela. 06. Altura das plantas de moringa nos diferentes solos e períodos.

Tratamentos		Semanas				
Solo	Corretivo	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a
		----- cm -----				
Não salino		14,3	16,3	18,2	19,9	21,5
Salino-Sódico	-	7,8	8,6	10,0	10,9	12,1
Salino-Sódico	H ₂ SO ₄	13,6	16,0	18,5	20,5	23,9
Salino-Sódico	Gesso	12,6	14,8	16,7	17,3	19,6

Tabela. 07. Altura das plantas de Algaroba nos diferentes solos e períodos.

Tratamentos		Semanas				
Solo	Corretivo	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a
		----- cm -----				
	Não salino	13,4	17,4	23,8	28,3	32,6
	Salino-Sódico -	9,5	12,3	16,0	19,2	23,1
	Salino-Sódico H ₂ SO ₄	10,2	15,4	21,1	23,3	26,9
	Salino-Sódico Gesso	11,4	15,2	20,2	22,9	25,5

Tabela .08. Altura das plantas de tamboril nos diferentes solos e períodos.

Tratamentos		Semanas				
Solo	Corretivo	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a
		----- cm -----				
	Não salino	24,4	26,0	31,0	33,2	36,2
	Salino-Sódico -	12,0	14,3	18,0	18,8	22,5
	Salino-Sódico H ₂ SO ₄	17,3	19,7	23,8	24,9	29,0
	Salino-Sódico Gesso	17,8	19,5	25,5	26,3	30,6

Tabela 09. Altura das plantas de jucá nos diferentes solos e períodos.

Tratamentos		Semanas				
Solo	Corretivo	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a
		----- cm -----				
	Não salino	17,7	19,4	22,0	25,6	28,9
	Salino-Sódico -	5,4	7,1	8,8	9,6	10,4
	Salino-Sódico H ₂ SO ₄	11,0	13,8	18,4	20,0	21,9
	Salino-Sódico Gesso	9,5	11,4	14,9	15,4	16,1

Tabela 10. Altura das plantas de leucena nos diferentes solos e períodos.

Tratamentos		Semanas				
Solo	Corretivo	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a
		----- cm -----				
	Não salino	7,9	8,3	13,8	17,1	17,7
	Salino-Sódico -	4,0	6,4	8,3	8,9	10,2
	Salino-Sódico H ₂ SO ₄	8,2	10,9	15,8	17,0	18,2
	Salino-Sódico Gesso	4,7	7,3	9,5	12,6	14,4

Tabela 11. Altura das plantas de sabiá nos diferentes solos e períodos.

Tratamentos		Semanas				
Solo	Corretivo	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a
		----- cm -----				
Não salino		8,8	11,4	12,7	15,2	17,4
Salino-Sódico	-	1,9	2,4	2,4	2,4	2,4
Salino-Sódico	H ₂ SO ₄	7,2	8,9	11,9	12,5	13,0
Salino-Sódico	Gesso	3,8	5,4	7,1	7,9	9,0

As médias das alturas das plantas na 5^a semana (tabela 12) revelaram que todas as espécies tiveram sua altura reduzida em um solo salino-sódico, a sabiá sendo a mais sensível a salinidade, seguida da leucena e jucá. Todas as plantas apresentaram melhor desenvolvimento em um solo salino-sódico usando os corretivos, por isso que é recomendado o uso de corretivos em solo salino-sódico com propriedades similares às do solo em estudo.

Considerando o comportamento das plantas nos solos salino-sódico sem corretivo, observa-se, pelos resultados estatísticos de altura (tabela 12), todas as espécies quando cultivadas em condições salinas sem tratamento obtiveram redução no seu crescimento, já a algaroba e tamboril demonstraram mais tolerantes a salinidade. Moringa teve desenvolvimento estatisticamente iguais com os dois tipos de corretivos.

Tabela 12. Médias das alturas das plantas na 5^a semana em diferentes solos e tratamentos.

Tratamentos		Plantas					
Solo	Corretivo	Moringa	Algaroba	Tamboril	Jucá	Sabiá	Leucena
		----- cm -----					
Não salino	-	21,5a	32,6a	36,2a	28,9a	17,4a	17,7a
Salino-Sódico	-	12,1b	23,1b	22,5b	10,4c	2,3c	10,2b
Salino-Sódico	H ₂ SO ₄	23,9a	26,9ab	29,1ab	21,9ab	13,0ab	18,2a
Salino-Sódico	Gesso	19,6a	25,5ab	30,6a	16,1bc	9,0bc	14,4ab

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A tabela 13 mostra o efeito dos sais nas espécies em termos de produção de matéria seca (MS). A algaroba produziu em maior quantidade MS (matéria seca) do que as outras espécies quando cultivada na ausência de corretivos. A leucena, sabiá e jucá demonstraram sentir mais efeitos dos sais, por apresentarem baixa produção de MS. Barreto et al., (1997), avaliou o acúmulo de matéria seca (MS) e os teores de sódio e potássio de três genótipos de sorgo forrageiro com distintos graus de tolerância à salinidade e verificou a redução de MS do limbo, colmo + bainha e raízes dos três genótipos. O teor de Na⁺ aumentou nas partes das

plantas analisadas paralelamente à adição de NaCl. O teor de K^+ decresceu no limbo e aumentou nas raízes dos genótipos, em função da presença do cloreto de sódio.

Tanto com o uso de ácido sulfúrico como de gesso, as espécies tiveram aumento significativo na produção de material vegetal seco, principalmente a algaroba, leucena e tamboril, sendo verificada menor produção nas mudas de moringa, jucá e sabiá (tabela 13). No solo sem problema de salinidade, considerado não salino as espécies tiveram alta produtividade, o que já se esperava.

Tabela 13. Peso de material vegetal seco das plantas em diferentes solos e tratamentos.

Tratamentos		Plantas					
Solo	Corretivo	Moringa	Algaroba	Tamboril	Jucá	Sabiá	Leucena
		----- cm -----					
Não salino	-	4,5 a	9,3 a	8,1a	7,2 a	6,3a	9,9a
Salino-Sódico		0,6 a	4,2 b	2,1 b	0,21c	0,12 c	1,5c
Salino-Sódico	H ₂ SO ₄	3,3 a	6,6 ab	4,5b	3,3 b	3,9ab	5,4b
Salino-Sódico	Gesso	2,1 a	5,4b	3,6b	1,8 c	1,5bc	5,7b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A tabela 14 apresenta as médias de altura e matéria vegetal seca (MVS) nos quatro tipos de solo, de uma forma geral o efeito de cada tipo de solo nas plantas. O solo que demonstrou maior crescimento e maior peso de matéria vegetal seca foi o considerado solo não salino, sem problema de salinidade. O ácido e o gesso em um solo salino-sódico não diferiram entre si. Os dois corretivos mostraram efeitos estatisticamente iguais no desenvolvimento das plantas. O solo salino-sódico sem tratamento reduziu o desenvolvimento das espécies. Não diferiram altura e peso de material vegetal seco.

Tabela 14. Médias de altura e material vegetal seco observadas nos 4 tipos de solos.

Tratamentos		Variáveis	
Solo	Corretivo	Altura	Material Vegetal Seco
		----- cm -----	----- g vaso ⁻¹ -----
Normal	-	25,7a	7,5a
Salino-Sódico	-	13,4c	1,4c
Salino-Sódico	H ₂ SO ₄	22,2b	4,5b
Salino-Sódico	Gesso	19,2b	3,4b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

De uma maneira geral, independente do tipo de solo, a espécie que apresentou maior crescimento foi o tamboril e a algaroba, mais do que o jucá, a moringa, leucena e a sabiá (tabela 15). Observa-se que a espécie tamboril demonstrou maior crescimento que a algaroba, sabiá teve menor crescimento. A ordem de crescimento das espécies arbóreas segundo os resultados da tabela 15 foi a seguinte: tamboril > algaroba > jucá > moringa > leucena > sabiá. A altura das plantas nem sempre correspondeu ao peso do material vegetal seco. Algaroba e leucena apresentaram maior acúmulo de matéria seca em comparação ao tamboril que teve maior crescimento. A sabiá teve menor crescimento, mas apresentou maior quantidade de matéria seca do que a moringa.

Tabela 15. Média de altura e matéria vegetal seca (MVS) das diferentes espécies avaliadas.

ESPÉCIES	ALTURA	MVS
	----- cm -----	----- g/vaso -----
Moringa	19.3b	2.6b
Leucena	15.1c	5.6a
Algaroba	27.0a	6.3a
Sabiá	10.4d	3.0b
Tamboril	29.6a	4.6ab
Jucá	19.3b	3.1b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.1.2 Crescimento e peso relativos

Foi estabelecido que no solo não salino todas as espécies apresentaram um crescimento relativo de 100 % o qual foi tomado como referência. De acordo com os resultados obtidos do crescimento relativo das plantas de moringa, algaroba, tamboril, jucá, sabiá e leucena (figura 1) a espécies que apresentaram maior e menor crescimento no substrato salinizado foram a algaroba e a sabiá, respectivamente. O ácido sulfúrico foi o corretivo que proporcionou melhores condições para o crescimento de praticamente todas as plantas cultivadas nos solos salino-sódico, exceto para o tamboril, que apresentou um maior crescimento quando o corretivo utilizado foi o gesso. O efeito do ácido sulfúrico também foi observado por Santos et al., (1998), ao estudarem o comportamento de cinco espécies arbóreas: algaroba, tamboril, jucá, leucena e sabiá verificaram que aplicação de ácido

sulfúrico proporcionou aumento significativo de crescimento vegetal. No solo salino, com corretivo, a espécie que se desenvolveu mais foi a moringa tanto no ácido sulfúrico quanto no gesso. As espécies jucá e sabiá apresentaram menor crescimento com a aplicação de corretivos que as demais. Moringa e leucena tiveram seu crescimento em ácido sulfúrico superior àquele obtido no solo não salino. A algaroba e o tamboril também apresentaram um maior crescimento com a utilização de corretivos no solo salino-sódico.

A análise do peso relativo do material vegetal seco (PMVS) (figura 2) mostra que todas as espécies tiveram o peso de matéria seca reduzido com quando cultivadas em solos salinizados sem a aplicação de corretivos, principalmente as mudas de jucá e de sabiá. Já Neto et al., (1999) ao estudarem o potencial de germinação e desenvolvimento inicial da leucena em diferentes níveis de NaCl, verificaram que o potencial de germinação da leucena foi afetado com o aumento da concentração de NaCl e que o desenvolvimento inicial da leucena sofreu efeito mais significativo a partir da concentração de 0,45%, mas as variáveis área foliar e matéria seca foram afetadas a partir de 0,15 e 0,30%, respectivamente. Observa-se que a produção de matéria vegetal (figura 2) foi maior com o uso de corretivos, principalmente com a utilização de ácido sulfúrico, onde a moringa e a algaroba obtiveram um aumento significativo.

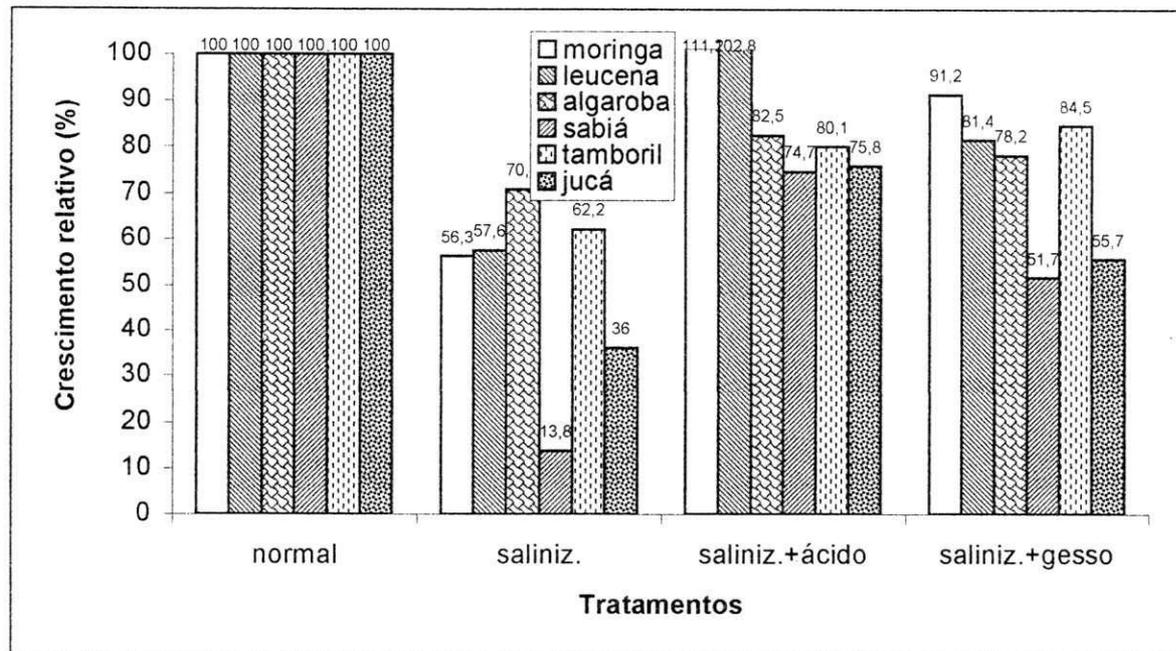


Figura 1. Crescimento relativo das plantas nos diferentes solos e tratamentos.

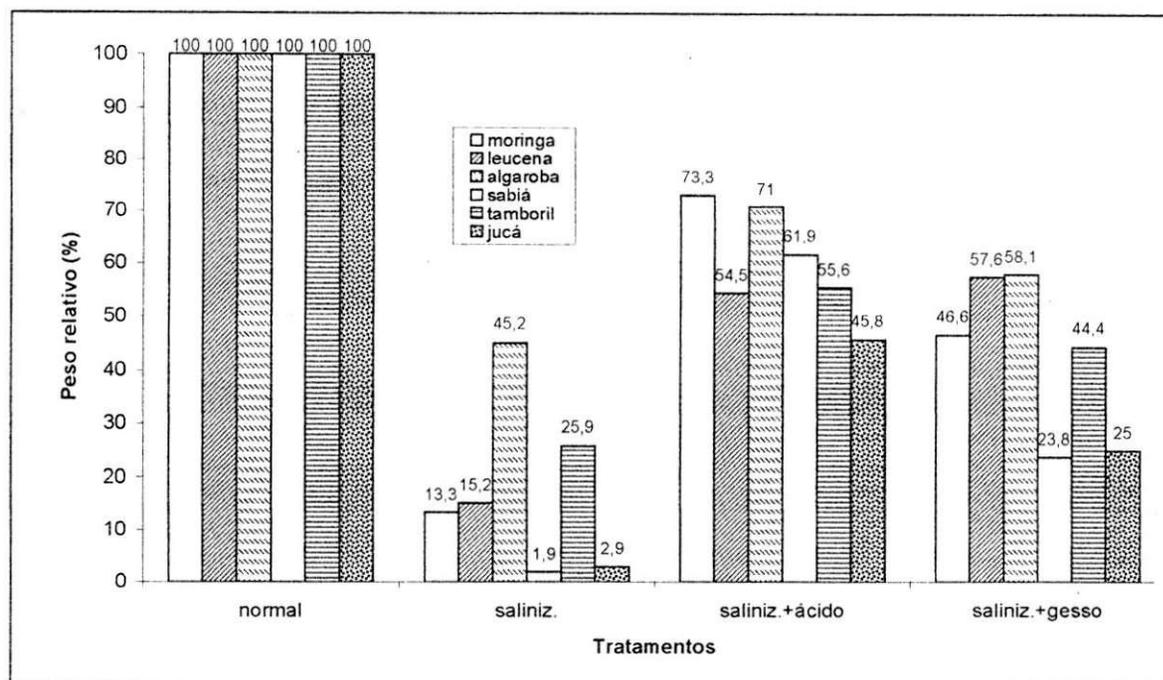


Figura 2. Peso relativo das plantas nos diferentes solos e tratamentos.

4.2 SEGUNDO EXPERIMENTO

4.2.1 Crescimento das espécies

A Tabela 16 mostra que todas as plantas de mororó, catingueira, jurema-preta e favela apresentaram seu diâmetro reduzido quando cultivadas em um solo salino-sódico sem a adição de corretivos. A favela apresentou maior diâmetro nos quatro tratamentos. O ácido sulfúrico foi mais eficiente que o gesso no desenvolvimento do diâmetro das cinco espécies.

Tabela 16. Diâmetro das plantas na 7ª semana em diferentes solos e tratamentos.

Tratamento		PLANTAS			
SOLO	CORRETIVO	MORORÓ	CATINGUEIRA	JUREMA-PRETA	FAVELA
		mm			
Normal	-	2,3	2,1	3,1	6,5
Salino-Sódico	-	1,3	0,9	0,8	2,5
Salino-Sódico	H ₂ SO ₄	1,7	2,0	1,8	4,8
Salino-Sódico	GESSO	1,4	1,8	1,6	4,2

Na Tabela 17 são apresentados resultados estatísticos da altura na 7ª semana. Considerando o comportamento das espécies em um solo salino-sódico com corretivo, o ácido sulfúrico foi mais eficiente que o gesso, e a catingueira com ácido sulfúrico apresentou desenvolvimento estatisticamente igual a um solo não salino. Para o mororó não ocorreu diferenças estatísticas entre o salino-sódico e o salino-sódico com gesso, já no salino-sódico com ácido teve sua altura semelhante ao solo não salino e também não se diferenciou dos

demais tratamentos salino-sódico. Jurema-preta e favela tiveram o mesmo crescimento em todos os tratamentos com solo salino-sódico.

Tabela 17. Médias das alturas das plantas na 7ª semana em diferentes solos e tratamentos.

TRATAMENTO SOLO	PLANTAS				
	CORRETIVO	MORORÓ	CATINGUEIRA	JUREMA-PRETA	FAVELA
				cm	
Normal	-	15,8a	12,2a	21,6a	18,3a
Salino-Sódico	-	3,7b	2,6b	2,7b	5,6b
Salino-Sódico	H ₂ SO ₄	9,5ab	10,4a	6,7b	10,5b
Salino-Sódico	GESSO	6,5b	7,9ab	3,8b	9,7b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O mororó, jurema-preta e favela (Tabela 18) mostraram que foram estatisticamente iguais em MVS no solo salino-sódico, com ou sem tratamento. A catingueira no salino-sódico com corretivos não se diferenciou do solo não salino, como também do salino-sódico sem corretivos.

Tabela 18. Peso de material vegetal seco das plantas em diferentes solos e tratamentos.

TRATA- MENTOS SOLO	PLANTAS				
	CORRETIVO	MORORÓ	CATINGUEIRA	JUREMA-PRETA	FAVELA
				g vaso ⁻¹	
Normal	-	3,4a	2,7a	7,5a	4,2a
Salino-Sódico	-	0,2b	0,2b	0,1b	0,5b
Salino-Sódico	H ₂ SO ₄	1,2b	1,2ab	0,8b	1,9b
Salino-Sódico	GESSO	0,5b	0,9ab	0,2b	1,3b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados da Tabela 19 apresentam médias de altura, matéria vegetal seca (MVS), nos quatro tratamentos. A altura e a MVS apresentaram um aumento significativo quando adicionou-se os corretivos com um melhor resultado para o ácido sulfúrico. Quanto ao solo não salino, já era esperado, pois é um solo sem problema de salinidade, apenas tomado como referência.

Tabela 19. Médias de altura e material vegetal seco (MVS) observadas nos 4 tratamentos.

TRATAMENTO SOLO	CORRETIVO	ALTURA	MVS
		----- cm -----	----- g/vaso -----
Não Salino	-	36,7a	9,6a
Salino-Sódico	-	4,3d	0,2d
Salino-Sódico	H ₂ SO ₄	25,2b	3,7b
Salino-Sódico	GESSO	16,2c	1,2c

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.2.2 Crescimento e peso relativos

Para o desenvolvimento das espécies em um solo não salino foi estabelecido 100% para o crescimento e peso relativo (seco), o qual foi tomado como referência. Com base nos resultados de crescimento relativo (Figura 3) a espécie que foi resistente as condições salinas sem tratamento foi a favela enquanto o jurema-preta foi a que sofreu maior redução no seu crescimento relativo. O ácido sulfúrico superou o gesso quanto ao seu efeito na tolerância de plantas cultivadas em um solo salinizado em todas as espécies. No solo salinizado com ácido sulfúrico, a espécie que se desenvolveu mais foi a catingueira seguida do mororó, já no solo salinizado com gesso a catingueira também teve um maior crescimento, depois veio a favela. Com aplicação de corretivos jurema – preta mostrou menor crescimento que as demais, tanto no ácido sulfúrico como no gesso. Percebe-se que onde foi aplicado corretivo e um solo salinizado aumentou o crescimento vegetal, por isso que se recomenda a utilização de corretivos em um solo salinizado, porque melhora as características do mesmo.

Observa-se, pelos resultados de peso relativo de material vegetal seco (PMVS) (Figura 4), que todas as espécies sofreram redução na acumulação de matéria seca, sobre condições salinas sem corretivos, principalmente as mudas de jurema-preta. Verifica-se que houve aumento de matéria seca com o uso dos corretivos, predominando o ácido sulfúrico. Catingueira e favela predominaram com maior peso relativo seco em um solo salinizado com ácido sulfúrico enquanto mororó e jurema-preta tiveram maiores reduções nas quantidades de matéria seca. Em um solo salinizado com gesso a catingueira e favela obtiveram um maior rendimento de matéria seca.

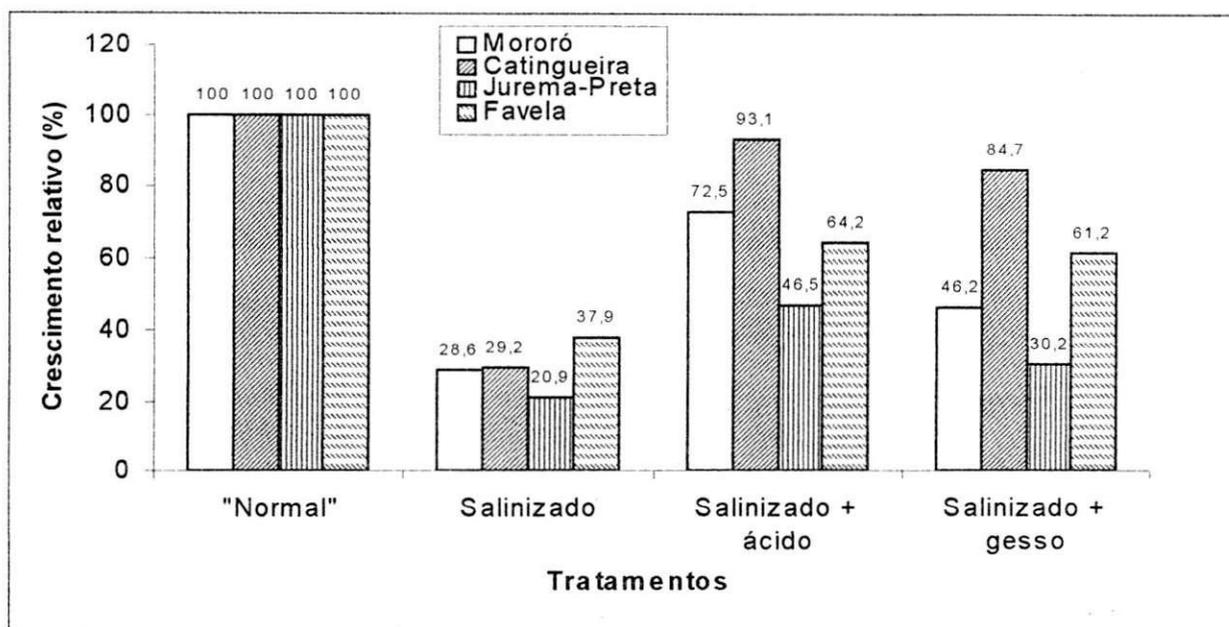


Figura 3. Crescimento relativo das plantas nos diferentes solos e tratamentos.

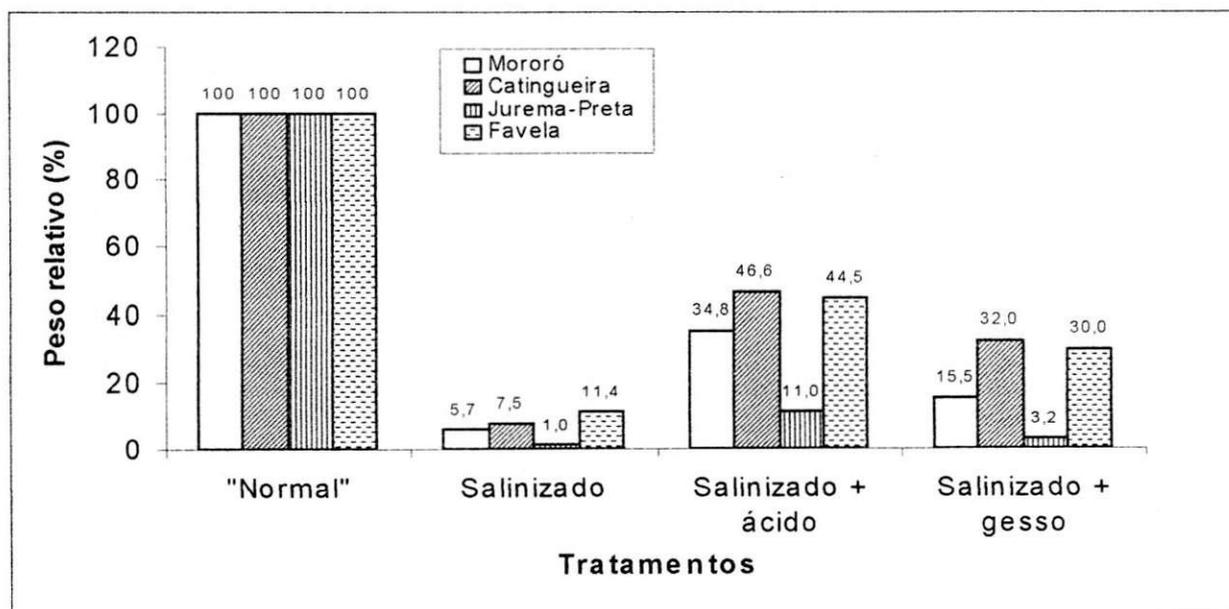


Figura 4. Peso relativo das plantas nos diferentes solos e tratamentos.

5. CONCLUSÕES

- a.) As espécies arbóreas apresentaram uma severa redução em seu crescimento quando cultivadas em solos salinizados sem a aplicação prévia de corretivos;
- b.) O crescimento das plantas foi mais acentuado com a adição dos corretivos gesso e ácido sulfúrico, principalmente com adição do segundo;
- c.) Nas condições do experimento recomenda-se a utilização das espécies **algaroba, tamboril, moringa, leucena** e também catingueira e mororó, com a aplicação prévia de corretivos nessas últimas, como as mais indicadas para serem implantadas na recuperação de áreas ou ambientes da região semi-árida degradados quimicamente por sais e sódio.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHARYA, C. L.; ABROL, I. P. Exchangeable sodium and soil water behaviour under field conditions. **Soil Science**, Baltimore, v. 125, n. 5, p. 310-19, 1978.

AGASSI, M.; SHAINBERG, I.; MORIN, J. Effect of electrolyte concentration and soil sodicity on infiltration rate and crust formulation. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.45, p.848-51, 1981.

AGASSI, M.; SHAINBERG, I.; MORIN, J. Slope, aspect, and phosphogypsum effects on run off and erosion. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.54, p.1102-106, 1990.

ALPEROVITCH, N.; SHAINBERG, I.; KEREN, R. Specific effect of magnesium on the hydraulic conductivity of sodic soils. *Journal of Soil Science*, Oxford, v.32, p.543-54, 1981.

ARMSTRONG, A.S.B.; TANTON, T.W. Gypsum applications to aggregated saline-sodic clay topsoils. *Journal of Soil Science*, Oxford, v.43, p.249-60, 1992.

AYLMORE, L.A.G.; SILLS, I.D. Characterization of soil structure and stability using nodules of rupture-exchangeable sodium percentage relationships. *Australian Journal of Soil Research*, East Melbourne, v.20, p.213-24, 1982.

BAKKE, I. A; Características de crescimento e valor forrageiro da moringa. (*Moringa oleifera* Lam) submetida a diferentes adubos orgânicos e intervalos de corte. 2001. 45p. **Dissertação (M.S.)** – Universidade Federal da Paraíba.

BARRETO, L. P.; NETO, E. B.; SILVA, J. H. B. da. Acúmulo de matéria seca e teores de Na⁺ e K⁺ em sorgo forrageiro sob estresse salino. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1997. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. 494p.

BLACK, A.S.; ABDUL-HAKIN, B.M.S. Soil structure effects and leaching of sodium following sodium chloride fertilizer applications. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Wellington, v.27, p.399-403, 1984.

BRAGA, R.; Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. Fortaleza: Mossoroense, 1976. 540p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: 1992. 365p.

- CARVALHO, F.G.; STAMFORD, N. P., Fixação de N₂ em Leucena (*Leucena leucocephala*) em solo da região semi – árida brasileira submetido a salinização. *Rev. Bras. de Ci. Solo*, v.23, p.237-243, 1999.
- CHAUDHRY, G.H.; WARKENTIN, B.P. Studies on exchange of sodium from soils by leaching with calcium sulfate. *Soil Science*, Baltimore, v.105, n.3, p.191-97, 1968.
- CHHABRA, R.; ABROL, I.P. Reclaiming effect of rice grown in sodic soils. *Soil Science*, Baltimore, v.124, p.49-55, 1977.
- CHHABRA, R.; ABROL, I.P.; SINGH, M. V. Dynamics of phosphorus during reclamation of sodic soils. **Soil Science**, Baltimore, p. 132, n. 53, p. 19-24, 1981.
- CHURCHMAN, G.J.; SKJEMSTAD, J.O.; OADES, J.M. Influence of clay minerals and organic matter on effects of sodicity on soils. *Australian Journal of Soil Science*, East Melbourne, p.31, n.6, 779-800, 1993.
- CORDEIRO, G.G.; BARRETO, A.N.; CARVAJAL, A.C.N. **Levantamento das condições de salinidade e sodicidade do Projeto de irrigação de São Gonçalo (2a parte)**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1988. 57p. (Documentos 54).
- DANTAS, H.R.W.; Crescimento e distribuição de Na⁺, K⁺, e Cl⁻ em plantas jovens de algarobeira, angico, jurema-preta e leucena em resposta ao estresse salino. Patos (PB): UFPB/CSTR/DEF, 2002. (Monografia).
- DURANG, J.H. *Les sols irrigables - étude pedologique*. 1. ed., Paris, Press France, 1983. p. 352.
- DUTT, G. R. Effect of small amounts of gypsum in soils on the solutes in effluents. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, v.28, p.754-757, 1964.
- EMERSON, W.W. Aggregate slaking and dispersion class, bulk properties of soil. *Australian Journal of Soil Research*, East Melbourne, v.32, p.173-84, 1994.
- EMERSON, W.W.; CHI, C.L. Exchangeable calcium, magnesium and sodium, and the dispersion of illites in water. II, Dispersion of illites in water. *Australian Journal of Soil Research*, East Melbourne, v.15, p.255-62, 1977.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Manual de Métodos de Análises de Solo*. EMBRAPA-CNPGL, 1979.
- FIRAKE, N.N.; PAMPATTIWAK, P.S. Note on the effect of subsurface drainage and gypsum on leaching of salts in a sodic soil. *Current Agriculture*, Philadelphia, v.15, n.(1-2), p.71-73, 1991.
- FREITAS, J. A. de; COELHO, M. A.; FERREIRA, H. F. F. Efeito de corretivos químicos e materiais orgânico no movimento da água e estrutura de solo salino-sódico. **Rev. Bras. Cien. do Solo**, Campinas, v. 8, n.3, p. 261-64, 1984.
- FRENKEL, H.; FEY, M.V.; LEVY, G.J. Organic and inorganic anion effects on reference and soil clay critical flocculation concentration. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.56, p.1762-766, 1992.

GAL, M.; ARCAN, L.; SHAINBERG, I.; KEREN, R. Effect of exchangeable sodium and phosphogypsum on crust structure-canning electron microscope observations. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 48, p. 872-78, 1984.

GLEW, D.N.; HAMES, D.A. Gypsum, disodium, pentacalcium sulfate and anhydrite solubilities in concentrated sodium chloride solutions. *Canadian Journal of Chemistry*, Ottawa, v.48, p.3733-738, 1970.

GOLDBERG, S.; FORSTER, H.S. Flocculation of reference claus and arid-zone soil clays. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.54, n.714-18, 1990.

GRAVELAND, D.N.; TOOGOOD, J.A. Gypsum as an ameliorating agent for solonetzic soils in Alberta. *Canadian Journal of Soil Science*, Ottawa, v.43, p.1-6, 1963.

GREENE, R.S.B.; FORD, G.W. The effect of gypsum on cation exchange in two red duplex soils. *Australian Journal of Soil Research*, East Melbourne, v.23, p.61-74, 1985.

GUPTA, R.K.; BHUMBLA, D.K.; ABROL, I.P. Effect of sodicity pH, organic matter, and calcium carbonate on the dispersion behaviour of soils. *Soil Science*, Baltimore, v.137, n.4, p.245-51, 1984.

HEBRON, D. Os problemas de salinização na região Nordeste. Recife: SUDENE, Divisão de Documentação, 1967. 17p.

HIRA, G.S.; SINGH, N.T. Irrigation water requirement for dissolution of gypsum in sodic soil. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.44, p.930-33, 1980.

JONES, S.B.; ROBBINS, C.W.; HANSEN, C.L. Sodic soil reclamation using cottage cheese (acid) whey. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, Ottawa, v.7, n.1, p.51-61, 1993.

KAZMAN, Z.; SHAINBERG, I.; GAL, M. Effect of low levels of exchangeable sodium and applied phosphogypsum on the infiltration rate of various soils. **Soil Science**, Baltimore, v. 135, n.3, p. 184-92, 1983.

KEREN, R.; SHAINBERG, I. Effect of dissolution rate on the efficiency of industrial and mined gypsum in improving infiltration of a sodic soil. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.45, p.103-07, 1981.

KODVA, V. A. El sistema de drenaje en la lucha contra la salinidade de tierras irrigadas. In: ACADEMIA DE LAS URSS. Institute de suelos V. V. Dukuchaev. La aplicacation del drenaje en la recuperacion de suelos salinos. México, 1964. 244p.

LAUCHI, A.; EPSTEIN, E. Mechanismos of salt tolerance in Plants. In: *Califdornia Agriculture*. V. 8 .N. 10. p 18-21. 1984.

LEITE, J. A. N.; Avaliação de características silviculturais de jurema – preta (*mimosa hostilis* Benth). Patos (PB): UFPB/CSTR/DEF, 2002. (Monografia).

LIMA, D. de A.; Plantas das Caatingas. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 1989. 243p.

UFPB - BIBLIOTECA

LIMA, I. L. S.; de Plantas Forrageiras das Caatingas: Usos e potencialidade. EMBRAPA – CPATSA/PNE/RBG – KEW, Petrolina – PE. 1996, 43p.

LIMA, L. A.; Efeitos de sais no solo e na planta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26, anais... Campina Grande: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997. p.125.

LORENZI, H.; Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2 ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1998, 352p.

LOVEDAY, J. Relative significance of electrolyte and cation exchange effects when gypsum is applied to a sodic clay soil. *Australian Journal of Soil Research*, East Melbourne, v.14, p.361-71, 1976.

MANNIN, M.; PISSARRA, A.; VAN HORN, J. W. Drainage and desalinization of heavy clay soil in Portugal. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v.5, p.227-240, 1982.

MASS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance – Current assessment. *Journal of Irrigation and Drainage Division*, ASCE, v. 103, p. 115-134, 1977. (proceeding Paper, 1923).

McNEAL, B.L.; COLEMAN, N.T. Effect of solution composition on soil hydraulic conductivity. *Soil Science Society Proceedings*, Madison, v.30, p.308-12, 1966.

McNEAL, B.L.; LAYFIELD, D. A.; NORVELL, W. A.; RHODES, J. D. Factors influencing hydraulic conductivity of soils in the presence of mixed-salt solutions. **Soil Science Society Proceedings, Madison**, v. 32, p. 187-190, 1968.

McINTRE, D. S.; LOVEDAY, J.; WATSON, C. L. Field studies of water and salt movement in an irrigated swelling clay soil. III. Salt movement during ponding. **Australian Journal of Soil Research**, East Melbourne, v. 20, p. 101-105, 1982.

MEIRE, A; SHALHEVET, J. Crop growth under saline conditions. En: *Arid Zone Irrigation*, Ed. B Yaron; E Danfors e Y Vaadia-Berlin. 1973.

MISOPOLINOS, N.D. A new concept for reclaiming sodic soils with high-salt water. *Soil Science*, Baltimore, v.140, n.1, p. 69-74, 1985.

NETO, G.M. da N; QUEIROZ, J. E.; SILVA, L. M. de M. (et al). Efeito da salinidade na germinação e desenvolvimento inicial da leucena. *Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, V. 3, n. 2, p.257 – 260, 1999.

NIAZI, M.H.K.; HUSSAIN, N.; MEHDI, S.M.; RASHID, M.; KHAN, G.D. Efficacy of acid reclaimants in combination with nonconventional fertilizers for salinity control. In: **PROCEEDINGS OF SIXTH INTERNATIONAL DRAINAGE SYMPOSIUM**, Mashville, p.387-394. 1992.

NOBRE, A. P.; SANTOS, D. R. dos.; ARRIEL, E. F. ; Formação de um pomar de sementes por mudas de faveleira (*Cnidocolus phyllacanthus* (M. Arg.) Pax et K. Hoffm) sem espinhos. In: **IX Encontro de Iniciação Científica da UFPB. Resumos...** João Pessoa: UFPB, 2001.

OSTER, J.D.; FRENKEL, H. The chemistry of the reclamation of sodic soils with gypsum and lime. *Soil Science Society of American Journal*. Madison. v.44, p.41-5, 1980.

OSTER, J.D.; SCHROER, F.W. Infiltration as influenced by irrigation water quality. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.43, p.444-47, 1979.

PALIWAL, K. V.; GHANDHI, A. P. Effect of salinity, SAR, Ca:Mg ration in irrigation water and soil texture on the predictability of exchangeable sodium percentage. *Soil Science*, Baltimore, v. 122, n.2, p.85-90, 1976.

PRATTER, R.J.; GOERTZEN, J. O.; RHOADES, J. D. FRENKEL, H. Efficient amendment use in sodic soil reclamation. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.42, p. 782-86, 1978.

QUIRK, J.P. Interparticle forces: A basis for the interpretation of soil physical behaviour. *Advances in Agronomy*, New York, 53:121-183, 1994.

QUIRK, J.P.; SCHOFIELD, R.K. The effect of electrolyte concentration on soil permeability. *Journal of Soil Science*, Oxford, v.6, p.163-178, 1955.

RAHMAN, W.A.; ROWELL, D.L. The influence of magnesium in saline and sodic soils: A specific effect or a problem of cation exchange? *Journal of Soil Science*, Oxford, v.30, p.535-46, 1979.

RENGASAMY, P. Clay dispersion in relation to changes in the electrolyte composition of dialysed red-brown earths. *Journal of Soil Science*, Oxford, v.34, p.723-32, 1984.

RHODES, J.D. Soluble salts. In: PAGE, A>L. ed. *Methods of Soils Analysis*. part 2. Madison, SSSA, 1972. p.167-179.

RHODES, J.D.; KRUEGER, D.B.; REED, M.J. The effect of soil-mineral weathering on the sodium hazard of irrigation waters. *Soil Science Society of American Proceedings*, Madison, v.32, p.643-47, 1968.

RICHARDS, L.A. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Agriculture handbook 60, United States Department of Agriculture, Washington, 1954. 160p.

RIMMER, D.L.; GREENLAND, D.J. Effects of calcium carbonate on the swelling behaviour of a soil clay. *Journal of Soil Science*, Oxford, v.27, p.127-39, 1976.

RIZZINI, C. T. *Arvores e madeiras úteis do Brasil manual de dendrologia brasileira*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1971. 294p.

ROWELL, D.L.; SHAINBERG, I. The influence of magnesium and of easily weathered minerals on hydraulic conductivity changes in a sodic soil. *Journal of Soil Science*, Oxford, v.30, p.719-26, 1979.

SANTOS, R. V. ; TERTULIANO, S. S. X. Crescimento de espécies arbóreas em solo salino-sódico tratado com ácido sulfúrico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.2, n.2, p.239-242, 1998.

SHAINBERG, I.; KEREN, R.; FRENKEL, H. Response of sodic soils to gypsum and calcium chloride application. *Soil Science Society of American Proceedings*, Madison, v.46, p.113-17, 1982.

SHAINBERG, I.; SUMMER, M.E.; MILLER, W.P.; FARINA, M.P.W.; PAVAN, M.A.; FEY, M.V. Use of gypsum on soils: A review. *Advances in Soil Science*, New York, v.9, p.1-111, 1989.

SHANMUGAMATHAM, R. T. & OADES, J.M. Influence of anions on dispersible clay on dispersion and physical properties of the A horizon of a red-brown earth. *Geoderma*, Netherlands, v.29, p.257-277, 1983.

SHARMA, O.P.; GUPTA, R.K. Comparative performance of gypsum and pyrites in sodic vertisols. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Dehli, v.56, n.6, p.423-29, 1986.

SHARUP, A. Effect of exchangeable sodium percentage and persubmergence on yield and nutrition of rice under field conditions. *Plant and Soli*, The Hague, v. 85, p. 279-88, 1985.

SILVA, F.R.; FERREIRA, H.F.F.; COELHO, M.A.; AQUINO, B.F. Efeito da relação de adsorção de sódio e da salinidade sobre o coeficiente de seletividade Na-Ca em solos aluviais de diferentes texturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.15, p.9-13, 1991.

SROGONOV, B. P. Physiological bases of salt tolerance of plants. Jerusalém, Israel: **Prog. Scient Tranl.**, 1964. 279p.

STAMFORD, N. P.; CABRAL, C. D. G.; ALMEIDA, B. G. de. Efeito da salinização em sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) inoculada e com n-mineral em solo do semi-árido. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1997. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. 494p.

SUAREZ, D. L. ; RHODES, J. D.; LAVADO, R.; GRIEVE, C. M. Effect of pH on saturated hydraulic conductivity and soil dispersion. **Soil Science Society of American Proceedings**, Madison, v. 48, p. 50-5, 1984.

TABOSA, I.M; Intoxicação experimental pela ingestão de vagens da algaroba (*Prosopis juliflora* S.W.DC) em caprinos Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 2000. 3.19 (Tese de Doutorado).

TIWARI, R.J.; DWIVEDI, K.; VERMA, S.K. Effect of gypsum on leaf-water potential of cottons (*Gossypium hirsutum*, *G. herbaceum* and *G.arboreum*) varieties grown in salt-affected vertisol of Madhya pradesh. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Dehli, v.63, n.11, p. 734-36, 1993.

VIDAL, M.de F.; Neto, J. M. ; SILVA, K. A. da. (et al) Comportamento de diferentes espécies vegetais a níveis crescentes de salinidade do solo. XII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 1998. **Anais...**Fortaleza Ce: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 421p.

ZAHOW, M. F.; AMRHEIN, C. Reclamation of a saline sodic soil using synthetic polymers and gypsum. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 56, p. 1257-260, 1992.

ZAITER, H.Z.; SAADE, M. Interactive effects of salinity and phosphorus nutrition on tepary and common bean cultivars. *Communications in Soil Science*, New York, v.24, n.142, p.109-123, 1993.