

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL  
CAMPUS DE PATOS-PB**

**JOSINALDO LOPES ARAUJO**

**CORREÇÃO DE SOLOS SALINO-SÓDICOS E SEU EFEITO NO CRESCIMENTO  
INICIAL DO CAJUEIRO ANÃO –PRECOCE (*Anacardium occidentale* L.)**

**PATOS- PARAÍBA**

**MAIO / 2003**

**JOSINALDO LOPES ARAUJO**

**CORREÇÃO DE SOLOS SALINO-SÓDICOS E SEU EFEITO NO CRESCIMENTO  
INICIAL DO CAJUEIRO ANÃO –PRECOCE (*Anacardium occidentale* L.)**

**Trabalho apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia  
Florestal da Universidade Federal de Campina Grande como  
parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de  
Engenheiro Florestal.**

**PATOS-PARAÍBA**

**MAIO / 2003**



Biblioteca Setorial do CDSA. Maio de 2022.


Sumé - PB

**CORREÇÃO DE SOLOS SALINO-SÓDICOS E SEU EFEITO NO CRESCIMENTO  
INICIAL DO CAJUEIRO ANÃO –PRECOCE (*Anacardium occidentale* L.)**

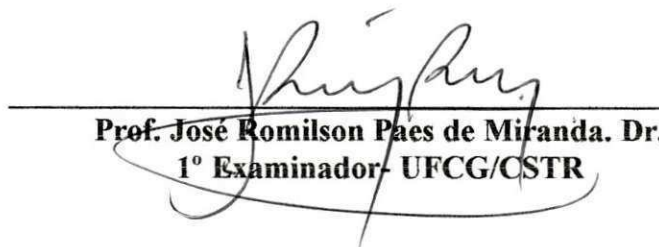
**Josinaldo Lopes Araujo**

**Monografia aprovada em 26 de maio de 2003**

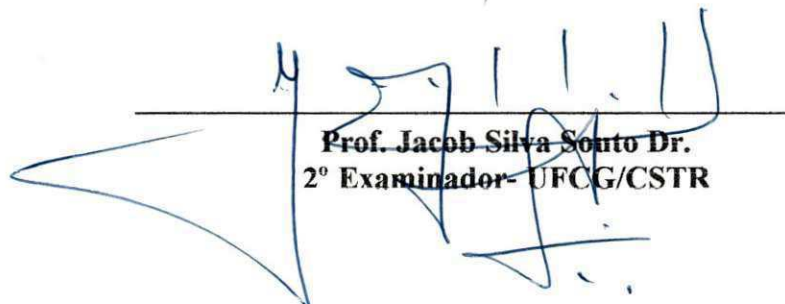
**Banca Examinadora**



**Prof. Rivaldo Vital dos Santos. Dr.  
Orientador- UFCG/CSTR**



**Prof. José Romilson Paes de Miranda. Dr.  
1º Examinador- UFCG/CSTR**



**Prof. Jacob Silva Souto Dr.  
2º Examinador- UFCG/CSTR**

**DEDICATÓRIA**

*À minha Mãe Izaura pelo apoio incondicional nos momentos de turbulência  
dessa caminhada*

*À minha tia Maria de Lourdes por sempre ter acreditado que este momento seria  
concretizado*

## AGRADECIMENTOS

A Deus que me concedeu esta oportunidade ímpar em minha vida

Ao professor Rivaldo Vital dos Santos pelo apoio indispensável na realização do trabalho como orientador e no crescimento enquanto estudante.

A Engenheira Florestal (MSc) Adriana de Fátima Meira Vital pela valiosa ajuda nas análises químicas do extrato de saturação do solo.

Ao professor Jacob Silva Souto pela sua indispensável ajuda para o enriquecimento deste trabalho.

Ao professor Romilson pela contribuição prestada na realização das análises de plantas e no enriquecimento do trabalho.

A professora Alana Candeia de Melo pelo fornecimento das normas técnicas para elaboração escrita deste trabalho.

Aos amigos concluintes do Curso de Engenharia Florestal, Manoel, Acelmo, Tarcísio, Kaliandra, Robson, Gláucia e Marcelo, pelo crédito depositado.

Às discentes do curso de Engenharia Florestal Maria das Lágrimas e Raquel, pelo grande apoio em um dos momentos mais difíceis de minha vida no Campus de Patos e por sempre terem acreditado em mim.

Aos discentes do curso de Engenharia Florestal da UFCG, Luzia Inês e Flamarion dos Santos pela ajuda nas análises do solo e pela amizade.

Ao laboratorista e discente do curso de Engenharia Florestal da UFCG, José Aminthas.

Àqueles alunos do curso de Engenharia Florestal da UFCG, que sempre estiveram verdadeiramente do meu lado e me deram apoio.

Aos funcionários do viveiro florestal do CSTR, Valter e Gilvan, pela ajuda prestada na produção das mudas de cajueiro.

Ao funcionário Damião pela sua ajuda nas coletas de solos e nos trabalhos de campo.

A todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

Obrigado.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> -----	<b>ix</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> -----	<b>x</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> -----	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> -----	<b>4</b>
2.1. Uso de corretivos em solos salinizados-----	4
2.2. Efeitos dos sais no solo e nas plantas-----	8
2.3. A disponibilidade de nutrientes-----	10
2.4 Aspectos Gerais sobre a cultura do cajueiro-----	11
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> -----	<b>13</b>
3.1. Localização dos Experimentos-----	13
3.2. Experimento I-----	13
3.2.1. O solo: localização, amostragem e caracterização-----	15
3.2.2. Aplicação do corretivo-----	16
3.2.3. Delineamento experimental-----	16
3.2.4. Produção de mudas e condução do Experimento-----	16
3.3. Experimento II-----	16
3.3.1. O solo: localização, amostragem e caracterização-----	16
3.3.2. Aplicação dos corretivos-----	17
3.3.3. Delineamento experimental-----	18
3.3.4. Produção de mudas e condução do experimento-----	18
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> -----	<b>20</b>
4.1. Experimento I-----	20
4.1.1. Caracterização química do solo-----	20
4.1.2. Característica das plantas-----	22
4.1.2.1. Altura e diâmetro-----	22



4.1.2.2. Produção de massa seca -----	23
4.1.2.3. Teores de sódio, potássio e fósforo na parte aérea -----	24
4.2. Experimento II -----	25
4.2.1. Caracterização química do solo -----	25
4.2.2. Características das plantas -----	27
4.2.2.1. Altura e diâmetro -----	27
4.2.2.2. Produção de massa seca -----	28
4.2.2.3. Correlação entre variáveis de crescimento do cajueiro -----	30
4.2.2.4. Teores de sódio, potássio e fósforo no cajueiro -----	30
5. CONCLUSÕES -----	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	34

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1.</b> Caracterização química das amostras dos solos utilizados no experimento-----	14
<b>TABELA 2.</b> Caracterização química das amostras dos solos no extrato de saturação-----	14
<b>TABELA 3.</b> Características físicas dos solos utilizados no experimento-----	14
<b>TABELA 4.</b> Dose de gesso aplicada nos solos-----	15
<b>TABELA 5.</b> Caracterização química e física do solo utilizado no experimento -----	17
<b>TABELA 6.</b> Características químicas do extrato de saturação do solo utilizado no experimento. 17.	
<b>TABELA 7.</b> Características do gesso utilizado no experimento-----	17
<b>TABELA 8.</b> Composição da solução de micronutrientes aplicados no solo e suas respectivas fontes e concentrações. -----	18
<b>TABELA 9.</b> Valores de $CE_{1,5}$ , pH e $H^+ + Al^{+3}$ nos vários setores/lotos após a lavagem na ausência (-) e presença (+) de gesso. Média de 3 repetições.-----	20
<b>TABELA 10.</b> Teores de sódio nos setores após a lavagem-----	21
<b>TABELA 11.</b> Teores de $Na^+$ , $K^+$ , $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ e PST nos vários setores/lotos após a lavagem na ausência (-) e presença (+) de gesso.-----	21
<b>TABELA 12.</b> Crescimento em altura das mudas de cajueiro na omissão (-) e presença (+) de gesso aos 30, 60, 90 e 120 dias após o transplântio (DAT).-----	22
<b>TABELA 13.</b> Crescimento em diâmetro das mudas de cajueiro na omissão (-) e presença (+) de gesso aos 30, 60, 90 e 120 dias após o transplântio (DAT).-----	22
<b>TABELA 14.</b> Peso de material vegetal seco (PMVS) e comprimento de raiz principal (CRP) das mudas de cajueiro anão –precoce CCP 06 nos vários setores/lotos cultivadas na ausência (-) e presença (+) de gesso.-----	23
<b>TABELA 15.</b> Teores de P, K e Na na parte aérea das mudas de cajueiro anão- precoce CCP 06 cultivadas nos vários setores/lote na ausência (-) e presença (+) de gesso.-----	24
<b>TABELA 16.</b> Teores de P, $K^+$ e $Na^+$ na parte aérea nas mudas de cajueiro cultivadas na omissão (-) e presença (+) de gesso independentemente dos setores / lotes -----	25

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Valores de pH e condutividade elétrica do solo-----	26
<b>Figura 2.</b> Concentração de sódio, Cálcio e Percentagem de Sódio Trocável do solo.-----	26
<b>Figura 3.</b> Teores de H <sup>+</sup> Al (A) e Mg (B) no solo do setor/lote 10/17 após a aplicação do corretivo.-----	27
<b>Figura 4.</b> Diâmetro e altura das mudas de cajueiro nos vários períodos estudados independentemente do nível de gesso.-----	28
<b>Figura 5.</b> Crescimento relativo das mudas em altura (A) e diâmetro(B).-----	28
<b>Figura 6.</b> Massa seca relativa da raiz (A) e da parte aérea(B) das mudas de cajueiro.-----	29
<b>Figura 7.</b> Massa de material vegetal seco total (A) e altura(B) das mudas dos clones de cajueiro nos níveis de gesso-----	30
<b>Figura 8.</b> Teores de sódio(A) e potássio(B) nas folhas do cajueiro-----	31
<b>Figura 9.</b> Concentração de fósforo nas folhas de cajueiro-----	32

## CORREÇÃO DE SOLOS SALINO-SÓDICOS E SEU EFEITO NO CRESCIMENTO

### INICIAL DO CAJUEIRO ANÃO –PRECOCE (*Anacardium occidentale* L.)

#### RESUMO

A degradação por sais nos solos de perímetros irrigados do semi-árido provoca redução da produção agrícola e abandono dos lotes. A reintegração dessas áreas à exploração agrícola constitui-se em meta prioritária para resolver esse grave problema sócio-econômico-ambiental. Dessa forma o trabalho teve como objetivo verificar o efeito do gesso agrícola nas características químicas de solos salino-sódico provenientes de vários setores/lotos e no crescimento inicial de clones de cajueiro anão-precoce. O trabalho consistiu na instalação de dois experimentos em períodos diferentes, 2001 e 2002, em telado no Centro de Saúde e Tecnologia Rural com solo proveniente do Perímetro Irrigado de São Gonçalo. No experimento I os tratamentos compreenderam 2 níveis de gesso (0 e 100% da necessidade máxima), solos de 5 setores/lotos (7/1, 8/1, 9/1, 9/3 e 10/3), 1 clone (CCP 06) e 3 repetições totalizando 30 vasos com capacidade para 10 Litros de solo. O experimento II consistiu de 3 níveis de gesso (0, 100 e 200% da necessidade máxima), 2 clones de cajueiro (CCP 76 e CCP 1001) e 4 repetições, totalizando 24 vasos com capacidade para 4 Litros de solo, coletado no setor/lote 10/17 do Perímetro Irrigado de São Gonçalo. Em ambos experimentos, após 15 dias de incubação dos vasos com os corretivos e com 70% da CC, e após a lavagem do solo (150%CC), foram determinados  $CE_{1:5}$ , PST, Na e pH. As mudas produzidas em viveiro foram transplantadas para os solos salinizados, onde foram feitas medições semanais de altura e diâmetro durante 120 e 112 dias para o primeiro e segundo experimentos, respectivamente. Os resultados mostraram que a aplicação de gesso agrícola ao solo permite uma maior lixiviação de sais, reduz a condutividade elétrica, o pH e a percentagem de sódio trocável e aumenta os teores trocáveis de  $Ca^{+2}$  e  $Mg^{+2}$ . As mudas de cajueiro cultivadas em solos degradados por sais e sódio apresentaram severos sintomas de deficiência em micronutrientes. O clone CCP 1001 apresentou um maior crescimento em altura em relação ao CCP 76 aos 90 dias do transplantio. O gesso reduziu os teores de sódio e aumentou os de potássio nas folhas dos clones de cajueiro CCP 76 e CC 1001.

**AMENDEMENT OF SALINE-SODIC SOILS AND EFFECT IN THE INITIAL GROWTH OF THE -PRECOCIOUS DWARFISH CASHEW TREE (*Anacardium occidentale* L.)**

**SUMMARY**

The degradation for salts in the soils of irrigated perimeters of the semi-arid proportion reduction of the agricultural production and I abandon of the lots. The reintegration of those areas to the agricultural exploration is constituted in priority goal to solve that it records social-economical-environmental problem. The research had as objective verifies the effect of the agricultural gypsum in the characteristics chemistries of soils saline-sodic of several areas and in the initial growth of clones of dwarf-precocious cashew tree. The research consisted of the installation of two experiments in different periods, 2001 and 2002, in greenhouse in the Center of Health and Rural Technology with originating from soil the Irrigated Perimeter of São Gonçalo. In the experiment I the treatments understood 2 levels of gypsum (0 and 100% of the maximum need), soils of 5 areas (7/1, 8/1, 9/1, 9/3 and 10/3), 1 clone (CCP 06) and 3 repetitions totaling 30 vases with capacity for 10 Liters of soil. The experiment II consisted of 3 levels of gypsum (0, 100 and 200% of the maximum need), 2 cashew tree clones (CCP 76 and CCP 1001) and 4 repetitions, totaling 24 vases with capacity for 4 Liters of soil, collected in the area 10/17 of the Irrigated Perimeter of São Gonçalo. In both experiments, after 15 days of incubation of the vases with the correctives and with 70% of CC, and after the wash of the soil (150%CC), they were CE 1:5, PST, Na and pH. The seedlings produced they were transplanted for the soils, where they were made weekly measurements of height and diameter during 120 and 112 days for the first and second experiments, respectively. The results showed that the application of gypsum to the soil allows a larger leaching of salts, it reduces the electric conductivity, the pH and the percentage of exchangeable sodium and it increases the exchangeable contents of Ca<sup>+2</sup> and Mg<sup>+2</sup>. The cashew tree seedlings cultivated in soils degraded by salts and sodium they presented severe deficiency symptoms in nutrients. The clone CCP 1001 presented a larger growth in height in relation to CCP 76 after 90 days. The gypsum reduced the tenors of sodium and it increased the one of potassium in the leaves of the cashew tree clones CCP 76 and CC 1001.

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que provocam a degradação das terras no semi-árido paraibano destaca-se a degradação química nos perímetros irrigados, consequência do manejo inadequado quanto à utilização da água de irrigação, drenagem, fertilizantes e máquinas agrícolas, originando acúmulo de sais nas camadas superficiais e subsuperficiais do solo.

A salinidade e a sodicidade, são caracterizados principalmente pelo excesso de sais solúveis e de sódio trocável no perfil do solo. Estas condições ocorrem principalmente nas regiões áridas e semi-áridas da terra, às quais situam-se entre as latitudes 10° e 40°, em ambos os hemisférios, e perfazem aproximadamente 55% da área total afetada das terras do globo. 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. Segundo Pereira *et al.* (1986) 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 Paraibana- CE (1941 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, revelou que 40% da área é afetada por sais (Cordeiro *et al.*, 1988).

A precipitação pluviométrica limitada nessas regiões, associada à baixa atividade bioclimática, ao menor grau de intemperização, à drenagem deficiente e a utilização de água de má qualidade, conduzem à formação de solos com alta concentração de sais. Além das modificações químicas e físicas dos solos sódicos, a irrigação desses solos com água que nem

sempre é indicada para a agricultura irrigada proporciona aumento da concentração de sais. O excesso destes sais e de sódio trocável, o elevado pH, as propriedades físicas indesejáveis e a reduzida disponibilidade de nutrientes limitam o desenvolvimento das culturas nestes solos.

O nível de alcalinidade do solo está relacionado com o aumento da concentração de sódio trocável no complexo sortido do solo. De acordo com Tanji (1990), os solos salino- sódicos e sódicos (alcalinos), a redução da estabilidade dos agregados pela ação dispersiva do  $\text{Na}^+$  possibilita o acúmulo das argilas em camadas subsuperficiais provocando o adensamento das mesmas. A baixa produtividade das culturas, principalmente nos perímetros irrigados é de ocorrência comum e o subsequente abandono das terras é uma prática rotineira. Ocorre, portanto, que a maioria das grandes áreas que foram grandes produtoras de alimentos, atualmente constituiu-se de terras improdutivas, como resultado do uso inadequado dos recursos naturais e das técnicas de irrigação, acarretando um grave problema sócio-ambiental (Duque & Costa, 1997). A utilização de corretivos neutros, como o gesso agrícola constitui uma das alternativas para a recuperação desses solos por ser um corretivo utilizado largamente em todo o mundo e de baixo custo, além disso, é imprescindível que se desenvolvam estudos na busca de 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 tais áreas, e também reduzir o impacto ambiental provocado pelo acúmulo de sais na superfície do solo.

Considerando que a demanda pela cultura do cajueiro, tanto do fruto quanto do pedúnculo, é crescente pelas agroindústrias, e que a introdução de genótipos melhorados têm aumentado significativamente a produtividade desta cultura em áreas irrigadas, muitos trabalhos de pesquisa têm sido realizados com o intuito de se verificar a tolerância de clones de cajueiro anão precoce a ambiente salino nas suas diversas fases. No entanto, os trabalhos em sua grande maioria são desenvolvidos em solução nutritiva ou com o acréscimo de níveis crescentes de

NaCl na água de irrigação, sendo desta forma, escassos os trabalhos com cultivo de cajueiro em solo salino-sódico. Dessa forma, o trabalho teve como objetivos verificar em uma primeira fase quais os solos de setores/lotes do Perímetro Irrigado de São Gonçalo o clone CCP 06 apresenta melhor crescimento após o tratamento do solo com gesso agrícola, e em uma segunda etapa verificar os parâmetros de crescimento de dois outros genótipos de cajueiro anão –precoce cultivado em solo de um dos setores/lotes do mesmo perímetro Irrigado bem como efeito do gesso agrícola nos atributos químicos de solos salino-sódicos.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Uso de corretivos em solos salinizados

Solos salino-sódicos apresentam em seus perfis sais solúveis diversos que elevam a pressão osmótica do solo, e também o acúmulo específico de sais de sódio que acarretam deteriorações química e física, representadas especificamente, por desbalanços iônicos e dispersão de argila. A presença de camadas adensadas reduz a macroporosidade do solo, restringindo o fluxo de água e de nutrientes e, conseqüentemente, o crescimento das plantas.

Diversas são as técnicas utilizadas para a redução dos riscos de alcalinidade dos solos. Damaceno (1978) enfatizaram que qualquer tratamento de um solo salino-sódico ou sódico não terá efeito significativo caso não haja drenagem que permita a lixiviação dos sais resultantes do processo de troca catiônica, entre o sódio adsorvido no complexo de troca e o cálcio do corretivo. Dentre as técnicas, existem as de natureza física ou mecânica que tratam da melhoria da estrutura do solo, como subsolagem, aração e gradagem (Pizarro, 1978); e as de natureza química, que consistem na aplicação de corretivos químicos, como cloreto de cálcio, enxofre, ácido sulfúrico, gesso agrícola, além de outros como sulfato de alumínio. Esses corretivos são usados com a finalidade de transformar o sódio trocável em solúvel e, portanto, passível de ser lixiviado (Tanji, 1990). Existe ainda o uso de plantas de sistema radicular profundo e ativo, com o objetivo de auxiliar na melhoria físicas dos solos.

Na recuperação dos solos salino-sódicos, por apresentarem teores elevados de sódio trocável, além da aplicação de corretivos químicos necessita de um sistema de drenagem eficiente para permitir a lixiviação dos sais (Richards, 1954 e Daker, 1970).

Para a correção dos solos salino-sódicos e sódicos por conveniência de custos econômicos e disponibilidade, o corretivo mais utilizado, apesar da baixa eficiência, é o gesso agrícola (Rajan & Murthy, 1969).

Em outros trabalhos desenvolvidos (Pereira & Silva, 1977 e Sousa, 1995) viu-se que aplicação do gesso agrícola reduziu a percentagem de sódio trocável (PST) em solos salino-sódicos e sódicos, refletindo em quedas de condutividade elétrica do extrato de saturação, concentração de sódio, cloreto, carbonato e bicarbonato que são os constituintes mais agressivos nesses solos e, ainda, elevando os conteúdos de cálcio e enxofre dos solos.

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 por 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 do solo sódico ou salino-sódico é ampla. Os autores em são unânimes em afirmarem que a aplicação do gesso ao solo propicia um rápido deslocamento inicial do sódio nos sítios de troca, e que sua ação continua a existir ao longo do tempo, porém mais lentamente. Graveland & Toogood (1963) concluíram, em estudos de laboratório, que o gesso é 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 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  $\text{Na}^+$  trocável substituídos. Estas observações foram corroboradas por Oster & Frenkel (1980) após homogeneização do gesso em

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  $\text{NaSO}_4^-$ .

Durante a correção de solos salino-sódicos a solubilidade de 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 & 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 disponibilidade do gesso aumenta na presença de NaCl até o limite de 3N (Glew & Hames, 1970).

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

Sharma & Gupta (1986) estudaram o efeito do gesso na correção de solos vérticos (pH=8,5 CE=7,2 dS/m 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 5,2mmhos/cm e aumentou os teores de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  em 85%. A incorporação do gesso em solo salino - sódico normalmente revela maior eficiência na substituição do sódio trocável e no efeito eletrólito.

Tiwari *et al* (1993) incorporaram quatro níveis de gesso (0, 11, 22 e 33t/ha) em vertisol salino- sódico (pH= 9,1; CE=6,1 dS/m e  $\text{Na}^+ = 55,6$  meq/100g). As doses crescentes de gesso reduziram os teores de sódio trocável, respectivamente para 45,32 e 24meq/100g. Cavalcante & 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 aquelas 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 o gesso foi incorporado (Firake & Pampattiwar, 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.

Loveday (1976) verificou que adição de gesso (12,5t/ha) em solos sódicos provocou aumento significativo na infiltração devido ao aumento da condutividade elétrica (efeito eletrônico), 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. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Armstrong & Tanton (1992), segundo os quais 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 & Chi, 1977). Acrescentaram que esse processo é de menor importância e seus benefícios práticos são insignificantes comparados com o deslocamento do sódio trocável.

## 2.2. Efeitos dos sais no solo e nas plantas

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 marcante sobre as características físicas do solo especialmente na estabilidade dos agregados dispersão dos colóides, provocando desestruturação do solo e, diminuindo conseqüentemente a aeração e dificultando o movimento de água e desenvolvimento radicular, além do efeito tóxico do sódio (Verma & Sharma, 2000).

Os sais exercem efeitos de forma direta ou indireta, lenta ou brusca, total ou parcial sobre o desenvolvimento e produção das culturas. A salinidade diz respeito à concentração de sais solúveis presentes na solução do solo e esta pode causar efeitos tóxicos a germinação e a planta, diminuir a absorção de água e nutrientes pelas raízes, além de afetar a qualidade agrícola dos solos, devido à dispersão das argilas, conforme observaram Strogonov (1964), e Ravirovith & Porath (1967).

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 contração quando a água é evaporada ou retirada pelas 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 condutividade hidráulica do solo (Rolston *et al.* 1978).

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  $15\text{g l}^{-1}$  de cloreto de sódio equivalente à 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 & Esptein, 1984).

Para Meire & Shalhevet (1973) o efeito dos sais nas plantas caracteriza-se pelo 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.

Os efeitos dos sais no crescimento das culturas estão mais relacionadas com a salinidade total 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 (1976) o comportamento das plantas com relação a salinidade pode variar de acordo com seus estágios de desenvolvimento. Segundo Mass & Hoffman (1977) a salinidade afeta as plantas em todos seus estágios, sendo que, em culturas mais sensíveis, o efeito pode variar com a idade da planta. 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.

### 2.3. A disponibilidade de nutrientes

A extensiva salinização em solos de regiões áridas e semi-áridas ocasiona elevação do pH, causando deficiências nutricionais e, em alguns casos, a toxicidade de íons. Acentuadas deficiências de nitrogênio e fósforo são comuns e freqüentemente estão associados com deficiências de outros nutrientes, especialmente do enxofre e dos micronutrientes molibdênio, cobre, zinco, manganês e ferro (Santos *et al*, 1997)

Em solos salinizados as plantas são adversamente afetadas pela baixa absorção de água pelas raízes devido o efeito do potencial osmótico. Quando a salinidade é dada principalmente por cloreto de sódio, a toxicidade é o principal aspecto responsável pela redução na produção vegetal. Em solos sódicos, quando a concentração salina fica abaixo do limite crítico, há um aumento nos teores de sódio, com um aumento na dispersão das argilas e na redução na disponibilidade de nutrientes com as propriedades químicas dos solos com excesso de sódio (Santos, 1995).

Dentre os nutrientes que têm sua disponibilidade reduzida em solos sódicos alcalinos destacam-se o fósforo, quando o pH encontra-se entre 8 e 9, e os micronutrientes cobre, ferro, zinco e manganês, em valores de pH superiores a 9. Em qualquer uma das faixas de pH citadas é comum o aparecimento de sintomas de deficiências nas. A aplicação de corretivos que alteram a reação do solo e proporcionem uma maior absorção desses nutrientes pelas plantas torna-se indispensável.

Apesar de existir, segundo a literatura, uma maior concentração de fósforo disponível com o aumento da sodicidade e dos níveis de  $\text{CaCO}_3$  nos solos, Chhabra *et al* (1981) relatam que o fósforo extraído pelo método de Olsen reduziu à medida que a dose de gesso aplicada ao solo

foi aumentada. Resultado similar foi obtido por Santos (1995), em um solo salino-sódico, utilizando como extrator de fósforo a resina trocadora de ânions.

Devido à complexa dinâmica do fósforo e os resultados conflitantes da literatura, quanto à sua disponibilidade em solos aluviais salinizados, com ou sem a aplicação de corretivos, torna-se necessário pesquisas para identificar o extrator de fósforo que apresente melhor correlação com a absorção pelos vegetais.

A disponibilidade do fósforo, sob as condições de salinidade e/ou de sodicidade, é afetada pela presença de sais e, especificamente dos íons de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Na}^{+}$  (Santos, 1995).

#### **2.4 Aspectos Gerais sobre a cultura do cajueiro**

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma frutífera de grande importância para a região semi-árida, por seu valor alimentício (alto teor de vitamina C) e excepcional valor econômico. Essa espécie encontra-se dispersa em larga faixa do mundo tropical, sendo cultivada em 26 países, embora em termos de importância sua exploração restrinja-se a Índia, Brasil, Vietnã, Tanzânia, Indonésia, Moçambique e Guiné-Bissau. No século XX o cajueiro tornou-se uma importante árvore econômica tropical na Índia, África Oriental e no Brasil (Jonhson, 1974).

No Brasil seu principal centro de diversidade é a região amazônica, com centro secundário de diversidade nos cerrados. A maior diversidade de *Anacardium occidentale* L., única espécie cultivada e a de maior dispersão do gênero, é no Nordeste brasileiro, onde pode ser encontrado em diversos ecossistemas, principalmente nas zonas costeiras, fazendo parte da vegetação de praias e dunas e nas formações de restingas.

A cultura do cajueiro gera divisas não só pela comercialização da castanha, mas pelo líquido da casca da castanha, e por outros produtos que podem ser também explorados como a goma e o pedúnculo que se aproveita, aproximadamente 5% da sua produção (Soares, 1986).



Nos últimos anos, tem tomado um notável desenvolvimento, principalmente no Ceará e em outras regiões do Nordeste, onde encontra clima extremamente favorável. A produtividade atual dos pomares em produção no Nordeste está em torno de 200 kg de castanha/ha; observações em pomares comerciais irrigados constataram uma produtividade de 5.800 kg de castanha/ha, correspondendo ao incremento de 2.800%.

Um solo para ser considerado bom para o cajueiro deve ser profundo, de textura franco-arenoso ou areia-franca com menos de 15% de argila, bem drenado e acentuadamente drenado. Os mais adequados são aqueles com boa reserva de nutrientes e que não apresentem toxidez por alumínio, outros elementos prejudiciais, ou mesmo sais solúveis, devendo apresentar um valor mínimo de 25% para saturação por bases (V) e capacidade de troca de cátions (T) maior do que  $8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de solo. Solos com pouca reserva de nutrientes, V menor que 10%, T abaixo de  $4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de solo e toxidez por alumínio, sais solúveis ou outros elementos são considerados inaptos ou de uso restrito. O cajueiro anão precoce irrigado inicia a produção comercial no primeiro ano enquanto o de sequeiro apenas no terceiro ano. A introdução do cajueiro anão precoce, o sistema de produção baseado no emprego de clones melhorados, cultivos adensados, fertilizantes e controle fitossanitário está evoluindo com perspectivas da utilização da irrigação, que certamente promoverá aumento da produtividade, menor risco, ampliação do período de colheita, melhoria da qualidade da castanha e pedúnculo. Considerando a importância do cajueiro na economia nacional, o estudo de sua nutrição mineral, bem como o uso de clones selecionados na fase de produção de mudas, é basicamente um dos principais requisitos para o sucesso dessa cultura em bases econômicas (Barros *et al.*, 1993). No Brasil, a cultura do cajueiro ocupa uma área de 551.842ha, praticamente em todo o Nordeste, onde os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte respondem por 99% da produção (Lima *et al.*, 2001).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho consistiu de duas etapas. Em princípio foi conduzido um experimento I visando verificar o comportamento de um clone de cajueiro anão-precoce (CCP 06) em solos provenientes de vários lotes do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, com níveis de salinidade variada, tratados com gesso. Em um experimento II testou-se o efeito de diferentes níveis de gesso sobre o crescimento de dois genótipos de cajueiro anão-precoce (CCP 76 e CCP 1001) em um solo proveniente do mesmo perímetro irrigado.

As sementes utilizadas para a produção das mudas em ambos os experimentos foram adquiridas na Estação Experimental de Pacajus da EMBRAPA – CNPAT (Centro Nacional de Pesquisa da Agroindústria Tropical).

#### **3.1 Localização dos Experimentos**

Os dois experimentos foram instalados em períodos diferentes, nos anos de 2001 e 2002, em telado tipo sombrite, no Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Campus de Patos-PB. Essa localidade apresenta as coordenadas geográficas: latitude  $7^{\circ} 30'00''$ , longitude  $37^{\circ} 30' N$  e altitude de 250 metros.

#### **3.2 Experimento I**

##### **3.2.1 Localização, amostragem e caracterização do solo**

Os solos utilizados no experimento foram coletados no Perímetro irrigado de São Gonçalo, localizado a 10 km da cidade de Sousa - PB, delimitado pelas coordenadas geográficas Latitude  $6^{\circ}45'00''$  a  $6^{\circ}50'00''S$ , Longitude  $38^{\circ}10'00''W$  Gr. e altitude de 220 metros. O clima da região de Sousa - PB é, segundo a classificação de Köppen 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 de solos foram coletadas nos setores/lotos 7/1, 8/1, 9/1, 9/3 e 10/3. A amostragem foi realizada em vários pontos dos lotes e misturadas formando

uma amostra única. As amostras, obtidas de 0-30 cm de profundidade, após secas, destorroadas, peneiradas ( $\varnothing$  2 mm) e homogêneas, foram encaminhadas para o laboratório para a determinação da Percentagem de Sódio Trocável (PST), a condutividade elétrica extrato da solução solo: água 1:5 ( $CE_{1:5}$ ),  $Na^{+1}$ ,  $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ ,  $K^{+1}$ ,  $H^{+1} + Al^{+3}$  e pH (Tabela 1).

**TABELA 1.** Caracterização química das amostras dos solos utilizados no experimento.

Setor/lote	pH <sub>(CaCl2)</sub>	CE <sub>1:5</sub> dS/m	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup>	PST*
7/1	9,3	6,8	19,0	0,8	0,18	0,5	93
8/1	10,3	4,6	24,3	1,4	0,12	0,9	91
9/1	9,1	1,5	14,2	1,6	0,12	0,6	86
9/3	6,1	3,8	12,73	11,4	0,78	2,0	45
10/3	10,1	4,2	18,0	1,8	0,25	0,5	88

\* Percentagem de Sódio Trocável

Efetuuou-se também a análise química do extrato de saturação (Tabela 2). A análise granulométrica foi feita pelo método do densímetro Bouyoucos (1951) e a densidade global através do método do cilindro, ambas metodologias descritas em Camargo *et al.* (1986) cujos resultados são mostrados na tabela 3.

**TABELA 2.** Caracterização química das amostras dos solos no extrato de saturação.

Setor/lote	pH	CE dS m <sup>-1</sup>	Na <sup>+</sup> cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	PST	Classificação
8/1	10,2	31,5	61,0	98	Salino-sódico
9/1	8,5	10,5	20,8	95	Salino-sódico
9/3	7,5	28,2	18,81	53	Salino-sódico
10/3	10,2	25,0	46,0	98	Salino-sódico

**TABELA 3.** Características físicas dos solos utilizados no experimento.

Setor/lote	Argila	Silte	Areia	Classe textural
7/1	21	31	48	Franco
8/1	19	27	54	F.A. arenoso*
9/1	19	29	52	Franco
9/3	15	31	50	Franco
10/3	17	33	50	Franco

\* Franco-argilo-arenoso

A caracterização química das amostras de solo para fins de fertilidade foi realizada através dos procedimentos descritos por Raij & Quaggio (1983) que expressam os teores disponíveis.

### 3.2.2 Aplicação do corretivo

Empregou-se gesso agrícola (gipsita moída), contendo 19% de sulfato e 12% de cálcio solúveis em água. A necessidade de gesso para cada setor/lote foi determinada por meio de equilíbrio dinâmico, como sugere Richards (1954) e os resultados são apresentados na tabela 4.

**TABELA 4.** Dose de gesso aplicada nos solos.

Setor/lote	Gesso (gkg <sup>-1</sup> )
7/1	9,97
8/1	13,41
9/1	8,25
9/3	5,16
10/3	6,88

Este produto, após ser peneirado em malha de 1,0 mm de abertura para uniformizar a granulometria, foi incorporado e homogeneizado a todo o volume de terra contidos em cada vaso. Após aplicação do gesso, o solo foi mantido úmido por 15 dias (70% CC por pesagens diárias) quando procedeu-se a lavagem. Após a lavagem e quando os solos contidos nos vasos se encontravam ligeiramente úmidos, retirou-se uma amostra para posterior caracterização química (pH, CE<sub>1:5</sub>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup> e PST).

Para se verificar o efeito dos setores e do gesso aplicou-se o teste de médias (Tukey) ao nível de 5% de significância para observar possíveis diferenças.

### 3.2.3 Delineamento experimental

Os tratamentos consistiram de 5 setores/lotes, presença e ausência de gesso, 1 clone de cajueiro anão-precoce (CCP 06) e 3 repetições, totalizando 30 vasos, cada um com capacidade para 10 L.

### 3.2.4 Produção de mudas e condução do Experimento

As mudas foram inicialmente produzidas em viveiro em substrato não salinizado, solo: esterco: areia, na proporção 1/3: 1/3: 1/3. As mudas foram transplantadas para os vasos 50 dias após a germinação, sendo selecionadas as mudas mais homogêneas entre si segundo sua altura e diâmetro do coleto, essas foram transferidas para os solos salinizados, quando foi observado seu crescimento. As mudas foram mantidas por 120 dias em ambiente salino. Durante esse período foram efetuadas medições semanais da altura e diâmetro das plantas. Transcorrido esse período as plantas foram cortadas ao nível do coleto, separando-se a parte aérea das raízes. As partes aéreas foram acondicionadas em saco de papel, secas em estufa com ventilação forçada a 65 °C, pesadas e moídas para posterior determinação dos teores de Na<sup>+</sup>; K<sup>+</sup> e P por meio de digestão nítricoperclórica descrita por Malavolta *et al* (1989).

## 3.3 Experimento II

### 3.3.1 Localização, amostragem e caracterização do solo

O solo utilizado no experimento foi coletado no setor/lote 10/17 do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, localizado a 10 km da cidade de Sousa – PB.

A amostragem foi realizada em vários pontos do lote e misturadas formando uma amostra única. As amostras, obtidas de 0-30 cm de profundidade, após secas, destorroadas, peneiradas (Ø 2 mm) e homogeneizadas, foram encaminhadas para o laboratório para determinação da PST, CE<sub>1,5</sub> e pH. A análise granulométrica foi feita pelo método do densímetro (Bouyoucos), e a densidade global através do método do cilindro, segundo

Camargo *et al.* (1986) cujos resultados encontram-se na tabela 5. A caracterização química das amostras de solo para fins de fertilidade foi realizada através dos procedimentos descritos por Raij & Quaggio (1983), que expressam os teores disponíveis (Tabela 5). Para a classificação do solo quanto à salinidade utilizou-se a análise do extrato de saturação (Tabela 6).

**TABELA 5.** Caracterização química e física do solo utilizado no experimento.

Características			
pH(CaCl <sub>2</sub> )	10,1	Areia(%)	46,0
H <sup>+</sup> +Al	0,0	Argila(%)	31,0
Ca+2(cmolc.dm <sup>-3</sup> )	0,9	Silte (%)	23,0
Mg <sup>+2</sup> (cmolc.dm <sup>-3</sup> )	0,4	Textura: Franco Argiloso	
Na <sup>+</sup> (cmolc.dm <sup>-3</sup> )	27,49	Densidade(gcm <sup>-3</sup> )	1,45
K <sup>+</sup> (cmolc.dm <sup>-3</sup> )	0,15	Capacidade de campo (%)	19,3
CE <sub>1,5</sub> (dS.m <sup>-1</sup> )	1,43	PST	91,6

**TABELA 6.** Características químicas do extrato de saturação do solo utilizado no experimento.

pH	CE	Ca <sup>+2</sup> +Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	PST	CLASSIF.
	dS/m	-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----			-----%----	
8,9	8,1	1,4	8,67	0,01	86,0	Salino-sodico

### 3.3.2 Aplicação dos corretivos

Empregou-se o gesso agrícola comercial. Esse produto, após seco, foi peneirado em malha de 1,0 mm de abertura para uniformizar a granulometria, analisado quimicamente (Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>, pH) e homogeneizado aos 4 Kg de terra contidos em cada vaso (Tabela 7).

**TABELA 7.** Características do gesso utilizado no experimento

Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	pH (H <sub>2</sub> O)	densidade	solubilidade
-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				gcm <sup>-3</sup>	gL <sup>-1</sup>
175,46	3,3	0,20	6,9	0,80	2,9

A necessidade de gesso (NG-100%) foi calculada através de equilíbrio dinâmico, como sugere Richards (1954). A quantidade recomendável (0%=0,0gkg<sup>-1</sup>; 100%= 6,88gkg<sup>-1</sup> e 200%= 13,76gkg<sup>-1</sup> de solo) foi incorporada a todo o volume de terra. Seguindo-se a aplicação do gesso a terra contida nos vasos foi mantida úmida por 15 dias (80% da CC) quando

procedeu-se a lavagem com uma lâmina de água correspondente ao dobro da porosidade do solo ( $\cong 56\%$ ).

### 3.3.3 Delineamento experimental

Os tratamentos compreenderam 2 clones de cajueiro (CCP 76 e CCP 1001), 3 níveis de gesso (0%=0,0gkg<sup>-1</sup>; 100%= 6,88gkg<sup>-1</sup> e 200%= 13,76gkg<sup>-1</sup> de solo) com 4 repetições, em vasos com 4 kg de terra. Os solos salinizados e “não salinos” receberam uma adubação básica de nitrogênio (150 mg kg<sup>-1</sup>), via uréia, parcelada em 3 vezes, no plantio, 30 e 60 dias após; de fósforo no plantio (200 mgkg<sup>-1</sup> P), via superfosfato simples e também uma solução de micronutrientes: Fe, Cu, Mn, Zn, B e Mo (Tabela 8). A adubação básica descrita acima foi realizada tendo em vista a deficiência destes nutrientes comumente observados em solos salinos ou salino- sódicos e ainda, por terem sido observados, visualmente, deficiências de micronutrientes nas mudas de cajueiro no primeiro experimento.

**TABELA 8.** Composição da solução de micronutrientes aplicados no solo e suas respectivas fontes e concentrações.

Nutriente	Fonte	Concentração mmol L <sup>-1</sup>	mLvaso <sup>-1</sup>
Mn	MnCl <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O	12,58	4,0
Zn	ZnCl <sub>2</sub>	0,73	4,0
B	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	46,27	4,0
Cu	CuCl <sub>2</sub>	0,30	4,0
Mo	H <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	0,11	4,0
Fe	Fe-EDTA*	-	4,0

\*(24,0 g de FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O + 26,1 g de EDTA dissodico + 286 mL de NaOH N) para um litro.

### 3.3.4 Produção de mudas e condução do experimento

As mudas foram produzidas em viveiro em substrato normal (barro: areia na proporção de 3:1). Utilizou-se como recipiente na produção das mudas, tubetes com capacidade para aproximadamente 400g do substrato. O substrato recebeu uma adubação contendo 100 mg kg<sup>-1</sup> de N, via sulfato de amônio, 100 mgkg<sup>-1</sup> de K via cloreto de potássio e 100 mgkg<sup>-1</sup> de fósforo via superfosfato simples. Para o transplantio, as mudas foram padronizadas segundo o diâmetro do coleto, número de folhas e altura, sendo a seguir transferidas para os solos

salinizados e “não salinos”, quando observou-se o crescimento através de medições semanais da altura das plantas e do diâmetro do coleto do cajueiro. Paralelamente ao experimento, para se efetuar um estudo do crescimento relativo, 4 mudas do cajueiro foram transplantadas também para solos “não salinos”, as quais receberam o mesmo acompanhamento dos demais tratamentos.

As mudas foram mantidas por 112 dias em ambiente salino. Transcorrido esse período as plantas foram cortadas à altura do coleto, separando-se a parte aérea das raízes. As partes aéreas e as raízes foram acondicionadas em saco de papel, secas em estufa com ventilação forçada a 65 °C para determinação da massa seca. Nas raízes foi efetuado a medição do comprimento da raiz principal e nas folhas determinados os teores de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e P segundo Malavolta *et al* (1989).



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Experimento I

#### 4.1.1 Caracterização química do solo

Após a lavagem dos solos procedeu-se a análise química das amostras obtidas em cada vaso para se avaliar o efeito do gesso, determinando-se:  $CE_{1:5}$ ,  $pH_{CaCl_2}$ ,  $H^+ + Al^{+3}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{+2} + Mg^{+2}$  e PST. Os resultados das análises são mostrados nas tabelas 9, 10 e 11.

**TABELA 9.** Valores de  $CE_{1:5}$ , pH e  $H^+ + Al^{+3}$  nos vários setores/lotos após a lavagem na omissão (-) e presença (+) de gesso. Média de 3 repetições.

Setor/ lote	$CE_{1:5}^{**}$		$pH_{(CaCl_2)}$		$H^+ + Al^{+3}$	
	-	+	-	+	-	+
	-----dSm <sup>-1</sup> -----				-----cmolcdm <sup>-3</sup> -----	
7/1	2,57 aB	1,52 aA*	9,4 aB	8,4 aA	0,70 cB	0,90 cdA
8/1	0,78 cA	1,30 aA	9,1 bB	8,1 bA	0,86 bB	0,97 bcA
9/1	0,67 cA	1,05 aA	8,9 bB	7,9 bA	0,87 bB	1,00 bA
9/3	1,72 abA	1,20 aA	6,5 cA	6,4 cA	1,80 aA	1,83 aA
10/3	0,85 bcA	0,80 aA	9,1 bB	8,5 aA	0,70cB	0,83 dA

\* Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

\*\* Medida na proporção solo : água 1:5

Pelos dados da tabela 9, verifica-se que não houve diferença significativa para a condutividade elétrica entre os setores na presença de gesso, porém ocorrendo diferença significativa entre os mesmos na ausência de gesso. A aplicação de gesso provocou uma redução da  $CE_{1:5}$  na maioria dos setores/lotos, porém, apenas no setor/lote 7/1 a redução foi estatisticamente significativa. Isso pode ter sido um reflexo da condução da lavagem destes solos que apesar de pertencerem a um mesmo perímetro, são extremamente heterogêneos. Já para o pH e  $H^+ + Al^{+3}$  do solo, excetuando-se o setor lote 9/3, houve redução com a aplicação do gesso. O fato do gesso não ter influenciado o pH do setor/lote 9/3, pode ser explicado pelo seu baixo pH inicial o qual é mais propício a formação de gesso do que sua própria solubilização.

Para a variável  $Na^+$ , a tabela 10 mostra que independentemente da dose de gesso, foram observadas diferenças significativas entre os setores, sendo que o setor/lote 7/1 e o 9/3

apresentaram respectivamente as maiores e menores concentrações desse elemento. Apesar de não ter sido observado efeito da adição de gesso, as maiores concentrações desse elemento foi encontrado na omissão do mesmo, no entanto independentemente dos setores, ocorreu diferença significativa, tendo sido encontrados os valores de 6,7 e 10,0  $\text{cmol}_e\text{dm}^{-3}$   $\text{Na}^+$  respectivamente para presença e ausência de gesso (Tabela 10).

**TABELA 10.** Teores de sódio nos setores após a lavagem

Setor/lote	$\text{Na}^+$ ( $\text{cmol}_e\text{dm}^{-3}$ )
7/1	12,0 a*
8/1	9,1 b
9/1	9,0 b
9/3	4,6 c
10/3	8,2 b

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

A tabela 11 mostra que os valores de  $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$  foram superiores na presença de gesso em todos os setores, sendo que os es mais altos foram obtidos nos setores 9/1 e 9/3 e o menor no setor 10/3. As concentrações nos setores 7/1 e 8/1 não diferiram entre si, no entanto diferiram dos demais setores. O aumento da concentração de  $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$  com a adição de gesso deve-se em parte ao fornecimento de  $\text{Ca}^{+2}$  através do gesso.

**TABELA 11.** Teores de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$  e PST nos vários setores/lotos após a lavagem na omissão (-) e presença (+) de gesso.

Setor/lote	$\text{Na}^+$		$\text{K}^+$		$\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$		PST	
	-	+	-	+	-	+	-	+
	----- $\text{cmol}_e\text{dm}^{-3}$ -----							
7/1	14,9	9,1	0,33	0,30	1,6 cB	9,2 cA	85,1 aB	45,0 aA
8/1	11,0	7,1	0,38	0,29	2,0 bcB	10,5 cA	77,0 abB	38,0 cdA
9/1	10,5	7,4	0,34	0,35	3,9 bB	15,7 bA	67,4 bB	30,a cA
9/3	4,8	2,4	0,33	0,27	1,7 aB	18,1 aA	67,4 bB	10,6 bA
10/3	8,9	7,5	0,33	0,29	2,9 bcB	6,8 dA	69,5 bB	48,5 aA
<b>média</b>	<b>10,0</b>	<b>6,7</b>	<b>0,34</b>	<b>0,30</b>	<b>2,4</b>	<b>12,1</b>	<b>73,3</b>	<b>34,4</b>

\* Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Ainda pela tabela 11 verifica-se diferença significativa para percentagem de sódio trocável (PST) entre os setores, e uma redução média desta característica de 39% comparado

ao o solo sem a aplicação do gesso. Já a concentração de  $K^+$  não foi afetado pela aplicação do corretivo.

#### 4.1.2 Características das plantas

##### 4.1.2.1 Altura e diâmetro

As tabelas 12 e 13 mostram o crescimento das mudas nos solos salinizados após correção com gesso durante o período de 120 dias. Observou-se um maior crescimento em altura (Tabela 12) e diâmetro (Tabela 13) das mudas durante os 4 primeiros meses nos setores 7/1 e 9/3, principalmente na presença de gesso. No entanto, observa-se que os setores 9/1 e 9/3 apresentaram maiores picos de variação de altura independentemente da aplicação do gesso. Estes setores foram os que apresentaram maior concentração de  $Ca^{+2} + Mg^{+2}$  trocáveis e menor PST. No que se refere ao crescimento ao longo do tempo, apenas a variável altura mostrou uma tendência de decréscimo com o tempo independentemente da adição ou não de gesso. Já o crescimento em diâmetro não apresentou uma tendência clara ao longo do tempo.

**TABELA 12.** Crescimento em altura das mudas de cajueiro na omissão (-) e presença (+) de gesso aos 30, 60, 90 e 120 dias após o transplântio (DAT).

Setores/lotes	30 DAT		60 DAT		90 DAT		120 DAT	
	-	+	-	+	-	+	-	+
-----cm-----								
7/1	1,3	1,9	0,5	1,5	0,0	1,5	0,0	0,8
8/1	2,0	1,7	1,4	1,3	2,0	1,4	1,0	0,8
9/1	2,9	2,4	1,1	1,8	1,9	1,3	0,1	0,9
9/3	1,6	2,5	1,1	3,7	1,4	1,9	0,4	1,4
10/3	1,5	1,8	0,9	0,7	0,8	0,9	0,6	0,1

**TABELA 13.** Crescimento em diâmetro das mudas de cajueiro na omissão (-) e presença (+) de gesso aos 30, 60, 90 e 120 dias após o transplântio (DAT).

Setores/lotes	30 DAT		60 DAT		90 DAT		120 DAT	
	-	+	-	+	-	+	-	+
-----mm-----								
7/1	0,7	0,6	0,0	0,7	0,1	0,7	0,6	0,9
8/1	0,9	0,5	0,2	0,7	0,3	0,6	0,6	0,6
9/1	1,0	0,5	0,4	0,2	0,9	0,5	0,9	1,0
9/3	0,8	0,9	0,1	0,7	0,1	0,8	0,3	1,0
10/3	0,6	0,3	0,2	1,0	0,6	0,6	0,8	0,4

#### 4.1.2.2 Produção de massa seca

A produção de material vegetal (Tabela 14) seco foi maior no setor 9/3 onde se aplicou o gesso, sugerindo que este solo apresentou-se mais propício ao desenvolvimento das mudas de cajueiro, em relação aos demais solos (setores/lotes) e, possivelmente refletindo as melhores condições químicas deste solo ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ , pH,  $\text{Na}^+$  e PST) quando comparados com os demais solos. Apesar de não ter sido observado efeito, as mudas apresentaram produção de material vegetal 16% maior onde foi aplicado o corretivo, independentemente do setor. O comprimento de raiz principal também não apresentou diferença significativa entre os tratamentos.

**TABELA 14.** Peso de material vegetal seco (PMVS) e comprimento de raiz principal (CRP) das mudas de cajueiro anão –precoce CCP 06 nos vários setores/lotes cultivadas na omissão (-) e presença (+) de gesso.

Setor/ lote	PMVS		CRP	
	-	+	-	+
	gvaso <sup>-1</sup>		cm	
7/1	1,24 a	3,53 a*	15,5	25,2
8/1	4,67 a	2,53 a	21,0	16,3
9/1	2,55 a	3,52 a	15,6	19,3
9/3	2,79 b	5,30 a	24,0	22,2
10/3	3,92 a	3,19 a	20,2	21,8

\*Na horizontal médias seguidas por letras iguais não diferenciam entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

Os sintomas do efeito do sódio e dos sais do solo nas mudas onde não foi aplicado corretivo se evidenciaram logo aos 20 dias após o transplante, mostrando inicialmente murchamento das folhas mais velhas com posterior seca e coloração vermelho-amarelada p iniciando pelo ápice e progredindo em direção as bordas. Algumas plantas morreram 50 dias após a permanência em ambiente salino vieram a morrer, com perda total das folhas. Em outros casos, onde foi aplicado o gesso, mesmo perdendo as folhas, as mudas apresentaram rebrotação de folhas.

Apesar das altas concentrações de Na, refletidas em altos PST's, e da alta condutividade elétrica dos solos ter provocado, decréscimo no crescimento, foi evidenciado visualmente que o crescimento das mudas do cajueiro, também foi afetado pela deficiência de micronutrientes cujos sintomas se mostraram indiscriminadamente em praticamente todas as mudas independentemente da aplicação ou não de gesso. Estes foram notados logo no final do primeiro mês após o transplântio. Estas deficiências sugerem que, pelo menos para a cultura do cajueiro, o balanço de micronutrientes deve ser melhor estudado nestes solos, já que para esta cultura, o crescimento foi bastante influenciado pelas deficiências.

#### 4.1.2.3 Teores de sódio, potássio e fósforo na parte aérea

A tabela 15 mostra os teores de P, K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup> encontrados na parte aérea das mudas de cajueiro. Observa-se que só houve significância estatística no setor 7/1, para o fósforo e o potássio, onde a concentração foi maior na ausência de gesso.

**TABELA 15.** Teores de P, K e Na na parte aérea das mudas de cajueiro anão- precoce CCP 06 cultivadas nos vários setores/lote na omissão (-) e presença (+) de gesso.

Setor/lote	P		K <sup>+</sup>		Na <sup>+</sup>	
	-	+	-	+	-	+
	-----gkg <sup>-1</sup> -----					
7/1	5,72 a	2,07 b	12,76 a	4,49 b	14,87	<b>7,88</b>
8/1	3,03 a	2,28 a	4,71 a	3,58 a	12,17	<b>9,62</b>
9/1	2,57 a	2,92 a	4,32 a	6,43 a	12,53	<b>12,37</b>
9/3	4,23 a	2,39 a	8,40 a	4,23 a	13,12	<b>6,35</b>
10/3	1,83 a	2,84 a	6,44 a	7,57 a	9,18	<b>9,39</b>
<b>Média</b>	<b>3,48</b>	<b>2,50</b>	<b>7,33</b>	<b>5,26</b>	<b>12,37</b>	<b>9,12</b>

Médias seguidas por letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Para os demais setores, não ocorreu diferença estatística nem entre os setores nem entre o fator gesso. De maneira geral, as concentrações de P e K<sup>+</sup> variaram de 1,83 a 2,92 gKg<sup>-1</sup> e 3,58 a 12,76 gkg<sup>-1</sup>, respectivamente. Ximenes *et al* (2000) em um experimento com o clone de cajueiro anão precoce CCP 76 em vários solos (Areia Quartzosa Distrófica, Latossolo Amarelo Distrófico e Podzólico Vermelho Amarelo), verificaram uma concentração na parte aérea das plantas de P e K<sup>+</sup> variando de 0,9 a 4,6gkg<sup>-1</sup> e 4,3 a 12,4 gkg<sup>-1</sup>

respectivamente. Apesar de estatisticamente não ter havido diferença, encontrou-se uma grande concentração de  $\text{Na}^+$  na parte aérea das plantas na ausência de gesso quando comparado com a presença de gesso, para todos os setores, em alguns casos chegando atingir quase o dobro. Miranda *et al* (2000) avaliando os teores de  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  e  $\text{Na}^+$  em plantas de cajueiro anão precoce com tolerância diferencial à salinidade, cultivadas em solução nutritiva com aplicação de silício e cloreto de sódio em níveis crescentes, observaram a ocorrência de teores mais elevados de Na nas folhas do clone sensível com o aumento da concentração de NaCl na solução nutritiva. Os mesmos, afirmam a incapacidade da planta de excluir este elemento.

A tabela 16 mostra que, independentemente dos setores, onde foi aplicado gesso, houve uma redução bastante acentuada na absorção de Na pelas mudas de cajueiro.

**TABELA 16.** Teores de P,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$  na parte aérea nas mudas de cajueiro cultivadas na omissão (-) e presença(+) de gesso independentemente dos setores / lotes

P		$\text{K}^+$		$\text{Na}^+$	
-	+	-	+	-	+
-----gkg <sup>-1</sup> -----					
3,41 a	2,50 a	7,33 a	5,26 a	12,37 b	9,12 a

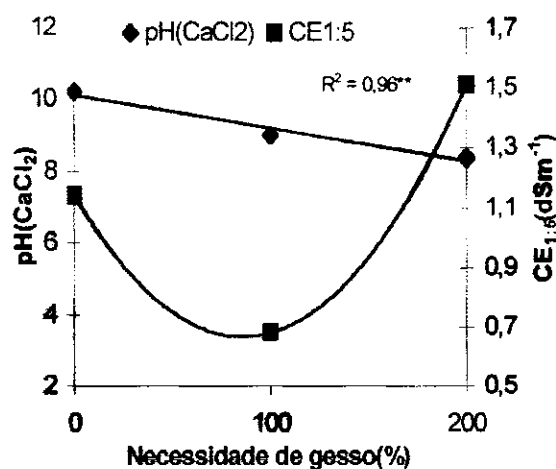
\* Na horizontal médias seguidas de letras iguais não diferenciam entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## 4.2. Experimento II

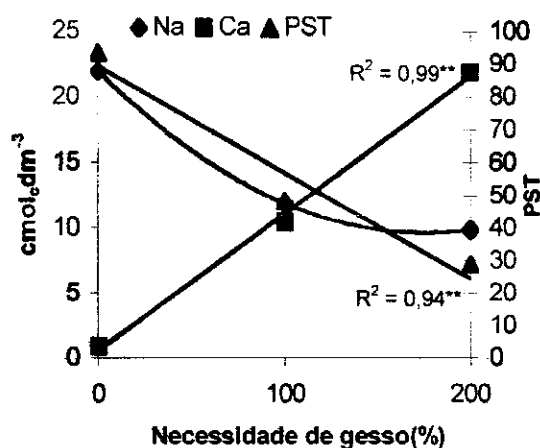
### 4.2.1. Caracterização química do solo

O gesso provocou redução no pH,  $\text{CE}_{1,5}$  e PST e aumentou os teores de  $\text{Ca}^{+2}$ . As figuras 1 e 2 indicam uma redução significativa nos teores de sódio no solo com o aumento do nível de gesso aplicado, o mesmo ocorrendo para o pH. Por outro lado, houve um aumento linear nas concentrações de cálcio, refletindo o deslocamento do sódio pelo cálcio nos pontos de troca da argila com o aumento do nível de gesso aplicado. Observa-se ainda que houve redução na condutividade elétrica no nível de 100% da necessidade de gesso aumentando no nível de 200%, fato ocorrido provavelmente devido a lâmina de água aplicada (igual para

todos os tratamentos) não ter sido eficiente na remoção de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{SO}_4^{-2}$ , como observou (Vital, 2002).



**Figura 1.** Valores de pH e condutividade elétrica do solo.

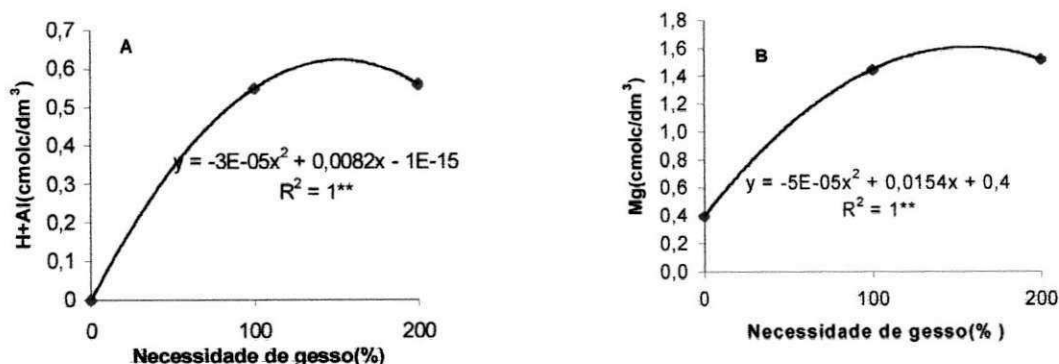


**Figura 2.** Concentração de sódio, Cálcio e Percentagem de Sódio Trocável do solo.

De maneira geral, observa-se que o gesso aplicado promoveu melhoria nas propriedades químicas do solo salinizado. A grande maioria dos trabalhos realizados utilizando-se o gesso agrícola como melhorador químico de solos salino-sódico, tem demonstrado haver melhoria química nestes solos. Redução de condutividade elétrica,  $\text{Na}^+$  pH e PST e aumento nos teores de cálcio tem sido observados por diversos autores (Oliveira *et al* 2000; Santos, 1997; Sharma & Gupta, 1986; Vital, 2002). Holanda *et al* (1996) observaram que a gessagem sozinha ou combinada ao uso de condicionadores orgânicos proporcionou maiores valores de cálcio trocável no solo, reduziu a PST para menos de 15% e aumentou a condutividade elétrica. Verma e Sharma (2000) constataram que a aplicação de gesso em faixas, na forma isolada ou conjunta com areia, resultou em mudanças favoráveis nas propriedades químicas do solo, em todas as profundidades estudadas, sendo expressivamente eficiente no controle dos efeitos adversos da PST do solo. Outros trabalhos de pesquisa também indicam uma maior redução na concentração de sódio em solos salinizados após a

aplicação de gesso (Mann *et al.* 1982, Greene & Ford, 1985 e Anjos, 1993). A redução do pH com a aplicação do gesso também foi observado por Araújo (2001) e Vital (2002), ao aplicarem 0 e 100% e 0, 50, 100 e 200% respectivamente da, necessidade de gesso em um solo salino- sódico.

Quanto às concentrações de  $H^+ + Al^{+3}$  e  $Mg^{+2}$  (figuras 3A e 3B), observa-se uma tendência de aumento com o aumento da porcentagem da necessidade de gesso.



**Figura 3.** Teores de H<sup>+</sup> Al (A) e Mg (B) no solo do setor/lote 10/17 após a aplicação do corretivo.

## 4.2.2. Características das plantas

### 4.2.2.1. Altura e diâmetro

Na figura 4A observa-se que os dois clones CCP 76 e CCP 1001 apresentaram crescimento em diâmetro estatisticamente idênticos ao longo do tempo independentemente do nível de gesso. Já para a altura (figura 4B), o crescimento foi significativamente superior para o CCP 1001 aos 90 e 112 dias após o transplântio.



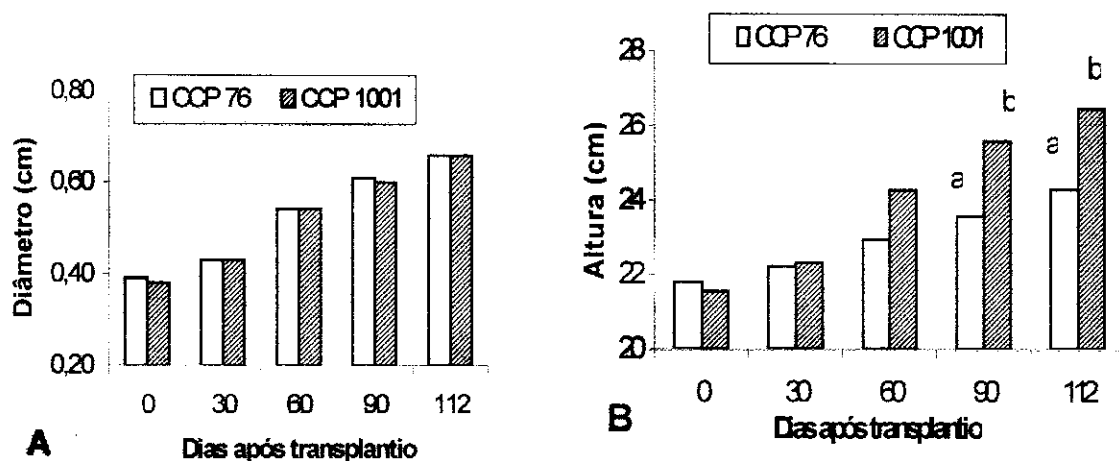


Figura 4. Diâmetro e altura das mudas de cajueiro nos vários períodos estudados independentemente do nível de gesso.

Observa-se ainda que o crescimento relativo em altura e em diâmetro foi maior para o Clone CCP 1001 para os níveis de 100 e 200% da NG (figura 5A e 5B).

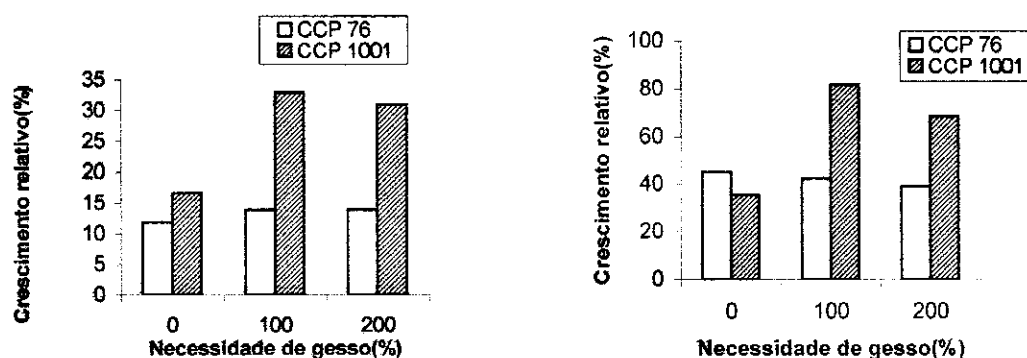


Figura 5. Crescimento relativo das mudas em altura (A) e diâmetro(B).

#### 4.2.2.2. Produção de massa seca

Quanto à produção relativa de massa seca (Figura 6) o clone CCP 1001 mostrou um aumento na parte aérea com o nível de gesso aplicado, e o CCP 76 mostrou maior produção no nível de 100% da NG. Para a produção relativa da raiz, o CCP 76 mostrou um decréscimo com o aumento do nível de gesso aplicado, enquanto que o CCP 1001 apresentou maior produção relativa no nível de 100% da NG.

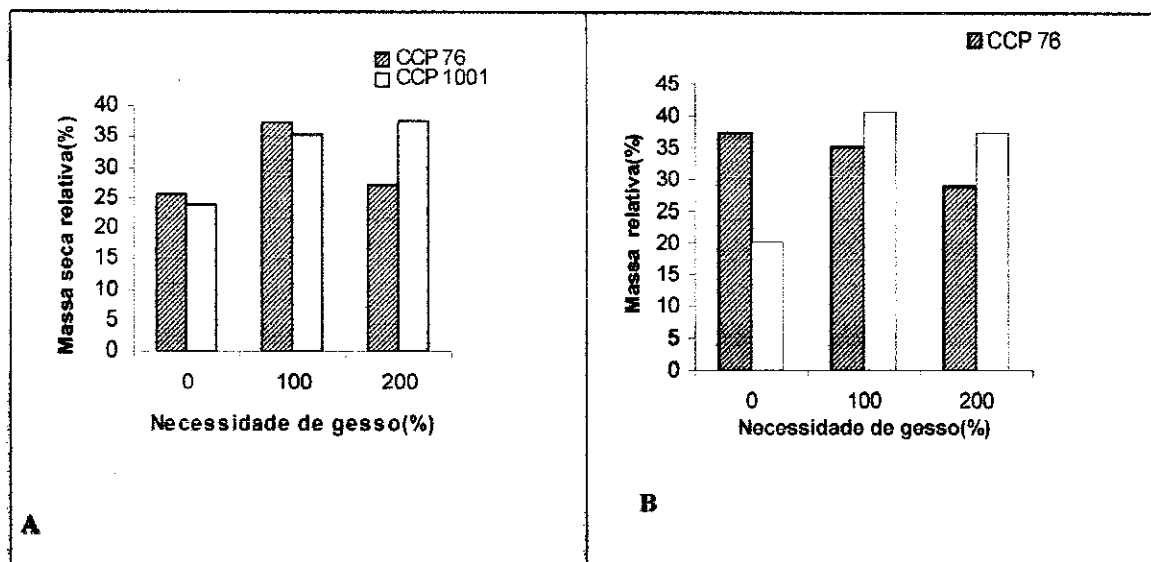
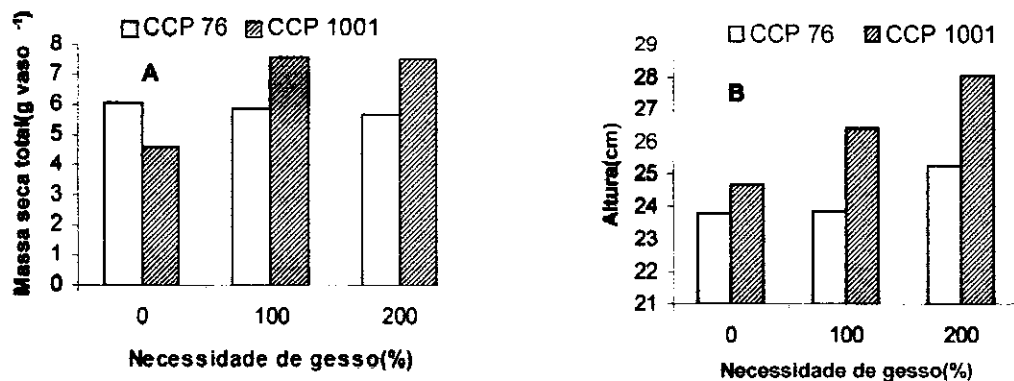


Figura 6. Massa seca relativa da raiz (A) e da parte aérea(B) das mudas de cajueiro.

Apesar de não ter se verificado efeito significativo para a massa total e altura de plantas aos 112 dias após o transplântio, entre os clones e em função das doses de gesso, observa-se que o clone de cajueiro CCP 1001 apresentou um melhor comportamento, para as condições do experimento, quando comparado com o clone CCP 76 ( figuras 7A e 7B). Carneiro *et al.* (2002) avaliando a germinação e o crescimento de vários genótipos de cajueiro anão- precoce cultivados em vários níveis de salinidade da água de irrigação(0,7; 1,4; 2,1 e 2,8  $dSm^{-1}$ ) concluíram que o clone CCP 1001 apresentou os maiores índices de crescimento em relação aos demais clones(CCP 06, CCP 09, EMBRAPA 50 e EMBRAPA 51), ressaltando-se no entanto que os mesmos não incluíam na pesquisa o CCP 76.



**Figura 7.** Massa de material vegetal seco total (A) e altura(B) das mudas dos clones de cajueiro nos níveis de gesso.

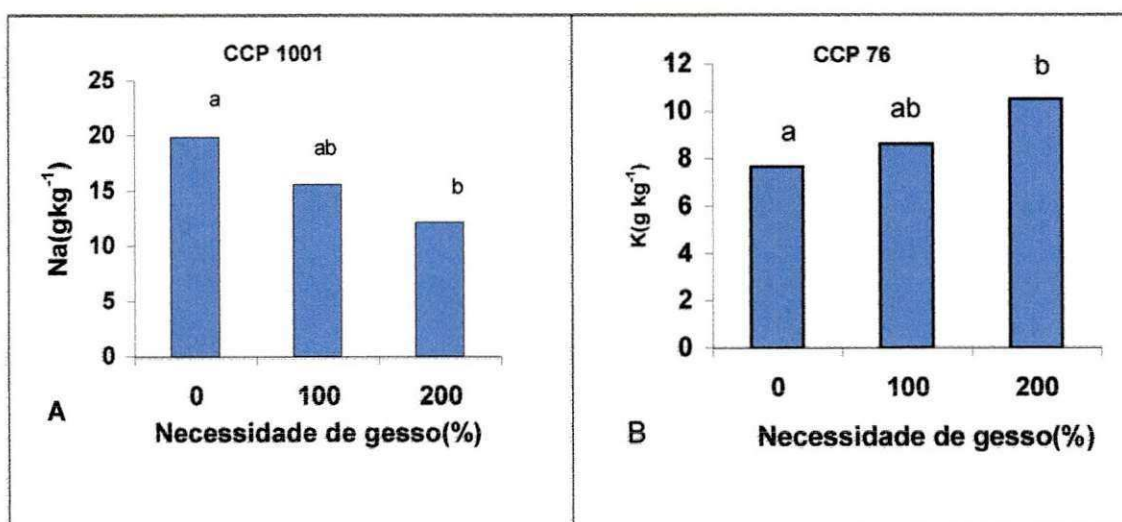
#### 4.2.2.3. Correlação entre variáveis de crescimento do cajueiro

Quanto ao estudo de correlação entre as variáveis das mudas de cajueiro, observou-se que para altura e diâmetro, apenas aos 90 e 112 dias após o transplântio houve correlação linear e positiva com coeficientes de correlação  $r = 0,50^*$  e  $r = 0,67^*$  respectivamente. Para o variável crescimento de raiz principal (CRP), material vegetal seco da raiz (MVSR) e material vegetal seco da parte aérea (MVSPA), apenas as correlações CRP x MVSPA e MVSR x MVSPA apresentaram correlação linear positiva significativa para o clone CCP 1001, onde os coeficientes de correlação foram respectivamente  $r = 0,72^{**}$  e  $r = 0,58^*$ . Já para o clone CCP 76 não houve correlação significativa entre as variáveis. No que se refere à massa seca total e altura, apenas o clone CCP 1001 mostrou correlação entre estas variáveis ( $r = 0,85^*$ )

#### 4.2.2.4. Teores de sódio, potássio e fósforo no cajueiro

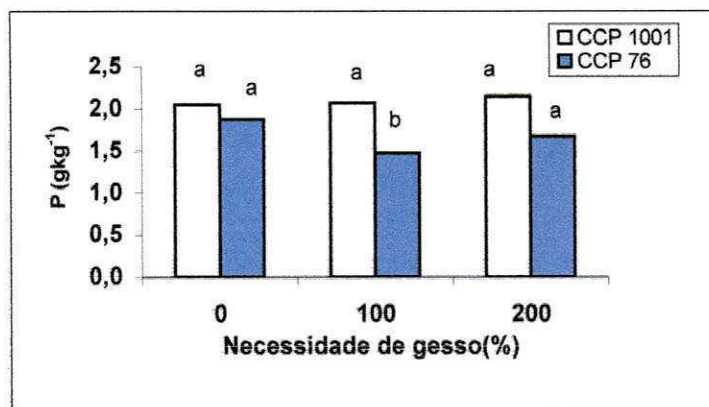
Independentemente do clone e do nível de gesso aplicado, as faixas do conteúdo de sódio, potássio e fósforo nas folhas do cajueiro encontradas foram respectivamente: 12,15 a 19,77 g kg<sup>-1</sup>; 6,82 a 10,52 g kg<sup>-1</sup>; e 1,46 a 2,11 g kg<sup>-1</sup>. Viégas *et al* (2001) cultivando mudas de cajueiro anão-precoce em solução nutritiva salina (0, 5 e 10 cmol<sub>c</sub>NaCl) encontraram nas folhas das mudas de cajueiro no nível de 10cmol<sub>c</sub>NaCl teores de sódio e potássio respectivamente de 23,0 e 7,8gkg<sup>-1</sup>).

Já vital (2002) cultivando mudas de cajueiro (CCP 76 com porta enxerto CCP 06) em solo salino-sódico tratado com gesso (0; 50; 100 e 200% da necessidade de gesso) e fósforo ( 0; 150; 300 e 450 mgkg<sup>-1</sup>) encontrou as seguintes concentrações dos elementos analisados: Na: 7,84 a 9,73 gkg<sup>-1</sup>; K: 9,59 a 16,9 g/kg e P: 1,2 a 3,8 gkg<sup>-1</sup> independentemente do nível de gesso e fósforo aplicados. Em outro experimento realizado por Ximenes *et al* (2000) em vários solos (Areia quartzosa Distrófica, Latossolo Amarelo Distrófico e Podzólico Vermelho Amarelo), verificaram uma concentração de P e K de 0,9 a 4,6gkg<sup>-1</sup> e 3,58 a 12,76 gkg<sup>-1</sup> respectivamente. As médias de gesso independentemente do clone para as concentrações de sódio e potássio nas folhas do cajueiro não apresentaram diferença significativa, no entanto, observou-se uma redução significativa na concentração de sódio (figura 8A) para o CCP 1001 com o aumento do nível de gesso e um aumento na concentração de potássio (Figura 8B) com o aumento do nível de gesso aplicado ao solo.



**Figura 8.** Teores de sódio (A) e potássio(B) nas folhas do cajueiro

Já a concentração de fósforo foi superior para o CCP 1001 em todos os níveis de gesso aplicado, porém sendo significativo apenas no nível de 100% da NG (Figura 9).



**Figura 9.** Concentração de fósforo nas folhas de cajueiro.

## 5. CONCLUSÕES

- O clone CCP 06 apresentou melhor comportamento para a maioria das variáveis de crescimento no setor/lote 9/3 após ser tratado com gesso.
- O fornecimento de gesso agrícola ao solo permite uma maior lixiviação de sais, reduz a condutividade elétrica, o pH e a percentagem de sódio trocável e aumenta os teores trocáveis de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$ .
- As mudas de cajueiro cultivadas em solos degradados por sais e sódio apresentaram severos sintomas de deficiência em micronutrientes.
- O clone CCP 1001 apresentou maior crescimento em altura em relação ao CCP 76 após 90 dias do transplante.
- O gesso reduziu os teores de sódio e aumentou os de potássio nas folhas dos clones de cajueiro CCP 76 e CC 1001.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS, I. M. dos. Recuperação de um solo salini-sódico: efeito de diferentes níveis e formas de aplicação de gesso. (Dissertação- Mestrado em Manejo e Conservação de Solo). 45 f. 1993. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia.

ARAÚJO, J. L., SANTOS, R. V.; MURAOKA, T. SOUTO, J. S.; VITAL, A. de F. M. Comportamento de um clone de cajueiro em solo degradado do semi-árido brasileiro. In: XV CONGRESSO LATINO AMERICANO DA CIÊNCIA DO SOLO. 2001. Varadero, Cuba(CD- ROM).

ARGLES, G. K. *Anacardium occidentale*- Cashew. In: The propagatio of tropical fruit trees. FAO - CAB, 1976. Pp. 184 - 222 ( *Horticultural Review*, 4 ).

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.

BARROS, L. de M.; PIMENTEL, C.R.M.; CORREA, M.P.F.; MESQUITA,A.L.M. Recomendações técnicas para cultura do cajueiro-anão-precoce. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT. 1993. 65p. il. (EMBRAPA-CNPAT. Circular técnica,1.)

BOUYOUCOS, G. J. A . Recalibration of the hidrometer method for marquing analisis of soil. *Agronomy Journal*, v. 43 , n. 9, p. 437-7, 1951.

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

CARNEIRO, P. T; FERNANDES, P. D.; CHEYI & SOARES F. A. L. Germinação e Crescimento inicial de genótipos de cajueiro anão-precoce em condições de salinidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n. 2, p.199-206, 2002.

CAVALCANTE, L.F. & SILVEIRA, R.I. Importância do fosfogesso como fonte de cálcio, enxofre e na redução de um solo salino- sódico da Paraíba. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 10, Belém, artigo 118, 1983.

CAVALCANTE, R.D. Cultura do caju. In: Curso de especialização em Fruticultura. Recife. Convênio SUDENE/UFRPE.

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.

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. 57 p. (Documentos 54)

DAMACENO, J. H. Informe de drenagem e salinidade nos perímetros irrigados do Departamento de obras contra as secas. Anais da 1ª Reunião sobre salinidade em Áreas Irrigadas. *Anais*. Fortaleza Ceará, 1978. p. 113-123.

DAKER, A. **A água na agricultura**. Manual de Hidráulica agrícola, Irrigação e Drenagem. 5ª ed. São Paulo: Freitas Bastos, 1970. 45p, 3v.

DUQUE, G.; COSTA, M.D.G. da. Políticas hídricas e o meio ambiente: intervenções adequadas. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPB, 5. Maria José lima da Silva(org.). João Pessoa: Ed. Universitária, 1997. 532 p.

DURANG, J.H. **Les sols irrigables - étude pedologique**. 1. Ed. Paris, Press France, 1983.352p.

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.

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.



FIRAKE, N.N.; PAMPATTIWAR K,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.

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, 1982.

FROTA, P. C. E.; PARENTE, J. G. ; COSTA, J. T. A . E MELO, F. I. O . Influência de fatores climáticos nas fenofases do cajueiro. In: **Encontro Nacional da Agroindústria do caju**, 1.E Semana Cearense do caju, 2. Anais... Fortaleza, 1985.

GLEW, D N. & HAMES. Gypsum, dissodium ,pentacalcium sulfate and anhydrite solubilities in concentrated sodium chloride solutions . **Canadian Journal of Chemistry**, Ottawa, v.48, p. 733-738, 1970.

GRAVELAND, D.N. & TOOGOOD, J.A. Gypsum as na 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.

GRUNES, D. L. **Effect of nitrogen on the availability of soil and fertilizer phosphorus to plants**. Adv. Agron.; 11:369-96,1959.

GUPTA, R.K. & ABROL, I.P. Salt-affected soils: their reclamation and manegement for crop production. **Advance in Soil Sciences**, New York, v. 11, p.224-88, 1990.

GUPTA, R.K. & ABROL, I.P. Salt-affected soils: their reclamation and manegement for crop production. **Advance in Soil Sciences**, New York, v. 11, p.266-67, 1990.

GUPTA, R.K. & ABROL, I.P. Salt-affected soils: their reclamation and manegement for crop production. **Advance in Soil Sciences**, New York, v. 11, p.239-41, 1990.

HAAG, P. H. **Nutrição Mineral e Adubação de Frutíferas Tropicais**. Fundação Cargill, Campinas, 1986.

HEBRON, D. **Os problemas de salinização na região Nordeste**. RECIFE: SUDENE, Divisão de Documentação, 1976. 17p.

HOLANDA, J. S.; VITTI, G. Efeito do manejo na química e fertilidade de um solo aluvial salino-sódico. **In: XXII REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS**, 1996. Manaus. **Resumos Expandidos...**Manaus. SBCS, 1996 p. 512.

JONHSON, D.V. **O caju do Nordeste do Brasil**. Departamento de Estudos Econômicos do Nordeste. Banco do Nordeste do Brasil. Fortaleza, 1974. 169p. 69-75.

JUNIOR, R.J.E.; CREMON, C.; MARTINS, G.M. Efeito de doses de Calcário e gesso sobre algumas atributos físicos de um latossolo de Dourados-MS. **XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**. Anais. Londrina, 2001.

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.

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

LIMA, R. R & M. M. TOURINHO. **Várzeas do Rio Pará-Principais Características e Possibilidades Agropecuárias**. Belém. FCAP. 1996.124p.

LIMA, A.C. Estimulantes Químicos na extração da goma de cajueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n. 3, 2001.

LIMA, V. de P. M. S. **Frutíferas: uma opção para o reflorestamento no Nordeste**. Fortaleza, BNB. ETENE, 1984. 95 P.

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.

MALAVOLTA, E., VITTI, G. C., OLIVEIRA, S. A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989, 201p.

MANN, 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).

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

MIANDA, 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 L.*) e de moringa(*Moringa oleifera Lam.*). Lavras, 2000. 186 p. UFLA. (Tese de Doutorado).

OLIVEIRA, H.J. de; ERNANI, R. P. ; AMARANTE, V. T. do. Características químicas das fases sólida e líquida de um solo ácido influenciados pela aplicação de calcário e gesso agrícola. FERTBIO, **Anais**, Santa Maria, 2000.

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.

PARENTE, J. I.G. Estudos Fenológicos do cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) no litoral do Ceará - Brasil, Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1981. 48p.

PEREIRA, E., SILVA, J.F. Efeito de diferentes níveis de gesso na correção de solos salino-sódicos do Perímetro Irrigado de Poço do Cruz. In: **Anais do III Seminário Nacional de Irrigação e Drenagem**. Fortaleza, III: p. 219. 1977.

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.

PIZARRO, F. **Drenage agrícola Y recuperation de suelos salinos**. Madrid: Agrícola Espanola, 1978. 211p.

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

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

RAIJ, B. van.; QUAGGIO, J.A. **Métodos de Análise de Solo para fins de Fertilidade**. **Boletim Técnico 81**, Campinas, Instituto Agrônômico, 1983. 31 p.

RAJAN, S.V.G.; MURTHY, R. S. Physico-chemical properties of some alluvial soil containing higher sodium carbonate in the Indo-Gangetic basin. In: **Symposium on the Reclamation of sodic and soda-saline soil**. Yerevan, 1969.

RAVIROVITH, S.; PORATH, A. **The effect of nutrient of the salt-tolerance of crops**. **Plant and soil**. v.26, p.49-71. 1976.

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, 1983.

RHOADES, J. D. **Quality of water for irrigation.** *Soil Science*, Baltimore, v. 113, n.4, p.277-84, 1972.

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

ROLSTON, D. E.; BIGGAR, J. W.; NIELSEN, D.R. **Effect of salt on Soils.** *California Agriculture*, Berkeley, v.2, p.167-70, 1978.

SANTOS, J. R, G. **Efeito de doses crescentes de fósforo para o cajueiro anão-precoce em fase de muda.** UFPB- CSTR, Patos, 1996(monografia) .

SANTOS, R.V. dos. **Correção de um solo salino sódico e absorção de nutrientes pelo feijoeiro vigna.** Piracicaba, 1995. 120 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição Mineral de Plantas), Universidade de São Paulo.

SANTOS, R. V. dos; HERNANDEZ, F. F. F. **Recuperação de solos afetados por sais.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26, 1997. Campina Grande-PB. *Anais...(capítulo 10)* Campina Grande: SBEA/UFPB. 1997. p. 319.

SHAINBERG, I., LETEY, J. **Response of soil to sodic and saline conditions.** *Hilgardia*, v. 52, p. 1-57, 1984.

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.

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.

SOARES, J. B. **O caju. Aspectos tecnológicos.** Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil,1986. p.133-205.

SOUSA R. P de. **Utilização do gesso agrícola e da matéria orgânica na água de irrigação sobre a melhoria de um solo afetado por sódio trocável.** Areia, 1995. 50p. Dissertação de graduação- Universidade Federal da Paraíba.

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

TANJI, K.K. **Agricultural Salinity Assessment and Management.** American Society of Civil Engineers, Manuals practice No. 71, 1990. 618p.

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

VERMA, S. K.; SHARMA, O.P. **Growth and yield of cotton (*Gossypium hirsutum*) in black alkali soils as influenced by method of gypsum application.** **Indian Journal of Agricultural Science**, v. 70, n. 11, p. 791-793, 2000.

VIÉGAS, R. A., SILVEIRA, J. G. da. LIMA JUNIOR, A. R. de. QUEIROZ, J. E.; FAUSTO, M. J. **Efeitos da salinidade induzida por NaCl sobre o crescimento e acumulação de solutos inorgânicos em plantas jovens de cajueiro.** **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n.2, p. 216-222, 2001.

VITAL, A. F. M. **Efeitos do gesso e do fósforo na disponibilidade de nutrientes e no desenvolvimento inicial do cajueiro em solo salino-sódico.** 2002. 93 p. (Dissertação-Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia.

XIMENES, C. H. M.; FERNÁNDEZ, V. L. B.; OLIVEIRA, V. H. **Relação de Absorção de macronutrientes em mudas de cajueiro anão-precoce.** **FERTBIO, Anais...** Santa Maria, 2000.