



UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
CAMPINA GRANDE

CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL  
CAMPUS DE PATOS - PB

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM  
AMBIENTES DEGRADADOS POR SAIS**

Patos - PB  
2006



UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
CAMPINA GRANDE

CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL  
CAMPUS DE PATOS - PB

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM  
AMBIENTES DEGRADADOS POR SAIS**

ALAN CAUÊ DE HOLANDA

Monografia apresentada a Unidade  
Acadêmica de Engenharia  
Florestal, como requisito para  
obtenção do Grau de Engenheiro  
Florestal.

Orientador: Prof. Rivaldo Vital dos Santos, Dr.

Patos - PB  
2006



Biblioteca Setorial do CDSA. Maio de 2022.

Sumé - PB



UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
CAMPINA GRANDE

CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL  
CAMPUS DE PATOS - PB

ALAN CAUÊ DE HOALNDA

Monografia submetida ao Curso de engenharia Florestal, como requisito parcial para a  
obtenção do grau de Engenheiro Florestal.

APROVADO EM: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Banca Examinadora:

---

Prof. Rivaldo Vital dos Santos, Dr.  
Orientador

---

Prof. Jacob Silva Souto, Dr.  
1<sup>o</sup> Examinador

---

Prof. Antonio Amador de Sousa, Dr.  
2<sup>o</sup> Examinador



H722r

CSTR  
2006

Holanda, Alan Cauê de  
Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambiente  
degradado por sais./ Alan Cauê de Holanda . – Patos – PB.:

UFCG, 2006.

46f.

Inclui bibliografia.

Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Cen-  
tro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de  
Campina Grande.

1 – Solos – Corretivos - Monografia. 2 – Salinidade. 3 -  
Plantas. I – Título.

CDU : 631.4

*A toda minha família.*

*Aos meus pais, José Simplicio de Holanda  
e Dalvanir Maria de Holanda*

*Aos meus irmãos e sobrinho.*

*Aos meus amigos.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder a vida.

A minha avó Mariinha, que está sempre rezando, educando e incentivando os filhos, netos e sobrinhos.

A minha avó Santa, que por motivos justos Deus a levou, mas sempre estará no meu coração. Tenho fortes lembranças de minha avó, principalmente quando me desejava felicidades.

Aos meus pais, pôr tudo que me proporcionaram (vida, lazer, educação, responsabilidade, respeito etc.).

Ao prof. Rivaldo Vital dos Santos, por todos os ensinamentos, orientação, dedicação, compreensão, amizade e paciência.

Aos professores Jacob Silva Souto, José Romilson Paes de Miranda e Antonio Lucineudo de Oliveira Freire, por estarem sempre me ajudando, pela amizade e orientação.

Ao prof. Olaf Bakke pela assistência enquanto estive doente.

A Universidade Federal de Campina Grande e aos professores da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal (Lúcio, Alana, Diércules, João Batista, Maria de Fátima, Graça, Amador, Eder, Joedla, Elizabeth e Gilvan).

Aos funcionários Ednalva e João Macário, por tudo que fazem pelos alunos.

Ao amigo Rênio e família por toda amizade e companhia.

Aos amigos Marcio, Inês, Petley, Allyson, Rosimeire, Séfora, Cicélia, enfim a todos os alunos do curso de Engenharia Florestal.

A minha namorada e família, por todo o apoio e auxílio nas horas difíceis.

A todos os funcionários do viveiro florestal e ao amigo Damião pela ajuda durante a coleta de solo para a condução dos experimentos.

Enfim a todos que contribuíram de forma direta ou indireta em minha formação e condução dos trabalhos. E que sempre nos lembremos da mensagem de São Paulo, apóstolo, quando diz:

- Eviteis a convivência com quem leva vida ociosa.
- Obterás o pão que alimenta com trabalho e fadiga.
- Aquele que não quer trabalhar não tem direito de comer!

**MUITO OBRIGADO.**

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b>	i
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	ii
<b>RESUMO</b>	iv
<b>ABSTRACT</b>	v
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
<b>2. OBJETIVOS</b>	3
<b>3. JUSTIFICATIVAS</b>	4
<b>4. REVISÃO DE LITERATURA</b>	5
4.1. Efeitos dos Sais nas Plantas	5
4.2. Uso de Corretivo e Fonte Alternativa em Solos Salinizados	6
4.2.1. Gesso	6
4.2.2. Fontes Alternativas	8
4.3. Espécies Utilizadas	9
4.3.1. Cumaru ( <i>Amburana cearensis</i> )	10
4.3.2. Gliricídia ( <i>Gliricidia sepium</i> )	10
4.3.3. Nim ( <i>Azadirachta indica</i> )	11
4.3.4. Angico ( <i>Anadenanthera macrocarpa</i> )	11
4.3.5. Aroeira ( <i>Myracrodruon urundeuva</i> )	12
4.3.6. Turco ( <i>Parkinsonia aculeata</i> )	12
4.3.7. Cauaçu ( <i>Triplaris gardneriana</i> )	12
4.3.8. Craibeira ( <i>Tabebuia aurea</i> )	13
4.3.9. Embiratanha ( <i>Pseudobombax marginatum</i> )	13
4.3.10. Mulungu ( <i>Erythrina velutina</i> )	14
4.3.11. Pereiro ( <i>Aspidosperma pirifolium</i> )	14
<b>5. MATERIAL E MÉTODOS</b>	15
5.1. Localização do ensaio	15
5.2. O solo: localização, amostragem e caracterização	15
5.3. Os Tratamentos	16
5.4. Aplicação dos corretivos e fertilização	17
5.5. Delineamento experimental	17
5.6. Semeadura, condução e parâmetros avaliados	17
5.7. Estatística	18
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	19
6.1. Primeiro Experimento	19
6.1.1. Efeito dos tratamentos no solo	19
6.1.2. Efeito dos tratamentos nas plantas	19
6.1.3. Crescimento e peso relativos	25
6.2. Segundo Experimento	27
6.2.1. Efeito dos tratamentos no solo	27
6.2.2. Efeito dos tratamentos nas plantas	27
6.2.3. Crescimento e peso relativos	32
<b>7. CONCLUSÕES</b>	35
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	36

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b>	Caracterização química dos solos e caulim.....	16
<b>Tabela 2.</b>	Análise do extrato de saturação.....	16
<b>Tabela 3.</b>	Características físicas do solo Salino e Não salino.....	16
<b>Tabela 4.</b>	Análise dos solos após aplicação dos tratamentos e lavagem, no primeiro experimento.....	19
<b>Tabela 5.</b>	Análise dos solos após aplicação dos tratamentos e lavagem, no segundo experimento.....	27

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Altura média (cm) das espécies utilizadas no primeiro experimento.....	20
<b>Figura 2.</b>	Diâmetro médio (cm) das espécies utilizadas no primeiro experimento.....	20
<b>Figura 3.</b>	Peso médio (g) da massa seca do material vegetal (MSMV) das espécies em função dos tratamentos no primeiro experimento.....	21
<b>Figura 4.</b>	Altura média (cm) das espécies em solo salino (A), salino mais rejeito (B) e salino mais gesso (C) durante período avaliado no experimento I.....	23
<b>Figura 5.</b>	Altura média (cm) das espécies arbóreas em função dos tratamentos ao término do experimento I.....	24
<b>Figura 6.</b>	Diâmetro médio (cm) das espécies arbóreas em função dos tratamentos ao término do experimento I.....	25
<b>Figura 7.</b>	Médias das alturas relativas das espécies arbóreas em solo não salino (NS), salino (S), salino mais rejeito (SR) e salino mais gesso (SG), no primeiro experimento.....	26
<b>Figura 8.</b>	Médias dos pesos relativos de material vegetal seco das espécies em solo não salino (NS), salino (S), salino mais rejeito (SR) e salino mais gesso (SG), no primeiro experimento.....	26
<b>Figura 9.</b>	Altura média (cm) das espécies arbóreas nativas no segundo experimento.....	28
<b>Figura 10.</b>	Diâmetro médio (mm) do coleto de espécies arbóreas nativas no segundo experimento.....	28

<b>Figura 11.</b>	Média do peso (g) da massa seca do material vegetal (MSMV) das espécies em função dos tratamentos, no segundo experimento.....	29
<b>Figura 12.</b>	Médias de alturas (cm) das espécies em solo salino (A), salino mais gesso (B) e salino mais rejeito (C) durante período avaliado no experimento II.....	30
<b>Figura 13.</b>	Altura média (cm) das espécies arbóreas em função dos tratamentos ao término do experimento II.....	31
<b>Figura 14.</b>	Diâmetro médio (mm) das espécies arbóreas em função dos tratamentos ao término do experimento II.....	32
<b>Figura 15.</b>	Altura relativa das espécies arbóreas em solo não salino (NS), salino (S), salino mais rejeito (SR) e salino mais gesso (SG), no segundo experimento.....	32
<b>Figura 16.</b>	Médias dos pesos relativo do material vegetal seco das espécies em solo não salino (NS), salino (S), salino mais rejeito (SR) e salino mais gesso (SG),no segundo experimento.....	33

## RESUMO

A degradação ambiental é um grave problema de abrangência mundial, dentre os problemas existe a salinização e sodificação dos solos que limita a disponibilidade de nutrientes e reduzem o desenvolvimento das plantas que invariavelmente sofrem desordens nutricionais. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de corretivo e fonte alternativa em área degradada química e fisicamente pela salinidade e sodicidade e selecionar espécies arbóreas que apresentem tolerância às condições salinas. O solo foi coletado na área irrigada de São José do Bonfim - PB, a uma profundidade de 0-20 cm. O trabalho constou de duas etapas. No primeiro experimento foram avaliadas as espécies: cumaru, gliricídia, nim, angico, aroeira e turco e no segundo experimento avaliou-se: cauçu, craibeira, embiratanha, mulungu e pereiro. Todas as espécies foram cultivadas em solos: não salino, solo salinizado, solo salinizado mais gesso e solo salinizado mais rejeito de mineração. O primeiro experimento apresentou 72 vasos e o segundo 60 vasos, cada um com capacidade para 2,8 litros de terra, ambos com 3 repetições. Conclui-se que a incorporação do rejeito e do gesso agrícola em solos salinizados seguidos de lavagem reduz a concentração de sais solúveis, os teores de sódio no solo, e as plantas que apresentaram maior tolerância à salinidade foram: nim, turco e cauçu.



## ABSTRACT

The environmental degradation is a serious world issue, among the problems the salt and sodium accumulation in soil limit nutrient availability and reduce the plant growth due to nutritional unbalance. The present work had for objective to evaluate the corrective effect and alternative source in area degraded chemistry and physically for the salinity and sodicidade and select arboreal species that present tolerance saline conditions. Soil was collected in the irrigated area of São José of Bonfim - PB, the a depth of 0,0-0,20 cm. The work consisted of two stages. In the first experiment they were evaluate the species: cumaru, gliricídia, nim, angico, aroeira and turco and the second experiment it was evaluated: cauçu, craibeira, embiratanha, mulungu and pereiro. All the species were cultivated in soils: non saline soil or saline soil and soil salinity more gypsum and mining residues of kaolim. The first experiment presented 72 vases and the second 60 vases, each one with capacity for 2,8 L of soil, both with 3 repetitions. The conclusions the incorporation of the mining residues of kaolim. and agricultural gypsum in soils salt followed by wash reduces the concentration of soluble salts, the contend of sodium in the soil, and the plants that presented larger tolerance to the salinity were: nim, turco and cauçu.

## 1. INTRODUÇÃO

A salinidade e a sodicidade são condições do solo que ocorrem principalmente nas regiões áridas e semi-áridas da terra. Uma avaliação nessas áreas revela que os solos afetados por sais ocupam uma superfície de 952,2 milhões de hectares, constituindo 7% da área total das terras ou 33% dos solos potencialmente aráveis do mundo (Gupta & Abrol, 1990).

No Brasil as áreas salinas localizam-se na região Nordeste ou mais especificamente nos perímetros irrigados, encontrados no Polígono 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 no 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 são afetadas por sais (Cordeiro et al. 1988).

A precipitação pluviométrica limitada nessas regiões, associada à baixa atividade bioclimática, menor grau de intemperização, a drenagem deficiente e a utilização de água de má qualidade, conduzem à formação de solos com alta concentração de sais. O excesso de sais e de sódio trocável, o alto pH, as propriedades físicas indesejáveis e a reduzida disponibilidade de nutrientes limitam o desenvolvimento das culturas em tais solos. As culturas desenvolvidas nesses solos, invariavelmente, sofrem desordens nutricionais.

A baixa produtividade das culturas, principalmente nos perímetros irrigados, é de ocorrência comum e o subsequente abandono das terras é uma prática rotineira. A utilização de corretivos, principalmente o gesso, tem sido uma alternativa para a recuperação desses solos. As avaliações de outras fontes, como rejeitos de mineradoras de caulim, constituem uma opção, pois com o seu emprego, resolve-se um grave problema ambiental e está dando-se uma utilização agrícola ao subproduto das mineradoras.

É imprescindível ainda que se desenvolvam estudos no sentido de buscar espécies que mais se adaptem sob as condições salinas, de modo que áreas degradadas voltem a ser produtivas. Só assim pode-se justificar o elevado investimento inicial nos perímetros irrigados, evitar um grave problema social para as famílias de agricultores que exploram estas áreas, e também reduzir o impacto ambiental provocado pelo acúmulo de sais na superfície do solo.

A avaliação do comportamento de espécies arbóreas em solos degradados, visando à escolha de plantas mais tolerantes aos sais, representa uma alternativa viável já que são espécies de uso múltiplo, que além de fornecer uma excelente cobertura vegetal através de sua copa e matéria orgânica para o solo, apresenta sistema radicular profundo, que pode reduzir a evaporação da água e aumentar a permeabilidade e porosidade do solo.

## **2. OBJETIVOS**

Avaliar o efeito de corretivo e fonte alternativa em solo degradado química e fisicamente pela salinidade e sodicidade.

Selecionar espécies arbóreas que apresentem tolerância às condições salinas, e cultivá-las em ambientes salinos ou em processos de salinização.

### **3. JUSTIFICATIVA**

Há duas formas de se elevar a produção de biomassa em solos com propriedades e características desfavoráveis ao crescimento vegetal. Uma alternativa é corrigir tais propriedades através da utilização de insumos agrícolas, sejam fertilizantes, corretivos ou fontes alternativas e da adoção de técnicas de manejo adequada. Outra maneira é efetuar testes, seleção e implantação de espécies tolerantes às condições salinas. Devido à heterogeneidade das propriedades dos solos sob condições salinas, é recomendável, para sua correção, a integração dessas práticas.

## 4. REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1. Efeitos dos Sais nas Plantas

As plantas sensíveis à salinidade tendem, em geral, a excluir os sais absorvidos da solução do solo, mas são incapazes de realizar o ajuste osmótico e sofrem com decréscimo de turgor, levando as plantas ao estresse hídrico por osmose. Embora o crescimento da parte aérea das plantas diminua com o aumento do potencial osmótico do substrato a redução da absorção de água não é necessariamente a causa principal do reduzido crescimento das plantas em ambiente salino.

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

A salinidade diz respeito à concentração de sais solúveis 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 à dispersão das argilas, conforme observou Stroganov (1964).

Os efeitos dos sais nas plantas caracterizam-se por efeito osmótico ou aumento da pressão osmótica que diminui a disponibilidade de água (Meire & Shalhevet, 1973). Em iguais condições de umidade no mesmo solo, a planta terá que fazer maior esforço para obter água onde a concentração salina for maior. Em conseqüência o suprimento de nutrientes (através da planta) é limitado também. O efeito de íons específicos – geralmente se caracteriza por danos às células e ao citoplasma. Íons sódio e cloreto podem ser acumulados nas folhas e tecidos, provocando queimaduras e desprendimento das folhas.

Para Hebron (1967) o comportamento das plantas com relação à salinidade pode variar de acordo com seu estágio de crescimento. Segundo Mass & 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 se desenvolverem satisfatoriamente em solos salinos depende de vários fatores interligados, com destaque para a adaptação fisiológica da planta, estágio de crescimento e hábitos radiculares.

## **4.2. Uso de Corretivo e Fonte Alternativa em Solos Salinizados**

### **4.2.1. 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 da água e de nutrientes e, em consequência, o crescimento das plantas.

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 em que mostra a aplicação do gesso ao solo propiciando rápido deslocamento inicial do sódio retido nos pontos de troca, sendo esta ação contínua ao longo do tempo, tornando-se lenta gradativamente.

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 com o decorrer do tempo, principalmente quando o melhorador utilizado foi o gesso. A quantidade de gesso dissolvido é função linear dos moles de  $\text{Na}^+$  trocável substituídos. Tal constatação foi verificada por Oster & 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  $\text{NaSO}$ .

Durante o processo de correção de solos salino-sódicos a solubilidade do gesso aumenta em função da redução no coeficiente de atividade do cálcio e sulfato na solução. O aumento da força iônica da solução, com o tempo, tende a reduzir a solubilidade.

Keren & 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. Ressaltam 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.

Sharma & 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 mostra maior eficiência na correção da salinidade e sodicidade, sendo que tal superioridade é consequência da maior solubilização do gesso incorporado e, portanto, aumento na eficiência de substituição do sódio trocável e no efeito eletrólito.

Além de participar dos 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. A ação conjunta proporciona maior neutralização e remoção, do sódio trocável e de outros íons, tais como o magnésio e cálcio. Portanto, após apercolação da 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 (Leite, 2002).

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 & Coleman (1966) observaram que a velocidade de



percolação da água através do solo diminui com o decréscimo da concentração salina da solução usada. Tal efeito foi mais pronunciado nos solos com predominância de argilo-minerais 2:1, especialmente montmorilonita.

#### 4.2.2. Fontes Alternativas

Além do emprego de sais, como  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , podem ser utilizados ácidos, produtos de reação ácida, ou subprodutos da indústria de álcool, como vinhaça, e rejeitos de mineradoras. Neste caso, uma das alternativas corresponde ao uso do rejeito grosseiro das mineradoras de caulim, principalmente pela disponibilidade do produto e por constituir um sério problema para os produtores.

Dentre os principais impactos ambientais sobre a "superfície" do terreno relaciona-se a disposição final inadequada de rejeitos e resíduos decorrentes da lavra que pode comprometer a paisagem e degradar o solo e águas subterrâneas

As perturbações naturais que ocorrem em um ambiente são fundamentais para a manutenção, rejuvenescimento e evolução da vida nos ecossistemas. Por outro lado, as alterações decorrentes da exploração de recursos minerais demonstram-se mais agressivas. A lavra ou mineração de argila provoca a degradação física, muitas vezes de forma drástica, podendo provocar forte impacto visual, modificações na topografia, erosão do solo, assoreamento de drenagens, dentre outros eventos (Nau & Sevegnanim, 1999; Balistieri & Aumond, 1997).

O caulim é uma argila pura, de cor branca, resultante da decomposição dos feldspatos por efeito da hidratação (Dana, 1974), empregado na produção de porcelanas; cerâmicas finas, indústria de papel, tintas, alimentos, cosméticos, inseticidas, borrachas, fertilizantes e ração animal. Apresenta em torno de 12 % de umidade sendo encontrado sempre associado com outros minérios, principalmente quartzos, mica clara (moscovita) e feldspatos calcosódicos ou plagioclásios. Seu aproveitamento depende da concentração dessas "impurezas" presentes, mas normalmente a quantidade de rejeitos produzidos varia de 50 a 70% do minério bruto.

No Estado da Paraíba diversas mineradoras realizam a lavra do mineral bruto artesanalmente, mas corresponde a uma importante fonte de renda para a população da Província Pegmatítica da Borborema-Seridó, principalmente nos períodos prolongados de estiagem (UFPB/SUEP, 1986). Nos municípios de Juazeirinho e Junco do Seridó, existe um total de 14 mineradoras, sendo oito de pequeno porte, cinco de médio porte e um de grande

porte com produções de 10 t/semana, 20 t/dia e 50 t/dia, respectivamente. Representa uma produção anual estimada de 1728 toneladas e constitui a principal fonte de emprego para os moradores desses municípios.

A intensa exploração de minérios na região semi-árida, principalmente de caulim, tem simultaneamente produzido grande quantidade de rejeitos que tem sido acumulado nas áreas adjacentes das mineradoras. Atualmente, por falta de espaço disponível na área das empresas, tais rejeitos estão sendo adicionados em áreas da caatinga e nas margens da BR-230, causando um sério problema ambiental. O impacto dos resíduos sólidos derivados das mineradoras tem alterado visualmente a paisagem na caatinga, possivelmente tanto os recursos da vegetação quanto do solo. A adoção de práticas que evitem a "contaminação" ambiental é imprescindível. Urge o desenvolvimento de pesquisas visando o reaproveitamento dos rejeitos produzidos pelas mineradoras. Uma das alternativas constitui-se em experimentar o uso desses subprodutos em solos degradados quimicamente por sais, em perímetros irrigados localizados no semi-árido.

#### **4.3. Espécies Utilizadas**

As condições de salinidade são freqüentes nos perímetros irrigados das regiões semi-áridas, onde os solos apresentam restrições quanto à capacidade de uso; portanto, buscam-se nesse projeto, espécies que apresentem maior resistência a tais condições adversas. A prioridade será testar a tolerância de espécies arbóreas nativas e exóticas, pois estas, por apresentarem um sistema radicular mais profundo funcionam como um subsolador, melhorando a agregação dos horizontes mais profundos do solo. A prioridade será das espécies nativas, especialmente as leguminosas, já que essas se apresentam mais adaptadas às condições climáticas das terras áridas. As leguminosas têm sido as espécies preferidas como adubos verdes, pela grande quantidade de massa que produzem, por apresentarem sistema radicular longo e ramificado e, principalmente, devido à fixação de nitrogênio atmosférico que ocorre pelas bactérias do gênero *Rhizobium*, que vivem em simbiose com suas raízes, conforme Jucksch et al. (1998).

As características de espécies arbóreas como alternativas tecnológicas para a agropecuária no semi-árido são descritos em Mendes (1986). Outros autores fazem referências à utilização de gramíneas forrageiras (Embrapa, 1983) e de leguminosas semi-perenes (Puppo, 1985).

#### **4.3.1. CUMARU - *Amburana cearensis* (Allem.) Família Leguminosae**

Árvore de 10 a 12 m, quando em condições muito favoráveis, frequentemente atinge 6 a 8 m., em locais de caatinga. Ocorre nas regiões secas do Brasil, especialmente na caatinga do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, mas também se encontra desde Minas Gerais até a Argentina, Paraguai, Bolívia e Peru. O cumaru se adapta a todos os tipos de solos, mas prefere as terras mais arenosas e profundas, embora se encontre facilmente em maior abundância nas meias encostas secas da caatinga e nos solos profundos de tabuleiros. A madeira é utilizada na fabricação de portas, janelas, obras internas e, especialmente, móveis, por ser resistente ao ataque de insetos. É usado como componente em reflorestamentos mistos, comerciais e/ou ambientais, em enriquecimento de capoeiras e caatinga degradada. Pode ainda ser usado na composição de quebra ventos e faixas arbóreas entre plantações, oferecendo alimento para as abelhas na estação seca e ao mesmo tempo produzindo madeira nobre (Maia 2004).

#### **4.3.2. GLIRICÍDIA – *Gliricidia sepium* (Jack.) Steud.**

No Brasil é conhecida por gliricídia. O nome científico vem do latim, glis (rato) e do verbo caedo (matar), em referência ao pó da casca e das sementes usado como veneno para ratos nas regiões tropicais. A espécie pode chegar a 12 m de altura.

A queda da folhagem, que ocorre na época seca e da abundante floração, promove anualmente, a incorporação ao solo sob as copas, de cerca de 60 a 70 kg de matéria orgânica rica em nitrogênio. São usadas como forragem para bovinos, porcos, ovinos e caprinos, mas têm a reputação de serem venenosas para cavalos. A madeira é densa e bastante durável. É usada principalmente na confecção de implementos agrícolas e moirões.

As gliricídias podem ser exploradas como lenha. O uso potencial das espécies deste gênero inclui o controle de erosão em encostas e revegetação de solos degradados.

As gliricídias são nativas das regiões tropicais da América Central onde são comuns nas encostas e matas e em áreas montanhosas até a altitude de 1.500 a 2.000 m. São bastante tolerantes à estiagem, mas não toleram geadas (Neves, 2006).

#### **4.3.3. NIM INDIANO - *Azadirachta indica* A. Juss Família Meliaceae**

O nim é uma planta originada da Índia, trazida para o Brasil em 1992. Trata-se de uma árvore de crescimento rápido, que em poucos anos atinge mais de 10 metros de altura. Desenvolve-se bem em regiões semi-áridas, por ser resistentes à seca e suportar temperaturas elevadas, adaptando-se facilmente a diferentes tipos de solos. As substâncias encontradas no nim funcionam como repelentes e, quando aplicadas diretamente no inseto podem matar ou provocar alterações genéticas.

As plantas quando adultas fornecem madeira de grande qualidade para moveis, mourões e estacas, por serem resistentes ao cupim. Também são usados na recuperação de solos degradados. O nim indiano é nativo de regiões áridas do subcontinente indiano onde se desenvolve bem em regiões com precipitação pluviométrica anual entre 400 e 800 mm, entretanto, já foi introduzido com sucesso em áreas com precipitação em torno de 250 mm anuais. É tolerante a períodos secos, a temperaturas elevadas, desde que por curto período, e não tolera geada (KOUL et al., 1990; HEDGE, 1995; NEVES & NOGUEIRA, 1996).

É utilizado para arborização, produção de lenha, poste e madeira (BAUMER, 1983). Frutos, sementes, óleo, folhas, casca do caule e raízes têm os mais variados usos na área farmacológica (KOUL et al., 1990), sendo que as folhas e frutos também são usados no controle de pragas em lavouras e animais.

#### **4.3.4. ANGICO - *Anadenanthera macrocarpa* Benth Brenan Família Leguminosae**

Ocorre no Maranhão, Nordeste do país até São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso, principalmente na floresta latifoliada semidecídua, onde atinge uma altura de 13-20 m. Relativo à suas utilidade, a madeira é própria para a construção civil (vigas e assoalhos) e naval, para confecção de dormentes e para uso em marcenaria e carpintaria; a casca é rica em tanino, sendo largamente utilizado pelos curtumes. Floresce exuberantemente todos os anos, o que o torna muito ornamental e própria para arborização de parques e praças. Apresenta rápido crescimento, podendo ser aproveitada com sucesso para reflorestamento de áreas degradadas de preservação permanente juntamente com outras espécies nativas. As flores são melíferas (Lorenzi, 1998).

#### **4.3.5. AROEIRA - *Myracrodruon urundeuva* Família Anacardiaceae**

A aroeira também é conhecida por nomes populares, tais como: Aroeira do sertão (CE), Aroeira. Atinge uma altura de 6-14 m. no cerrado e caatinga. Ocorre desde o Ceará (caatinga) até o estado do Paraná e Mato Grosso do Sul. É mais freqüente no nordeste do país, oeste dos estados da BA, MG, SP e Sul dos estados de MT, MS e GO. Utiliza-se a madeira para obras externas, como postes, moirões, esteios, estacas, dormentes, vigas e armações de pontes, moendas de engenhos, na construção civil como caibros, vigas, tacos para assoalhos, ripas e para peças torneadas. A árvore, pela beleza de sua copa aproximadamente piramidal e, pôr outras qualidades ornamentais é indicada para arborização em geral (Lorenzi, 1998).

#### **4.3.6. TURCO - *Parkinsonia aculeata* L. Família Fabaceae**

O turco é denominado ainda Cina-cina (RS), Rosa de Turquia (CE), Turco (Nordeste). Planta espinhenta de 5-10 m de altura. Área de ocorrência: Sudoeste do Rio Grande do Sul e sertão do Nordeste do país, em campos e na caatinga, respectivamente. A madeira é empregada em carpintaria e para lenha e carvão. A árvore é bastante ornamental, principalmente pela forma bizarra de sua folhagem e pela e longa intensa floração: presta-se bem para o paisagismo, principalmente para arborização de ruas estreitas e sob redes elétricas, o que já vem sendo feito em muitas cidades da região sul. As flores são melíferas e muito perfumadas (Lorenzi, 1998).

#### **4.3.7. CAUAÇU (PB), PAJAÚ (CE, BA) – *Triplaris gardneriana* Wedd. Família Polygonaceae**

Planta que atinge de 4-7 m de altura, é de ocorrência do Pantanal Mato-grossense e caatinga arbórea do vale do São Francisco, de Minas Gerais até Pernambuco e Ceará. É empregada apenas localmente para construções rústicas e para lenha e carvão. As flores são apícolas. Planta medicinal. A árvore é muito ornamental quando em flor (principalmente a feminina), podendo ser empregada com sucesso no paisagismo, principalmente na presença indispensável em reflorestamentos heterogêneos destinados à recuperação de vegetação de área degradadas, principalmente as situadas em terrenos úmidos e pantanosos. Apresenta, por

vezes, frequência elevada em alguns locais, faltando completamente em outros dentro da mesma área de dispersão. Rebrotar com facilidade na base após queima ou corte, gerando plantas com vários caules. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, facilmente disseminadas pelo vento (Lorenzi, 1998).

#### **4.3.8. CRAIBEIRA - *Tabebuia aurea* Benth. & Hook. Família Bignoniaceae**

Altura de 12-20 m, sua ocorrência se dar pela região amazônica e nordeste até São Paulo e Mato Grosso do Sul, no cerrado, na caatinga e no pantanal mato-grossense. A madeira é própria para cabos de ferramentas, peças curvadas, réguas flexíveis, artigos esportivos, para confecção de móveis, esquadrias, para construção civil e obras externas. A árvore é extremamente ornamental, podendo ser empregada na arborização e no paisagismo; útil também para reflorestamentos mistos de áreas degradadas destinadas à recomposição de vegetação. Floresce durante os meses de agosto-setembro com a árvore quase totalmente despida de folhagem. A frutificação inicia-se no final do mês de setembro, prolongando-se até meados de outubro (Lorenzi, 1998).

#### **4.3.9. EMBIRATANHA (CE) – *Pseudobombax marginatum* (A. St.-Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns Família Bombacaceae**

Ocorre no Ceará, na caatinga arbórea e encostas das serras, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. A madeira é leve indicada para caixotaria, forros, confecção de brinquedos, aeromodelos, cepas, tamancos, e outros calçados. Pela casca peculiar e a floração bonita na estação seca, pode ser usada para fins paisagísticos e para acompanhar estradas rurais. É utilizada para enriquecer capoeiras mata empobrecida e para segunda fase da recomposição florestal de áreas degradadas.

Pode-se utilizar também na composição de quebra-ventos e para faixas arbóreas entre plantações (Maia, 2004).

#### **4.3.10. MULUNGU – *Erythrina velutina* Willd. Família Fabaceae**

Planta espinheira de 8-12 m de altura, apresentam ocorrência do Ceará até Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, principalmente na caatinga. A madeira é leve, macia, e pouco resistente aos agentes decompositores. É empregada na confecção de tamancos e jangadas, brinquedos e caixoteira. A árvore é extremamente ornamental, principalmente quando em flor; isto tem estimulado seu uso no paisagismo, principalmente na arborização de ruas, jardins e alamedas. A árvore é também utilizada no sombreamento de cacauzeiros e, como cerca viva pela facilidade com que pega as estacas espetadas no próprio local. Planta decídua, heliófita, características de várzeas úmidas e beira de rios da caatinga da região semi-árida do nordeste brasileiro. É também encontrada na orla marítima de Pernambuco e na floresta latifoliada semidecídua de Minas Gerais e São Paulo. Ocorre preferencialmente nas formações secundárias, apresentando, entretanto dispersão bastante irregular e descontínua (Lorenzi, 1998).

#### **4.3.11. PEREIRO - *Aspidosperma pirifolium* Mart. Família Apocinaceae.**

Ocorre nos estados do nordeste até a Bahia e norte de Minas Gerais, na caatinga. A madeira do pereiro sendo macia, boa de trabalhar, presta-se a trabalhos de marcenaria e carpintaria, usada na construção de móveis, embora ocorra o problema de lascas com facilidade. Em tempos mais recentes vem sendo largamente usada no fabrico de tacos para piso, de boa aceitação, devido ao seu colorido claro, com tonalidade do castanho ao avermelhado, é indicado para recuperação de solos erodidos e na primeira fase de reflorestamentos mistos, com finalidade de restauração da vegetação de áreas degradadas, inclusive da matas ciliares. Pode ser empregada para composição de faixas arbóreas em plantações, providenciando alimentação para as abelhas e ao mesmo tempo, produzindo madeira (Maia, 2004).



## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1. Localização do ensaio**

O experimento foi conduzido no viveiro florestal do Centro de Saúde e Tecnologia Rural/UFCG, Patos - PB. A área do local é caracterizada pelas coordenadas geográficas: latitude 7° 03'35"S, longitude 37°16'29"W e altitude 247 metros.

### **5.2. Localização, amostragem e caracterização do solo e caulim**

O solo foi coletado na área irrigada de São José do Bonfim. O clima da região é, segundo a classificação de Koppen, quente e seco, tipo Bsh, com precipitação pluvial média de 600 mm, com período chuvoso abrangendo os meses de janeiro a maio.

As amostras foram coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade e, após secas ao ar e destorroadas, foram passadas em peneira com malha de 2 mm de abertura e, homogeneizadas para posterior caracterização química e física.

A análise granulométrica foi feita pelo método do densímetro (Bouyoucos), e a densidade global através do método do anel volumétrico (Camargo et al., 1986). 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, o sódio e o potássio por fotometria de chama de emissão. A partir desses dados foi calculada a PST ( $PST = x \cdot 100$ ).

A caracterização química dos solos, caulim e do extrato de saturação são apresentados nas tabelas 1 e 2, e a física na tabela 3.



**Tabela 1.** Caracterização química dos solos e do caulim, utilizados no experimento.

Solo	pH <sub>CaCl2</sub>	CE <sub>1:5</sub> dS.m <sup>-1</sup>	P mg.dm <sup>3</sup>	H+Al -----cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> -----	Ca+Mg	Na	K	CTC	V%
Salino	6,3	3,93	1,0	1,1	11	19,4	0,33	31,8	96,6
N. Salino	5,4	0,42	4,4	1,9	9,5	0,41	0,37	12,2	84,2
Caulim	6,1	-	3,0	0,29	1,0	0,76	0,12	2,2	-

**Tabela 2.** Análise do extrato de saturação.

Solo	pH	CE es ----dS.m <sup>-1</sup> ----	Ca + Mg -----cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> -----	Na	K	PST %
Salino	6,7	40,8	22,7	451,6	0,29	95

**Tabela 3.** Características físicas do solo Salino e Não salino.

Solo	Areia	Argila	Silte	Classe Textural	dp -----g.cm <sup>3</sup> -----	dg
	-----g.kg <sup>-1</sup> -----					
Salino	420	300	280	Franco Argilo Arenoso	2,77	1,69
N. Salino	240	520	240	Franco Siltoso	2,63	1,42

### 5.3. Os Tratamentos

O trabalho foi conduzido em duas etapas. Na primeira, as espécies estudadas foram cumaru, gliricídia, nim, angico, aroeira e turco; na segunda, foram estudados cauçu, craibeira, embiratanha, mulungu e pereiro. Todas as espécies foram cultivadas sob 4 condições: solo não salino (NS), solo salinizado (S), solo salinizado mais gesso (SG) e solo salinizado mais rejeito (SR), constituindo 4 tratamentos, com 3 repetições. O primeiro experimento apresentou, portanto, um total de 72 vasos e o segundo um total de 60 vasos, cada um com capacidade para 2,8 litros de terra.

Após a aplicação dos tratamentos os solos foram mantidos por 15 dias com conteúdo de água correspondente a 70% da capacidade de campo. A fase seguinte correspondeu à lavagem do solo, aplicando-se um volume d'água equivalente a 2(duas) vez a porosidade do solo, procedendo-se em seguida a sementeira.

#### **5.4. Aplicação dos corretivos e fertilização**

O gesso agrícola foi obtido no comércio local que, após ser peneirado em malha de 1,0 mm de abertura, para uniformizar a granulometria, foi incorporado e homogeneizado aos 2,8 litros de terra contidos em cada vaso. A dose de gesso aplicada foi calculada através de equilíbrio químico, como sugere Richards (1954). O rejeito grosseiro, após ser peneirado em malha de 2,0 mm de abertura, foi aplicado no solo na dose 15 %v/v. Seguindo-se a correção foi efetuada uma fertilização básica no solo, ou seja, 200mg P/kg de solo, via superfosfato simples e 160 mgN/kg de solo, via uréia, esta parcelada em quatro vezes: plantio, 30, 60 e 90 dias após a germinação no primeiro experimento e três vezes: plantio, 30 e 60 dias após a germinação no segundo experimento.

#### **5.5. Delineamento experimental**

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente ao acaso.

#### **5.6. Semeadura, condução e parâmetros avaliados**

Seguindo-se a lavagem da terra e a quebra da dormência, foram semeadas seis sementes/vaso. Oito dias após a germinação foi efetuado o desbaste, mantendo-se duas plantas por vaso. Para efeito comparativo, cada cultura teve uma testemunha absoluta, cultivada em solo sem problema de salinidade (não salino). As plantas permaneceram por um período de 120 dias (primeiro experimento) e 104 dias (segundo experimento) em telado de náilon. Semanalmente foram efetuados medições da altura das plantas e o diâmetro do coleto com régua e paquímetro respectivamente. Transcorrido esse período, cortou-se a parte aérea das plantas rente ao solo, acondicionando-as em sacos de papel, sendo em seguida colocadas para secar em estufa com ventilação forçada a 65°C e, posteriormente pesadas. A avaliação da espécie mais tolerante, em todos os tratamentos, foi feita através de produções relativas (PR). A produção máxima (100%) considerada é apresentada pela cultura nos solos não salinos.

### **5.7. Estatística**

Para verificar o efeito do corretivo, fonte alternativa e a diferença entre as espécies foram aplicados testes de média, Tukey a 5 % de probabilidade.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. Primeiro Experimento

#### 6.1.1. Efeito dos Tratamentos no Solo

Verificou-se que, após a lavagem, a aplicação do gesso e do rejeito não alterou os valores do pH do solo, mas reduziu a condutividade elétrica de 47.1, 74.5 e 71.5%, respectivamente, no solo salino, salino mais rejeito e gesso, tomando-se como referência a condutividade elétrica inicial. Os teores de sódio trocável reduziram em 43.0, 70.2 e 72.3% após a lavagem do solo salino e a aplicação de rejeito e gesso, respectivamente. Os teores de potássio encontrados nos solos salino, salino mais rejeito e salino mais gesso foram inferiores aos encontrados no solo não salino (Tabela 4).

**Tabela 4.** Análise do solo após aplicação dos tratamentos e lavagem, no primeiro experimento.

Solo	pH <sub>CaCl2</sub>		CE <sub>1:5</sub>		Na		K	
			dS . m <sup>-1</sup>		----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> -----			
Não Salino	5,4	b	0,14	c	0,59	c	0,14	a
Salino	6,6	a	2,08	a	11,07	a	0,09	b
Salino + Rejeito	6,5	a	1,00	b	5,78	b	0,09	b
Salino + Gesso	6,4	a	1,12	b	5,37	b	0,09	b

Nas colunas, os números seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey , a 5% de probabilidade.

#### 6.1.2. Efeito dos Tratamentos nas Plantas

A comprimento das plantas e o diâmetro do coleto, independente dos tratamentos, encontram-se nas figuras 1 e 2.

Houve diferenças entre as médias das espécies em relação ao crescimento em altura, sendo as espécies nim e turco as que mais cresceram, seguidas por gliricídia, cumaru, angico que não diferiram, e aroeira com a menor média (Figura 1). Pode-se afirmar que o crescimento diferenciado é resultante de diferenças nas características morfológicas e fisiológicas das espécies.

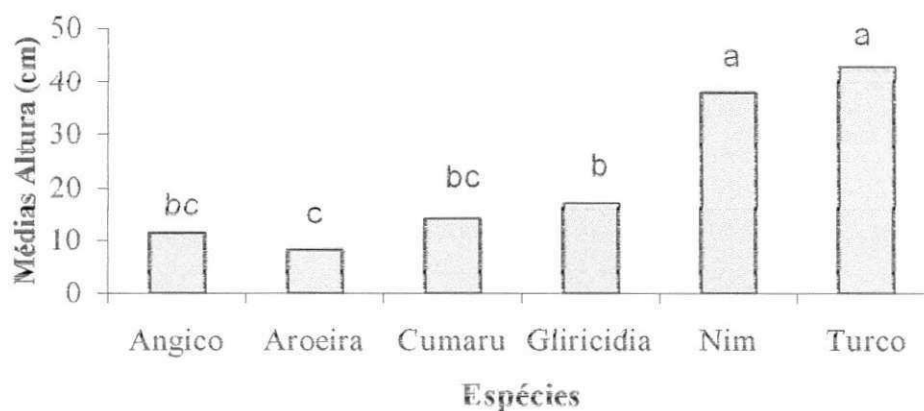


Figura 1. Altura média (cm) das espécies utilizadas no primeiro experimento.

Foram observados diferenças entre as espécies quanto ao diâmetro do coleto. A gliricídia apresentou o maior crescimento em diâmetro do coleto, seguida das espécies turco e nim que por sua vez foram superiores as demais espécies. O diâmetro médio do cumaru foi igual ao diâmetro médio do angico. Possivelmente a espécie gliricídia pode apresenta características fisiológicas diferentes das outras espécies, fazendo com que a favoreça no crescimento em diâmetro (Figura 2).

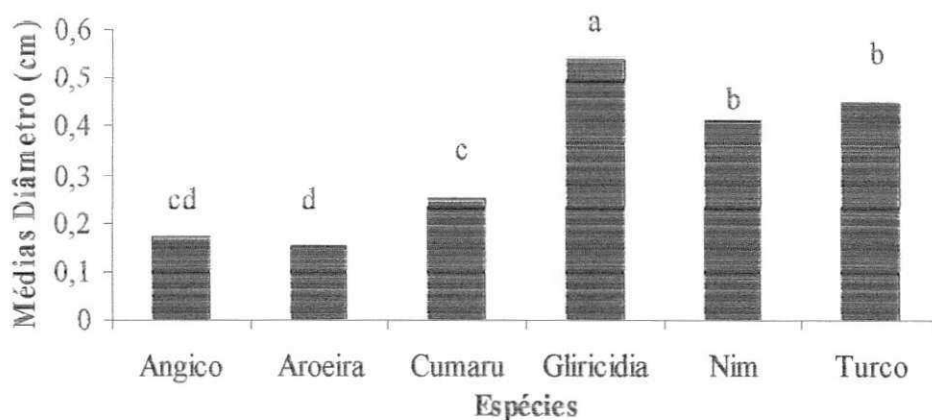
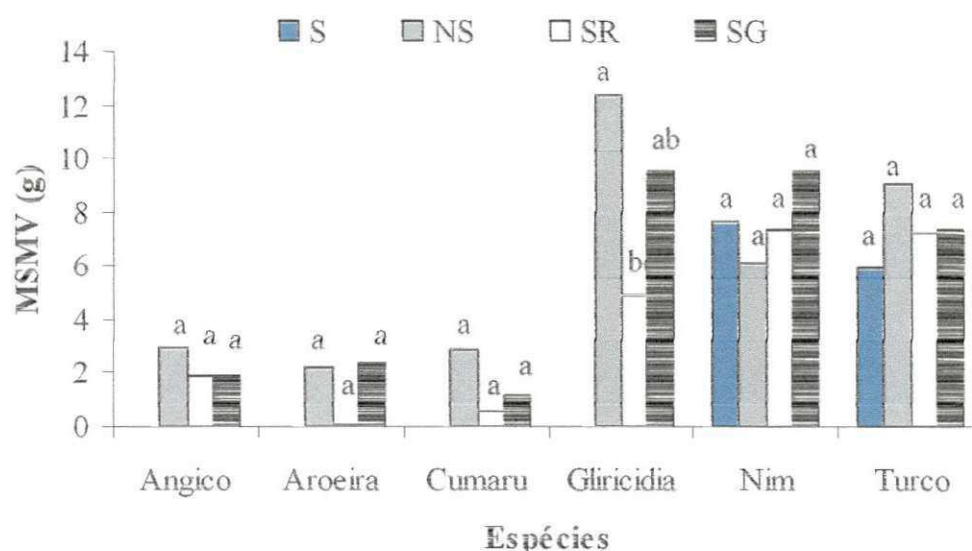


Figura 2. Diâmetro médio (cm) das espécies utilizadas no primeiro experimento.

Visualiza-se na figura 3, os valores da massa seca do material vegetal das espécies utilizadas no primeiro experimento. Constatou-se que as espécies gliricídia, nim e turco foram superiores ao angico, aroeira e cumaru, provavelmente devido sua fisiologia. Essas espécies sob condições não salina não diferiram estatisticamente. Observando o comportamento de diferentes espécies vegetais em níveis crescentes de salinidade do solo, Vidal et al. (1998) constataram que dentre as espécies estudadas a leucena apresentou menor decréscimo de matéria seca como também foi pouco afetada quanto à influência dos níveis de salinidade na absorção de nutrientes.

Observa-se também que a gliricídia não germinou em solo salinizado sem tratamento, e que a aplicação de rejeito e gesso ao solo aumentou significativamente a produção de biomassa, principalmente com a aplicação do gesso. A espécie nim apresenta um comportamento peculiar, com uma produção de massa seca do material vegetal nos solos salinizados superior ao solo não salino, principalmente quando se aplicou o gesso. Quanto ao turco constatou-se também uma maior produção de material vegetal com a aplicação de rejeito e gesso (Figura 3).

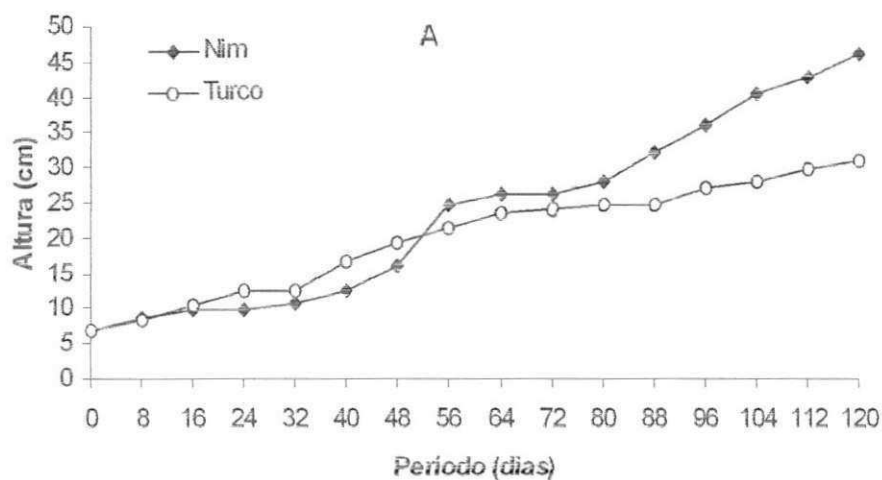


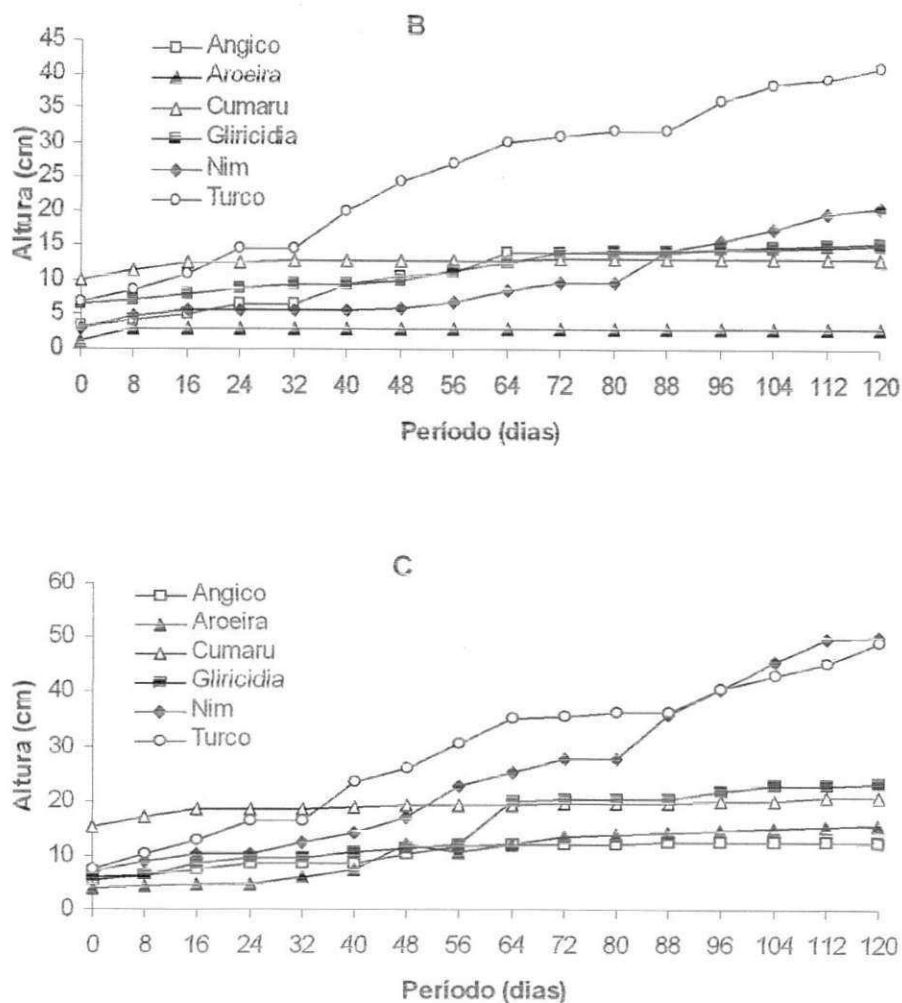
**Figura 3.** Peso médio (g) da massa seca do material vegetal (MSMV) das espécies em função dos tratamentos no primeiro experimento I.

A figura 4 apresenta as alturas de cada espécie em função dos tratamentos: solo salino (A), salino mais rejeito (B) e salino mais gesso (C) dentre as semanas avaliadas.

Observa-se na figura 4A que o angico, a aroeira, o cumaru e a gliricídia apresentaram sensibilidade quando submetidas à salinidade, não germinando, enquanto as espécies nim e

turco apresentaram-se tolerantes a estes níveis de salinidade, sendo nim a espécie que atingiu maior altura. Ao estudarem o potencial de germinação e desenvolvimento inicial da leucena em diferentes níveis de NaCl, Nóbrega Neto et al. (1999) verificaram que o potencial de germinação foi afetado com o aumento da concentração de NaCl e que o desenvolvimento inicial 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%. A figura 4B mostra que a única espécie que se desenvolveu bem, quando submetida à salinidade mais rejeito, foi o turco, porém não significa dizer que as demais são sensíveis. Na figura 4C, observa-se que a incorporação de gesso ao solo salinizado, proporcionou para todas as espécies, maior crescimento. Avaliando o crescimento de espécies arbóreas em solo salino-sódico tratado com ácido sulfúrico Santos & Tertuliano (1998) verificaram que o ácido sulfúrico proporcionou aumento significativo no crescimento da algaroba e do tamboril, através da maior produção de biomassa e, possivelmente, pelo aumento na tolerância dessas espécies às condições salinas e sódicas.





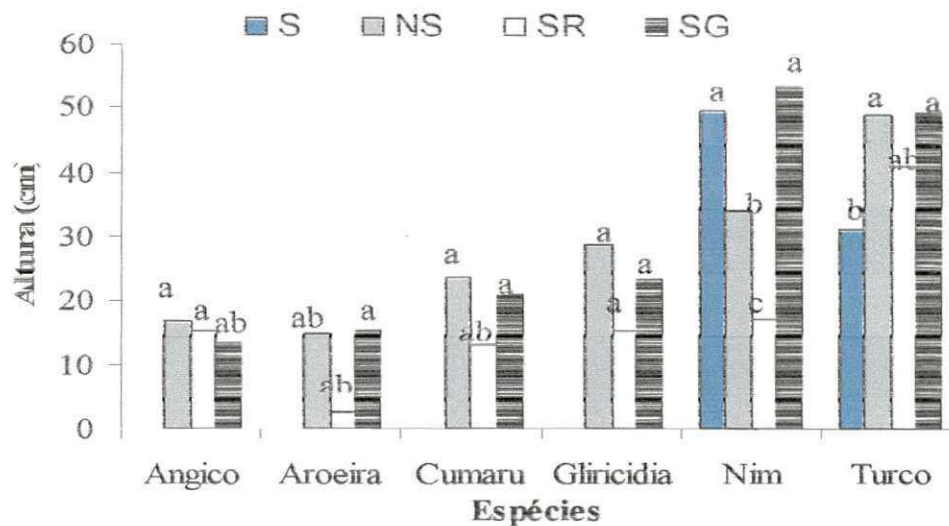
**Figura 4.** Altura média (cm) das espécies em solo salino (A), salino mais rejeito (B) e salino mais gesso (C) durante período avaliado no experimento I.

Nas figuras 5 e 6, encontram-se as médias gerais de altura e diâmetro das espécies em função dos tratamentos ao término do experimento I.

Verificou-se que a maioria das espécies apresentou crescimento superior, quando cultivadas em solos salinizados mais gesso, tomando-se o solo salino como referência, sendo o angico a única espécie a apresentar crescimento superior sob condições salina mais rejeito. Leite (2002), estudando o crescimento inicial de espécies arbóreas em solo salino-sódico tratado com corretivos, verificou que as espécies arbóreas apresentaram uma severa redução em seu crescimento quando cultivadas em solos salinizados sem aplicação prévia de corretivos, e a partir da adição do gesso e ácido sulfúrico, principalmente ácido sulfúrico as plantas apresentaram crescimento mais acentuado.

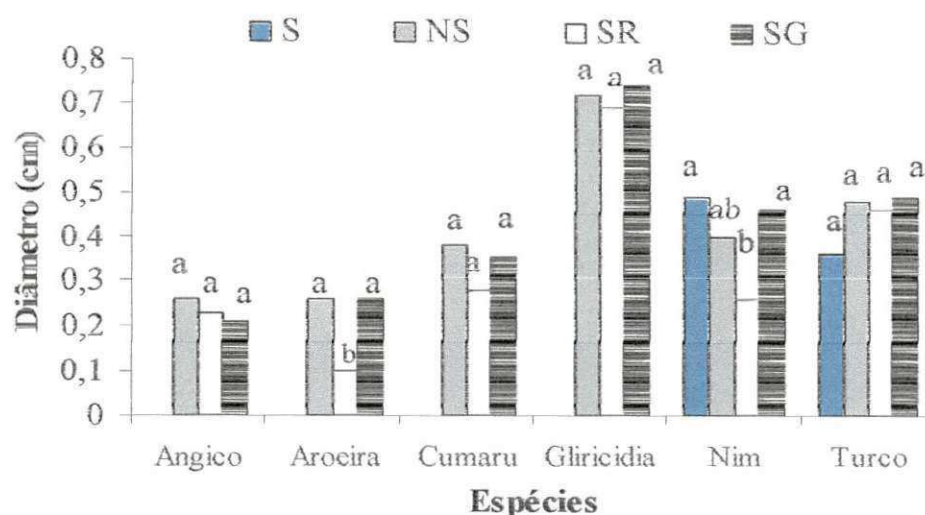


A espécie nim é uma das únicas plantas a apresentar diferenças entre os tratamentos e maior crescimento em solo salino. Não foram constatadas diferenças entre as médias do turco para os tratamentos solo não salino e salino mais gesso em relação ao salino (Figura 5).



**Figura 5.** Altura média (cm) das espécies arbóreas em função dos tratamentos ao término do experimento I.

Em relação ao diâmetro observou-se que, a espécie gliricídia apresentou média de diâmetro superior ao turco, ao cumaru e ao angico, no entanto as mesmas não apresentaram diferenças de médias entre os tratamentos. Possivelmente a espécie gliricídia apresenta características fisiológicas diferentes das outras espécies, fazendo com que favoreça no crescimento em diâmetro. A aroeira apresentou diferenças entre os tratamentos, mostrando maior desenvolvimento sob condições salina mais gesso. O nim, novamente apresenta diferenças entre tratamentos, apresentando maiores médias em solo salino diferindo de salino mais rejeito (Figura 6).

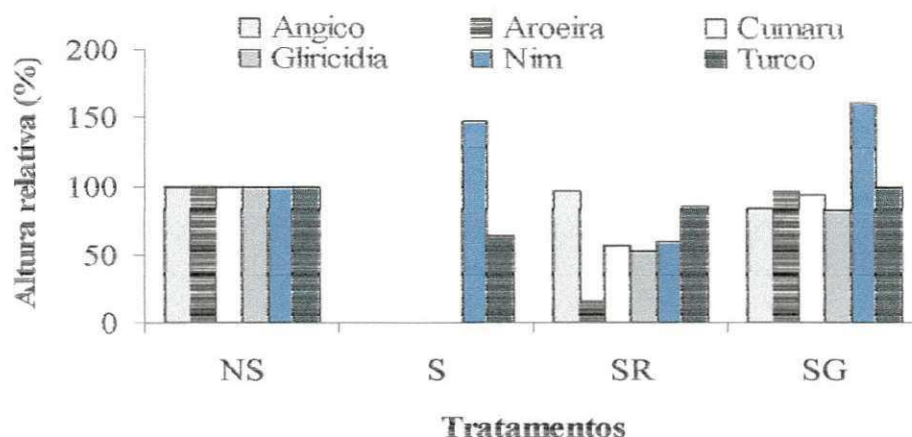


**Figura 6.** Diâmetro médio (cm) das espécies arbóreas em função dos tratamentos ao termino do experimento I.

### 6.1.3. Crescimento e peso relativos

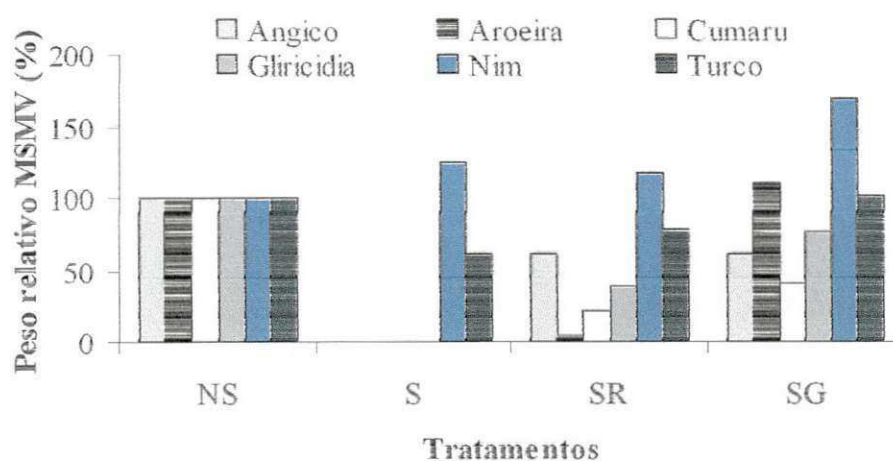
Considerando o crescimento relativo das espécies angico, aroeira, cumaru, gliricídia, nim e turco nos diferentes tratamentos, observa-se que, tomando como referência o crescimento sob condições não salinas, as espécies, angico, aroeira, cumaru e gliricídia não germinaram nos solos salinizados sem tratamentos, indicando que tais espécies apresentam alta sensibilidade às condições salinas. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos & Tertuliano (1998) ao observarem que mudas de leucena, sabiá e jucá, em solo salino-sódico sem o corretivo ácido sulfúrico, mostravam-se raquíticas, com baixa percentagem de germinação, crescimento irregular e manchas amareladas nas folhagens.

Dentre as duas espécies que germinaram no solo salinizado sem tratamentos, o nim apresentou um crescimento médio superior àquele das plantas cultivadas nos solos não salinos, sugerindo, para as condições do experimento, que o nim é resistente as condições adversas da salinidade. Quando se aplicou o gesso e o rejeito de mineração todas as espécies germinaram, constatando-se maior crescimento vegetal com a adição do gesso (Figura 7).



**Figura 7.** Médias das alturas relativas das espécies arbóreas em solo não salino (NS), salino (S), salino mais rejeito (SR) e salino mais gesso (SG).

Em relação ao peso relativo, constatou-se que as espécies angico, aroeira, cumaru e gliricídia não apresentaram produção de biomassa em solo salino, enquanto o nim apresentou a maior produção, tomando-se como referência o solo não salino. Dentre os demais tratamentos observou-se que a produção no solo salino com gesso supera a do salino com rejeito, verificando-se ainda que a espécie aroeira apresenta produção de biomassa, em solo salino mais rejeito muito inferior ao não salino e produção superior em solo salino mais gesso (Figura 8). Dantas (2002) 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 da algaroba e angico, esse efeito foi em menor magnitude.



**Figura 8.** Médias dos pesos relativos de material vegetal seco das espécies em solo não salino (NS), salino (S), salino mais rejeito (SR) e salino mais gesso (SG).

## 6.2. Segundo Experimento

### 6.2.1. Efeito dos tratamentos no Solo

Após a lavagem, verificou-se diminuição nos valores do pH nos solos salino e salino mais rejeito, e uma redução significativa na condutividade elétrica de 91.1, 88.5 e 74.8% em solo salino e salino mais rejeito e gesso em relação aos valores iniciais do solo. Relativo aos teores de sódio trocáveis do solo, constatou-se uma redução significativa de 79.6, 74.8 e 72.4% após lavagem do solo salino e a aplicação de rejeito e gesso respectivamente (Tabela 5). Os teores de potássio nos solos salinizados não sofreram diferença significativa, no entanto diferiram estatisticamente nos tratamentos.

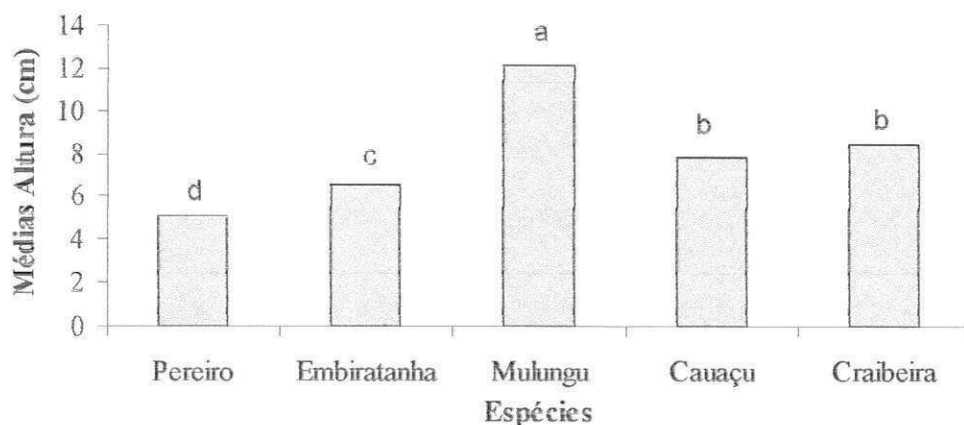
**Tabela 5.** Análise do solo após aplicação dos tratamentos e lavagem, no segundo experimento.

Solo	pH <sub>CaCl2</sub>		CE <sub>1:5</sub>		Na		K	
			dS . m <sup>-1</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>			
Não Salino	5,4	c	0,04	a	0,12	a	0,23	a
Salino	6,3	b	0,35	a	3,95	a	0,08	c
Salino + Rejeito	6,2	b	0,45	a	4,89	a	0,11	b
Salino + Gesso	6,6	b	0,99	a	5,34	a	0,09	b

Nas colunas, os números seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

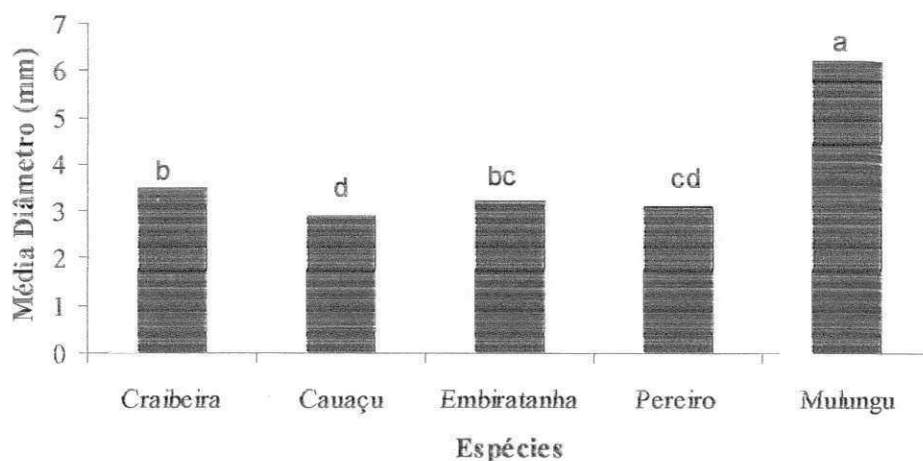
### 6.2.2. Efeito dos tratamentos nas Plantas

Nas figuras 9 e 10 encontram-se as médias de altura das plantas e diâmetro do coleto das espécies estudadas, independentemente dos tratamentos. Observou-se diferenças entre as espécies quanto o crescimento em altura, constatando-se que o mulungu apresentou o maior crescimento seguido por craibeira e cauauçu que não diferiram entre si, e por embiratanha e pereiro diferindo e com as menores médias (Figura 9).



**Figura 9.** Altura média (cm) das espécies arbóreas nativas no segundo experimento.

Em relação ao diâmetro, observou-se diferença entre as médias, sendo o mulungu a espécie que apresentou maior diâmetro do coleto, seguido das espécies craibeira, embiratanha, pereiro e cauaçu, por apresentarem as menores médias, mas não diferindo entre si (Figura 10). Para as duas variáveis analisadas constatou-se que todas as espécies estudadas apresentaram diferentes médias em altura e diâmetro, este fato se explica pelas diferenciações entre as estruturas das espécies.

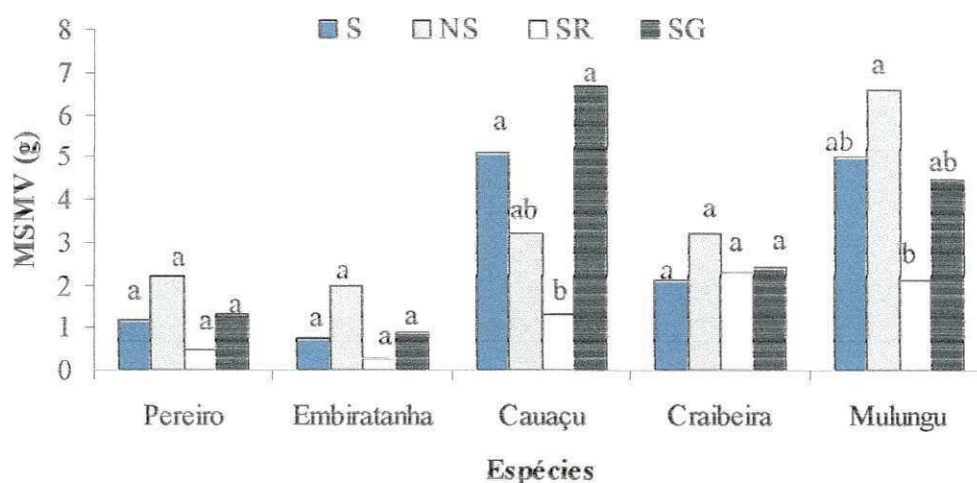


**Figura 10.** Diâmetro médio (mm) do coleto de espécies arbóreas nativas no segundo experimento.

Quanto à massa seca do material vegetal (MSMV) observou-se que as espécies mulungu e cauaçu foram às únicas que apresentaram diferenças entre as médias produzindo maior quantidade de biomassa. Avaliando o acúmulo de matéria seca e os teores de sódio e



potássio de três genótipos de sorgo forrageiro com distintos graus de tolerância à salinidade, Barreto et al. (1997), verificaram a redução de matéria seca do limbo, colmo mais bainha e raízes dos três genótipos. O teor de  $\text{Na}^+$  aumentou na partes analisadas com a adição de  $\text{NaCl}$ . O teor de  $\text{K}^+$  decresceu no limbo e aumentou nas raízes dos genótipos, em função do cloreto de sódio. Constatou-se também que a espécie cauaçu apresentou um comportamento diferenciado, com uma produção de material vegetal nos solos salinizados superior ao solo não salino, principalmente quando se aplicou o gesso (Figura 11).

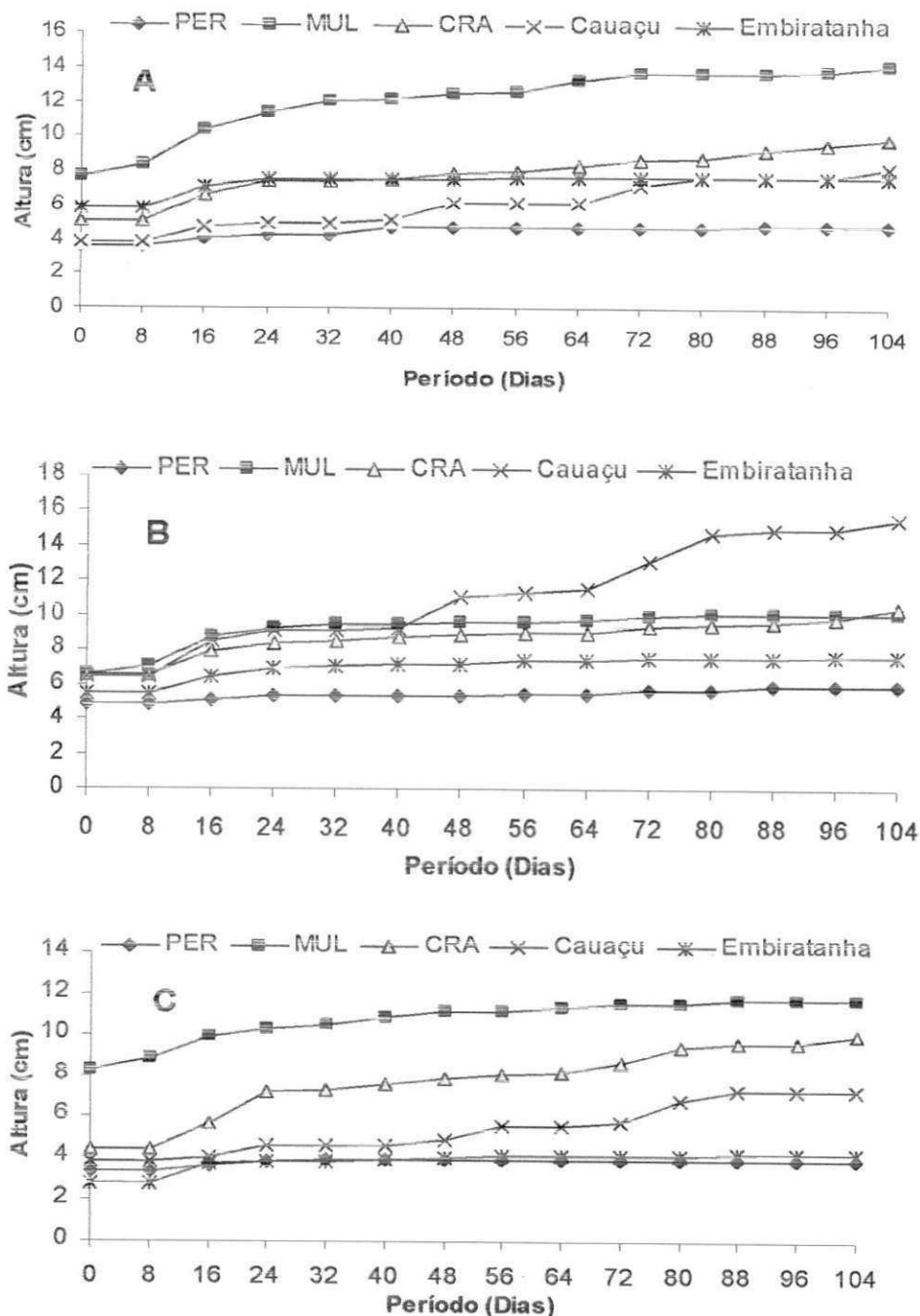


**Figura 11.** Média do peso (g) da massa seca do material vegetal (MSMV) das espécies em função dos tratamentos, no segundo experimento.

As médias das alturas de cada espécie em função dos tratamentos: solo salino (A), salino mais gesso (B) e salino mais rejeito (C) dentre as semanas avaliadas, encontra-se na (Figura 12). Observa-se que a espécie mulungu se destacou no crescimento em altura em relação às demais, seguida pelas espécies craibeira, cauaçu e embiratanha apresentando valores aproximados e pereiro com menor média estabilizando o seu crescimento demonstrando-se sensível ao solo salino (Figura 12A). Na figura 12B observa-se que as espécies apresentaram alturas semelhantes, exceto o cauaçu por apresentar maior crescimento e o pereiro com os menores valores. Na figura 12C, pode-se constatar que a incorporação do rejeito ao solo salinizado, proporcionou maior crescimento das espécies mulungu, craibeira e cauaçu.

Santos & Tertuliano (1998) constataram que as mudas de sabiá, leucena e jucá cultivada em solo salino-sódico exibiram, após a germinação, menor crescimento e, dentre

essas, o sabiá demonstrou crescimento mínimo; no entanto, todas as mudas demonstraram maior crescimento na presença de ácido sulfúrico.

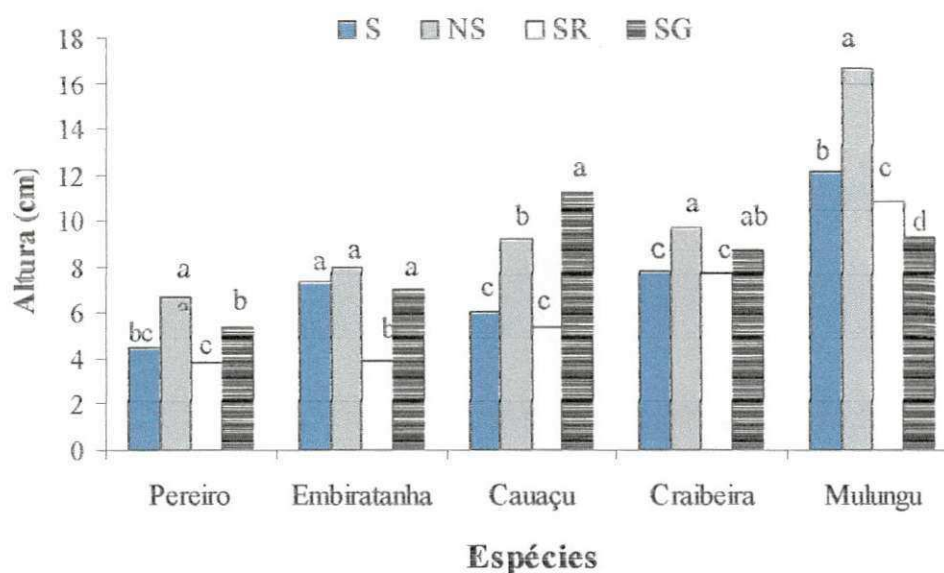


**Figura 12.** Médias de crescimento (cm) das espécies em solo salino (A), salino mais gesso (B) e salino mais rejeito (C) durante período avaliado no experimento II.

Para todas as médias de crescimento em altura analisadas nos solos salinizados, a espécie pereiro é a menos indicada para ser cultivado em solo salinizado por sais, pois apresentou crescimento lento.

As figuras 13 e 14 apresentam as médias gerais de altura e diâmetro das espécies em função dos tratamentos.

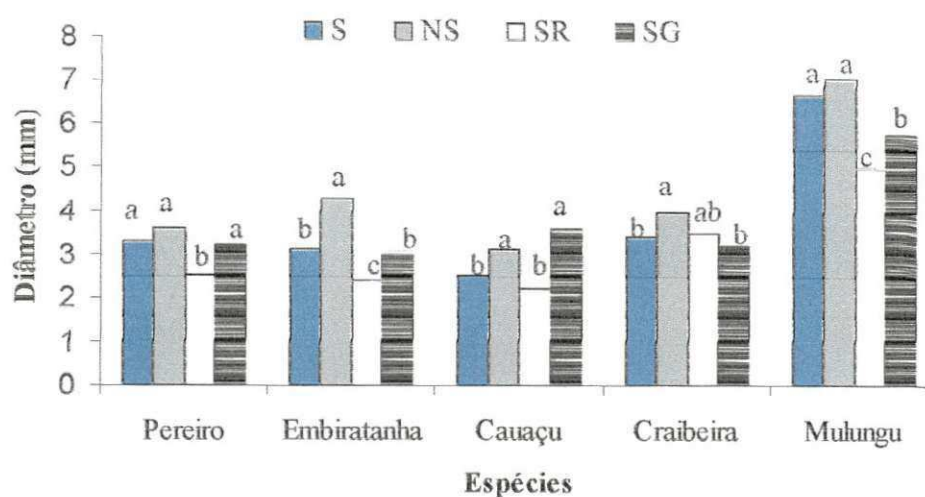
Relativo ao crescimento em altura, verificou-se que para todas as espécies estudadas houve diferenças entre as médias e a espécie mulungu foi à única a apresentar diferenças entre as médias dos tratamentos, demonstrando sob as condições do experimento maior desenvolvimento em solo não salino. A espécie cauçu apresentou um comportamento peculiar, pois se verificou um maior crescimento no solo salinizado com gesso, tomando-se como referência a testemunha cultivada em solo não salino. Foram observados nas demais espécies diferenças entre as médias dos tratamentos salino mais gesso e salino mais rejeito, sendo o gesso mais eficiente por proporcionar um maior crescimento em altura (Figura 13).



**Figura 13.** Altura média (cm) das espécies arbóreas em função dos tratamentos ao término do experimento II.

Em relação ao diâmetro constatou-se que o tratamento solo salino mais rejeito foi o que apresentou menor crescimento em diâmetro entre algumas espécies, observou-se também que o mulungu apresentou o crescimento em diâmetro superior em todos os tratamentos quando comparados às outras espécies, já a espécie embiratanha foi à única espécie que apresentou diferenças estatísticas entre a testemunha e os solos salinizados (Figura 14).

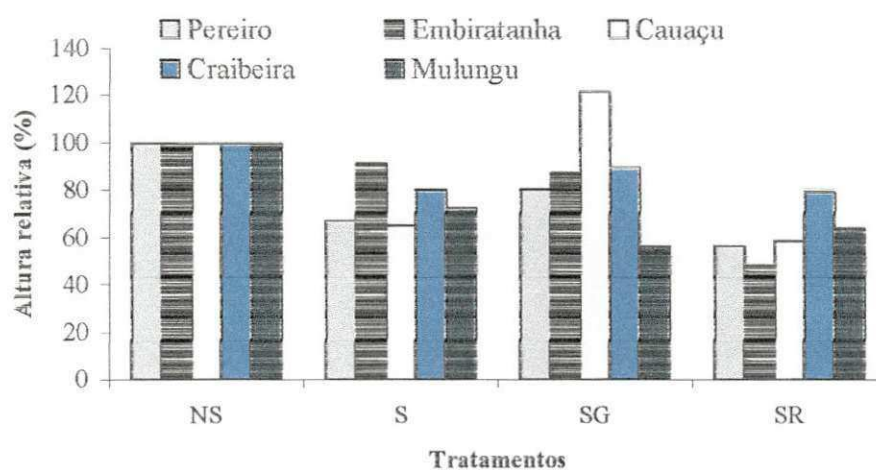




**Figura 14.** Diâmetro médio (mm) das espécies arbóreas em função dos tratamentos ao término do experimento II.

### 6.2.3. Crescimento e peso relativos.

Após analisar o crescimento relativo das espécies pereiro, embiratanha, cauaçu, craibeira e mulungu, nos diferentes tratamentos, verificou-se que em solo salinizado mais gesso a espécie cauaçu apresentou crescimento em altura superior à testemunha (NS). Em solo salinizado a espécie que apresentou maior crescimento foi a embiratanha seguida por craibeira, mulungu, pereiro e cauaçu, já em solo salino mais rejeito a espécie que apresentou maior crescimento médio foi a craibeira e o menor, a embiratanha (Figura 15).



**Figura 15.** Altura relativa das espécies arbóreas em solo não salino (NS), salino (S), salino mais rejeito (SR) e salino mais gesso (SG).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALISTIERI, P.R.M.N. & AUMOND, J.J. Recuperação ambiental em mina de argila, Doutor Pedrinho - Santa Catarina. In.: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, Ouro Preto, 1997. *Anais...* Viçosa, Folha Florestal, p. 42-51.

BARRETO, L. P.; NETO, E. B.; SILVA, J. H. B. da. Acúmulo de matéria seca e teores de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> 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.

BAUMER, M. *Notes on trees and shrubs in arid and semi-arid regions*. ROME: FAO, 1983, 280p.

CAMARGO, O. A. de; MONIZ, A.; JORGE, J. A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química, mineralógica e física do solo do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas, 1986. 94 p. (Boletim técnico, 106).

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)

DANA, J. D. *Manual de mineralogia*. 1. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1974. Tradução de Rui Ribeiro Franco, revisto por Cornelius S. Hurlbut, Jr. 642 p. v. 2 il.

DANTAS, H.R.W.; Crescimento e distribuição de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, e Cl<sup>-</sup> 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. 352 p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Algumas considerações sobre gramíneas e leguminosas forrageiras**. Coronel Pacheco, EMBRAPA-CNPGL, 1983. 59p. (Documento, 09).

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análises de Solo**. EMBRAPA-CNPGL, 1979. Rio de Janeiro. 235p.

GUPTA, R.K.; ABROL, I.P. Salt-affected soils: their reclamation and management for crop production. **Advances in Soil Sciences**, v.11, p.224-88, 1990.

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

HEDGE, N.G. Neem and small farmers – constraints at grass root level. **The Indian Forester**, v. 121, n.11, p.1040-1048, nov.1995.

HOLANDA, A.C.; SANTOS, R. V.; SOUTO, J. S. (et al.). Recuperação de Áreas degradadas, seleção de plantas tolerantes. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/CNPq/UFMG-2004, **Anais...** Campina Grande V.10.09

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

JUCKSCH, I.; FAVERO, C.; COSTA, L.M.da. (et al). Modificações na população de plantas espontâneas pelo uso de leguminosas como adubos verdes. XII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, **Anais**, Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1998.p 195.

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**, v.45, p.103-07, 1981.

KOUL, O.; ISMAN, M.B.; KETKAR, C.M. Propertiers and uses of neem, *Azadirachta indica*. **Canadian Journal of Botany**, v.68, n.1, p.1-11, 1990.

LEITE, E.M. **Crescimento inicial de espécies arbóreas em solo salino-sódico tratado com corretivos**. 2002. 39f. Monografia (para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de Identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2: ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1998. 352 p.

MAIA, G. N. **Caatinga: Árvores, arbustos e suas utilidades**. 1. ed. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004.

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

MASS, E. V.; HOFFMAN, G.J. Crop salt tolerance – Current assessment. **Journal of irrigation and Drainage Division**, v. 103, p. 115-134, 1977.

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

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

MENDES, B.V. **Alternativas tecnológicas para a agropecuária do Semi-árido**. São Paulo: Ed. Nobel, 1986. 171p.

MIRANDA, J.R.P.de. **Silício e cloreto de sódio na nutrição mineral e produção de matéria seca de plantas de cajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale*) e de moringa (*Moringa oleifera Lam.*)**. 2000. 186f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

NAU, S.R.; SEVEGNANIM, L. Vegetação recolonizadora em mina de argila e proposta para recuperação ambiental. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, , Ouro Preto, 1997. **Anais...** Viçosa, Folha Florestal, p. 54-66.

NOBREGA NETO, G. M. da.; 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**, v. 3, n.2, p.257-260, 1999.

NEVES, M.P.C. **Glicírdia**. Seropédica-RJ, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpab.embrapa.br/publicações/leguminosas/glicirdia.html>. Acesso em: 5 março 2006.

NEVES, B.P.; NOGUEIRA, J.C.M. **Cultivo e utilização do nim indiano (*Azadirachta indica A. Juss.*)** Goiânia: EMBRAPA / CNPAF, 1996. 32p.

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

PEREIRA, J.R.; VALDIVIESO, C.R.; CORDEIRO, G.G. Recuperação de solos afetados por sódio através do uso do gesso. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DE FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1, 1985, **Anais...** Brasília, EMBRAPA/DDT, 1986. p.85-105.

PRATTER, R. J.; GOERTZEN, J. O.; RHOADES, J. D.; FRENKEL, H. Efficient amendment use in sodic soil reclamation. **Soil Science Society of American Journal**, v.42, p.782-786, 1978.

PUPPO, N.I.H. **Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação e utilização**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1985.127p.

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

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**, v.2, n.2, p.239-242, 1998.

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**, v.9, p.1-111, 1989.

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

SILVA, F.A.de M. et al. Crescimento de plantas jovens da espécie florestal favela (*Cnidosculus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm) em diferentes níveis de salinidade da água. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.5, n.2-20 Semestre, 2005.

SILVA, F.A.de M. et al. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivada em solução nutritiva. **CERNE**, v.6, n.1, p.52-59, 2000.

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

UFPB - Universidade Federal da Paraíba. UFPB - Semi-árido. Campina Grande: UFPB/CNPq/BID, Abr./1986. (SUEP. Informativo, 4).

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, **Anais**, Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1998, p. 390.