



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

**MARIA JOSÉ DE HOLANDA LEITE**

**GESSO E REJEITOS DE MINERAÇÃO NA CORREÇÃO DE UM SOLO SALINO-  
SÓDICO E NO CRESCIMENTO INICIAL DO MARACUJAZEIRO AMARELO  
(*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.)**

Patos – Paraíba

2012

**MARIA JOSÉ DE HOLANDA LEITE**

**GESSO E REJEITOS DE MINERAÇÃO NA CORREÇÃO DE UM SOLO SALINO-SÓDICO E NO CRESCIMENTO INICIAL DO MARACUJAZEIRO AMARELO**  
*(Passiflora edulis Sims. f. flavicarpa Deg.)*

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenheiro Florestal.

**Orientador:** Dr. Rivaldo Vital dos Santos

Patos – Paraíba – Brasil

2012

FICHA CATALOGADA NA BIBLIOTECA SETORIAL DO CSTR /  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CAMPUS DE PATOS - PB

L533g

2012

Leite, Maria José de Holanda

Gesso e rejeitos de mineração na correção de um solo salino-sódico e no crescimento inicial do maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) / Maria José de Holanda Leite - Patos - PB: UFCG/UAEF, 2012.

53p.: il. Color.

Inclui Bibliografia.

Orientador: Rivaldo Vital dos Santos

(Graduação em Engenharia florestal). Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande.

1- Impacto ambiental. 2- Áreas degradadas. 3 – Produção de mudas. 4 – Maracujá. I - Título

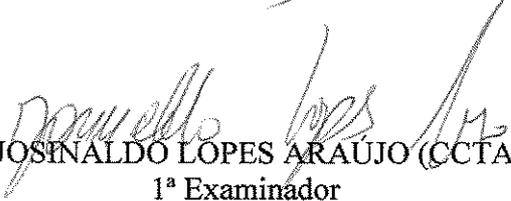
CDU: 504.03

**GESSO E REJEITOS DE MINERAÇÃO NA CORREÇÃO DE UM SOLO SALINO-SÓDICO E NO CRESCIMENTO INICIAL DO MARACUJAZEIRO AMARELO**  
*(Passiflora edulis Sims. f. flavicarpa Deg.)*

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, para a obtenção do Grau de Engenheiro Florestal.

**APROVADA em:** 18/10/12

  
Prof. Prof. Dr. RIVALDO VITAL DOS SANTOS (UAEF/UFCG)  
Orientador

  
Prof. Dr. JOSINALDO LOPES ARAUJO (CCTA/UFCG)  
1ª Examinador

  
Profª. Dra. PATRÍCIA CARNEIRO SOUTO (UAEF/UFCG)  
2ª Examinadora

Dedico este trabalho aos meus pais *Francisco das Chagas Leite de Holanda e Maria Rosilene de Holanda Leite*, e a minha irmã querida *Márcia Juliê Leite de Holanda*, pelo incentivo, cooperação e apoio nos momentos de tristeza e também de alegrias, nesta etapa, em que, com a graça de Deus, está sendo vencida. E aos *gatinhos* que amo tanto, e me fizeram sorrir nos momentos de estresse, *Amorzinho, Menininho, Leãozinho, Atinha, Pretinho e Pêpeto*.

## AGRADECIMENTOS

À Deus em primeiro lugar, pela força que Ele me deu para vencer esta caminhada e por iluminar todos meus passos e pensamentos para que chegar ao fim desta caminhada;

À minha família, que sempre contribuiu para minha educação, especialmente meus pais: *Francisco das Chagas Leite de Holanda* e *Maria Rosilene de Holanda Leite*, à minha irmã: *Márcia Juliête Leite de Holanda*, pela força e incentivo que me ofereceram durante o decorrer do curso e toda a minha vida;

Ao professor *Rivaldo Vital dos Santos*, pela amizade e orientação nesta monografia e em projetos de Pesquisa que foi de grande importância para a minha vida profissional. Aos membros da banca examinadora, Patrícia Carneiro Souto, Josinaldo Lopes de Araújo e Ivonete Alves Bakke, pela disponibilidade da participação e valiosas contribuições;

Ao meu namorado *Artur Diego Vieira Gomes* por toda cumplicidade, companheirismo e incentivo durante quase toda minha caminhada acadêmica;

Em especial aos professores *Maria do Carmo* e *Diércules* pela contribuição e ajuda na minha monografia .... Muito obrigada;

Aos professores *Gilvan* e *Carlão* pela oportunidade de estágios e conselhos, meu muito obrigado;

Aos meus colegas Gírlânio, Rafaela, Lázaro, Rosivânia, Kydyaveline, Talyta, Marlus, Marcelo, Edjane, Alane, Lyane, por estarmos juntos durante toda caminhada acadêmica; *Em especial a turma 2007.2;*

A todos os professores do curso de Engenharia Florestal, por todo o ensinamento; e em especial àqueles com os quais tive mais proximidade os professores: Rivaldo, Elizabeth, Vicente, Joedla, Lúcio, Josuel, Olaf, Carlos, Gilvan, Naelza, enfim todos os professores do CSTR, pela amizade que foi construída durante minha vida acadêmica.

As funcionárias Ednalva e Ivanice pela paciência, enfim a todos os funcionários do campus de Patos-PB;

Aos amigos Yure e Fábio, que me ajudaram durante o período de coleta de dados, viabilizando a execução do trabalho; E a todos àqueles, que por ventura tenha esquecido de citar seus nomes, que contribuíram para a realização deste trabalho e para o término da minha graduação, meus sinceros agradecimentos.

*Meu muito obrigada a todos!*

LEITE, Maria José de Holanda. 2012. **GESSO E REJEITOS DE MINERAÇÃO NA CORREÇÃO DE UM SOLO SALINO-SÓDICO E NO CRESCIMENTO INICIAL DO MARACUJAZEIRO AMARELO (*Passiflora edulis Sims. f. flavicarpa Deg.*)**. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos - PB, 2012. 53 p.

## RESUMO

A degradação dos solos pelo excesso de sais gera problemas ambientais e socioeconômicos. Para a recuperação dessas áreas há a necessidade de aplicação de corretivos. Por outro lado a quantidade de rejeito de mineração causa grande problema ambiental, cujos subprodutos tem potencial para uso como corretivo agrícola. O presente trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito do gesso agrícola e doses de rejeitos de vermiculita e de caulim, sobre os atributos químicos de um solo salino-sódico e o crescimento do maracujazeiro amarelo. O solo foi coletado, em pontos aleatórios, no Perímetro Irrigado de Sumé, na camada 0-30 cm de profundidade. Após seco, destorroado e peneirado o solo foi colocado em vasos com os respectivos tratamentos. O experimento foi arranjado num esquema fatorial 2 x 2 x 5, sendo dois tipos de compostos (rejeito de vermiculita + esterco na proporção 1:1 vv e rejeito de caulim + esterco bovino na proporção 1:1 vv). Presença (100 NG) e ausência de gesso e 5 doses de compostos (0, 15, 30, 45 e 60% v:v) com três repetições, totalizando 60 vasos com capacidade para 9L. Após 20 dias de incubação, sofreram 7 lavagens a cada dois dias, coletando-se a solução eluída para análises de pH, condutividade elétrica (CE) e sódio (Na), após a última lavagem coletou-se amostras de solo para as mesmas análises. Manteve-se duas plantas em cada vaso avaliando-se o comprimento, diâmetro do colo, número de folhas, área foliar e massa seca da parte aérea e massa seca da raiz. Na solução eluída ocorreu redução da concentração de sódio, CE e aumento do pH com a sucessão das lavagens. A análise do solo após as lavagens revelou que o gesso reduziu o pH, aumentou a CE, o composto caulim-esterco aumentou a CE, e as doses dos compostos reduziram a CE e os teores de Na<sup>+</sup>. Na análise vegetal o gesso aumentou a altura, área foliar, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz. O composto vermiculita-esterco aumentou a altura, diâmetro, área foliar, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz e as doses dos compostos aumentaram todas as variáveis estudadas.

**Palavras chave:** Semiárido. Corretivo Químico. Áreas Degradadas.

LEITE, Maria José de Holanda. 2012. **GYPSUM AND MINING WASTE IN THE CORRECTION OF A SALT-SODIC SOIL AND IN THE INITIAL GROWTH OF PASSION FRUIT TREE (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.)**. (Monography) Graduation in Forest Engineering – Federal University of Campina Grande, Rural Health and Technology Center, Patos – PB, 2012. 53 sheets.

### ABSTRACT

Soil degradation by excess of salts generates environmental and socioeconomic problems. To recover of these areas there is a need to apply correctives. On the other hand the amount of mining waste causes big environmental problems, whose waste products can to be used as agricultural lime. This study aimed to evaluate the effect of the agricultural gypsum and vermiculite tailings and kaolin rejects doses on the chemical attributes of a saline-sodic soil and the growing the passion fruit tree. Soil samples were collected at random points in the Irrigated Perimeter of Sumé in the layer between 0-30 cm deep. After being dried, sieved and crumblrd, the soils were placed in pots with their treatments. The experiment was arranged in a factorial 2 x 2 x 5, two types of compounds (vermiculite tailings +manure in the ratio 1:1 and kaolin waste + cattle manure in the ratio 1:1 vv). Presence (100 NG) and absence of gypsum and 5 doses of compounds (0, 15, 30, 45 and 60% v: v) with three replications, totaling 60 vessels with a capacity of 9L. After 20 days of incubation, they had 7 washes every two days, collecting the eluted solution for pH analysis, electrical conductivity (EC) and sodium (Na) after the last wash soil samples were collected for the same analyzes. We kept two plants in each pot evaluating the length, diameter, number of leaves, leaf area and dry weight of shoot and root dry mass. There were reduced concentrations of sodium in eluted solution, EC and pH increase with the succession of washes. The soil analysis revealed that after washing the gypsum reduced pH, increased the EC, the compound kaolin-manure increased the EC, and the doses of the compounds reduced the EC and Na +. In plant analysis the gypsum increased plant height, leaf area, dry weight of shoot and root dry mass. The vermiculite-compost manure increased height, diameter, leaf area, dry weight of shoot and root dry mass and increased doses of the all variables that were studied.

**Keywords:** Semiárid. Chemical Corrective. Degraded Areas.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Coleta de solo.....	24
<b>Figura 2</b> – Visão geral da área de coleta do solo.....	25
<b>Figura 3</b> – Pátio de rejeito de vermiculita (A), pátio de rejeito de caulim na área de caatinga (B).....	25
<b>Figura 4</b> – Visão geral das amostras da solução eluída: Primeira coleta (A), coleta final (B) .....	27
<b>Figura 5</b> – Local da área experimental .....	28
<b>Figura 6</b> – Variação do pH ao longo das lavagens: ausência de gesso nos compostos vermiculita-esterco (A) e caulim-esterco (B), presença de gesso nos compostos vermiculita-esterco (C) e caulim-esterco (D).....	29
<b>Figura 7</b> – Variação da condutividade elétrica ao longo das lavagens: ausência de gesso nos compostos vermiculita-esterco (A) e caulim-esterco (B), presença de gesso nos compostos vermiculita-esterco (C) e caulim-esterco (D) .....	30
<b>Figura 8</b> – Variação do sódio ao longo das lavagens: ausência de gesso nos compostos vermiculita-esterco (A) e caulim-esterco (B), presença de gesso nos compostos vermiculita-esterco (C) e caulim-esterco (D).....	31
<b>Figura 9</b> – Concentração de sódio na solução eluída do solo na primeira e sétima lavagem: ausência de gesso nos compostos vermiculita-esterco (A) e caulim-esterco (B), presença de gesso nos compostos vermiculita-esterco (C) e caulim-esterco (D) .....	32
<b>Figura 10</b> – Concentração da condutividade elétrica na solução eluída do solo na primeira e sétima lavagem: ausência de gesso nos compostos vermiculita-esterco (A) e caulim-esterco (B), presença de gesso nos compostos vermiculita-esterco (C) e caulim-esterco (D) .....	33
<b>Figura 11</b> – Variação do pH no solo nas diferentes doses de compostos.....	35
<b>Figura 12</b> – Variação da condutividade elétrica nas várias doses de compostos .....	36
<b>Figura 13</b> – Teores de sódio nas diferentes doses de compostos .....	36
<b>Figura 14</b> – Variáveis do maracujazeiro no solo em função das doses de compostos no final do experimento: Comprimento (A); diâmetro do coleto (B); número de folhas (C), área foliar (D), massa seca da parte aérea (E) e massa seca da raiz (F).....	39

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Atributos químicos das amostras de solo e rejeitos empregados no experimento.	26
<b>Tabela 2</b> – Valores de pH, CE e teores de Na no solo em função da aplicação de gesso .....	34
<b>Tabela 3</b> – Valores de pH, CE e Na do solo em função dos tipos de compostos .....	35
<b>Tabela 4</b> – Avaliação do maracujazeiro em função da aplicação de gesso no final do experimento .....	37
<b>Tabela 5</b> – Avaliação das plantas de maracujazeiro no final do experimento, em função dos tipos de compostos .....	38

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
2.1 Origem e classificação dos solos afetados por sais .....	14
2.2 Fatores de salinização e efeitos dos sais sobre o solo .....	15
2.3 Efeito dos sais sobre as plantas .....	16
2.4 Tolerância do maracujazeiro á salinidade .....	17
2.5 Uso de corretivos em solos salinizados .....	18
2.5.1 Gesso agrícola .....	19
2.5.2 Matéria orgânica .....	20
2.5.3 Rejeitos de mineração.....	21
2.5.3.1 Caulim .....	22
2.5.3.2 Vermiculita .....	22
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	24
3.1 Localização da área experimental.....	24
3.2 Coleta do solo e dos rejeitos de mineração.....	24
3.3 Caracterização dos solos e dos rejeitos de mineração .....	26
3.4 Tratamentos .....	26
3.5 Instalação e Condução do experimento .....	27
3.6 Variáveis analisadas .....	28
3.7 Análise Estatística .....	28
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	29
4.1 Efeito das lavagens sobre a solução eluída do solo .....	29
4.1.1 pH .....	29
4.1.1.2 Condutividade Elétrica (CE) .....	29
4.1.1.3 Sódio (Na) .....	30
4.2 Efeito das solução eluída em função da doses de compostos.....	31
4.2.1 Sódio.....	31
4.2.1.2 Condutividade elétrica.....	32
4.3 Atributos do solo após as lavagens.....	33
4.3.1 Efeito do gesso .....	33
4.3.1.1 pH .....	33
4.3.1.1.2 Condutividade elétrica (CE) .....	34
4.3.2 Efeito dos tipos de compostos .....	35
4.4 Efeitos das doses de compostos.....	35
4.4.1 pH .....	35
4.4.1.2 Condutividade Elétrica (CE) .....	36
4.4.1.3 Sódio.....	36
4.5 Efeito dos tratamentos sobre o crescimento e produção de matéria seca.....	37

4.5.1 Efeito do Gesso.....	37
4.5.1.2 Efeito dos Compostos.....	37
4.5.1.3 Doses de compostos .....	38
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>41</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As regiões áridas e semiáridas são caracterizadas por altas temperaturas, baixas precipitações e elevados índices de evaporação. Devido à irregularidade das chuvas nestas regiões, surge a necessidade do uso de irrigação reduzindo os prejuízos à agricultura. Na falta de orientação técnica, os pequenos agricultores se deparam com alguns problemas de salinização nos solos, provocando diminuições consideráveis na produção agrícola, o que proporciona o abandono de lotes.

No Brasil as áreas salinas localizam-se na região Nordeste ou mais especificamente nos perímetros irrigados, encontrados no Polígono das Secas e perfazem 57% da área total da região semiárida (RIBEIRO et al., 2003). São vários os perímetros irrigados no Nordeste: Morada Nova-CE, Lima Campos-CE, Moxotó-PE, Curu Paraipiacaba-CE, São Gonçalo-PB, Sumé-PB e Capoeira-PB.

Os solos com problemas de salinidade são caracterizados por profunda heterogeneidade, apresentando manchas desnudas e propriedades químicas e físicas desfavoráveis às plantas, especialmente os solos sódicos, que apresentam, normalmente, reação alcalina, com valores de pH superiores a 8,5 e elevada concentração de cátions de sódio adsorvido no complexo trocável, resultando em solo impermeável. Nos solos salinos os sais acumulam-se rapidamente na superfície do solo, promovendo expressivo aumento da condutividade elétrica, devido à concentração excessiva de sais solúveis. Sob essas condições as plantas são prejudicadas, tendo que se adaptar osmoticamente, devido alteração do sistema fisiológico em consequência do acúmulo excessivo de íons em seus tecidos.

A presença de solos com excesso de sais nos perímetros irrigados é uma realidade na região semiárida. Fato que pode ser atribuído a utilização de água com altos índices de salinidade, adubações incorretas e elevadas taxas de evaporação. Para amenizar os danos causados pelos sais, algumas técnicas podem ser adotadas tais como: aplicação de gesso agrícola que reage quimicamente com os íons, favorecendo sua lixiviação para camadas mais profundas do solo, o emprego de cultivares mais resistente aos sais e a utilização de materiais mais grosseiros que aumentam a porosidade do solo, favorecendo a drenagem. Outros subprodutos como os rejeitos de caulim e vermiculita, mostram-se promissores, além de apresentarem baixo valor comercial e possuírem características favoráveis as espécies vegetais.

As mineradoras dos países desenvolvidos e subdesenvolvidos descartam o material de rejeito de suas matérias primas nas proximidades de suas indústrias, muitas vezes permitindo

que seja carreado para rios, açudes e lagos, causando grande impacto ambiental em áreas adjacentes. Isto acontece frequentemente devido à desvantagem econômica no reaproveitamento do rejeito da matéria prima pelos custos adicionais com o seu transporte.

A exploração de minérios, apesar de sua expressão econômica, provoca, a princípio, impactos ambientais negativos na fauna e flora local, devido à retirada da cobertura vegetal. Durante o processo de extração, a paisagem é deformada resultando em crateras e túneis que deformam o solo e a paisagem. No beneficiamento há produção de rejeitos de partículas sólidas, águas residuárias, fumaças e subprodutos que degradam o ambiente e o solo. É comum no semiárido a remoção da camada superficial do solo destinada a olarias, caieiras e matéria-prima para construção civil.

O maracujazeiro-amarelo apresenta elevada sensibilidade à ação dos sais. Entretanto, algumas pesquisas têm demonstrado que, apesar da salinidade provocar reflexos negativos no crescimento, na capacidade produtiva da cultura e na qualidade dos frutos (SOARES et al., 2008; CAVALCANTE et al., 2009), a utilização de fertilizantes orgânicos, como o biofertilizante bovino e rejeitos de mineração, pode amenizar os efeitos da salinidade da água de irrigação, resultando em maior desenvolvimento das mudas e produção das plantas (SOUZA et al., 2008).

Algumas pesquisas têm apresentado bons resultados acerca da utilização de rejeitos de mineração como constituinte de substratos para emergência e produção de mudas de várias espécies vegetais, dentre as quais se podem destacar *Carica papaya* L. (ALENCAR, 2004); *Moringa oleifera* Lam. (ALVES, 2005); *Jatropha curcas* L. (TRAJANO et al., 2010); *Cnidocolus quercifolius* Pohl. (FARIAS JÚNIOR, 2011) e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (RODRIGUES, 2011).

Apesar de já existirem pesquisas nesse sentido, o presente trabalho busca novas alternativas na recuperação desses solos afetados por sais e, ao mesmo tempo, dá um destino adequado à grande quantidade de rejeitos acumulados nos pátios das mineradoras da região. O aproveitamento dos rejeitos de vermiculita e de caulim reduzirá o impacto ambiental causado pelo decapeamento dos solos, os custos de produção de mudas e a quantidade de rejeitos expostos nas áreas de Caatinga.

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito do gesso agrícola e doses de rejeitos de vermiculita e de caulim, sobre os atributos químicos de um solo salino-sódico e o crescimento do maracujazeiro amarelo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Origem e classificação dos solos afetados por sais

Os solos afetados por sais, também conhecidos por solos halomórficos ou solos salinos e sódicos, são solos desenvolvidos em condições imperfeitas de drenagem, que se caracterizam pela presença dos sais solúveis, sódio trocável ou ambos, em horizontes ou camadas próximas à superfície (RIBEIRO, 2010).

Segundo o mesmo autor na classificação Americana de 1938, os solos halomórficos foram incluídos na ordem dos solos Intrazonais, aqueles que refletiam na sua formação a influência dominante de um fator local, no caso o excesso de sais solúveis. Estão relacionados, portanto, com condições imperfeitas de drenagem, em regiões áridas ou semiáridas, onde a baixa precipitação pluvial, a presença de camadas impermeáveis e a elevada evapotranspiração contribuem para o aumento das concentrações de sais solúveis na solução do solo (salinidade) e/ou o aumento da percentagem de sódio trocável (sodicidade), interferindo no desenvolvimento normal das plantas.

Os efeitos prejudiciais da salinidade e da sodicidade no crescimento das plantas são conhecidos pelo homem a mais de 2100 anos, quando os sais foram, inclusive, usados como instrumento de guerra pelos Romanos que, após sua vitória sobre os Cartagineses, incorporaram cloreto de sódio nos solos dos arredores da destruída cidade de Cartago, com o intuito de torná-los improdutivos e impedir o ressurgimento da cidade (BRADY; WEIL, 2008).

No Brasil o sistema utilizado para a classificação de solos afetados por sais é baseado nas características propostas por Richards (1954), de acordo com os atributos presentes na Condutividade Elétrica do extrato de saturação (CE) e Percentagem de Sódio Trocável (PST) conforme a classificação de solos afetados por sais: Normal ( $CE < 4 \text{ dSm}^{-1}$  e  $PST < 15\%$ ) Salino ( $CE > 4 \text{ dSm}^{-1}$  e  $PST < 15\%$ ), Salino-sódico ( $CE > 4 \text{ dSm}^{-1}$  e  $PST > 15\%$ ), e Sódico ( $CE < 4 \text{ dSm}^{-1}$  e  $PST > 15\%$ ).

Segundo Raij (1991), existem diversas medidas de laboratórios são usadas para avaliar a salinidade e sodicidade do solo, sendo as mais importantes a CE e a PST. Para avaliar o risco de sodificação do solo pelo uso da água de irrigação, utiliza-se outro índice chamado de Relação de Adsorção de Sódio (RAS).

Para Cavalcante (1980), um diagnóstico para ser criterioso deve conter o máximo de informações do solo e das amostras coletadas, para análises físicas (textura, infiltração,

permeabilidade, condições de drenagem natural e artificial) e químicas (dados do complexo sortivo e dos obtidos no extrato de saturação como condutividade elétrica, pH, teores de  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $SO_4^-$ ,  $CO_3^-$ ,  $HCO_3^-$ ,  $Cl^-$ , RAS e PST).

Os solos com altos teores de sódio no complexo de troca apresentaram condições físicas desfavoráveis que decorrem da dispersão dos colóides e da degradação da estrutura. Estes fenômenos reduzem a permeabilidade do solo à água e ao ar. Em razão dos problemas dos sais, os solos podem ser classificados como salinos e salino-sódicos e sódicos (TAVARES FILHO (2010). A salinidade refere-se à concentração de sais solúveis do solo e aos aspectos tóxicos e osmóticos dos nutrientes, relacionados com a nutrição mineral das plantas. A alcalinidade relaciona-se mais à ação dos sais sobre os solos, que promovem a alteração da estrutura, diminuição da infiltração de água, da condutividade hidráulica e da aeração, além de concentrar o solo em sódio trocável, carbonato e bicarbonato (CAVALCANTE et al. 2000).

Para Silveira et al. (2008), os solos que apresentam altas concentrações de sais solúveis e altos teores de sódio trocável são chamados de solos salino-sódicos. Para as condições do Nordeste brasileiro estes solos possuem CE do extrato de saturação  $> 4 \text{ dS m}^{-1}$ , PST  $> 15\%$  e pH raramente  $> 8,5$ . Geralmente na correção desses solos o uso de corretivos minerais como o gesso associados à lixiviação tem efeitos benéficos (BARROS et al., 2005).

## **2.2 Fatores de salinização e efeitos dos sais sobre o solo**

Para Araújo (2009), é frequente o surgimento de solos salinizados nas regiões áridas e semiáridas, em razão das altas temperaturas e baixo índice de precipitação.

Segundo o mesmo autor, isso pode ocorrer também em função da não eficiência no uso da água na irrigação associados à mineralogia do solo, ocorrendo principalmente em áreas que apresentam algumas restrições para a produção agrícola no mundo inteiro e em especial na região do Nordeste brasileiro.

Assim como outras características químicas e físicas, os sais presentes no solo e na água são fatores muito variáveis tanto no espaço, quanto no tempo. Os fatores mais diretamente responsáveis por esta salinidade são: a natureza química dos solos, as interações com outros fatores, aumentando na perda de permeabilidade, elevação do nível do lençol freático e as variáveis climáticas, como pluviosidade, irregularidade de distribuição das chuvas, além das perdas hídricas por evaporação e evapotranspiração (ARAÚJO, 2009).

Os solos que apresentam grandes quantidades de sódio trocável não dispõem de condições favoráveis para agricultura, devido aos efeitos presentes nas propriedades do solo, como por exemplo, solo menos permeável, o que dificulta a infiltração da água e conseqüentemente a produção agrícola (SANTOS et al., 2010).

O principal problema de áreas com solos salinizados e salinização secundária, estão mais visíveis no Nordeste do semiárido, em que observa-se maior quantidade de áreas irrigadas, principalmente nos perímetros irrigados, sobretudo aqueles que usam o sistema de inundação, pois proporciona elevação do lençol freático (OLIVEIRA, 1997).

### **2.3 Efeito dos sais sobre as plantas**

Os mecanismos fisiológicos primários das plantas que promovem redução no crescimento submetidas ao estresse salino se manifestam, inicialmente, em escala de horas ou dias, resultantes dos efeitos osmóticos dos sais presentes no solo, que ocasionam estresse hídrico. Posteriormente, após semanas ou meses de exposição ao estresse salino, os declínios na atividade meristemática e no alongamento celular decorrem quando os sais absorvidos se acumulam nos diferentes tecidos vegetais, provocando desequilíbrio nutricional, toxicidade iônica e conseqüentes distúrbios funcionais e injúrias no metabolismo das plantas (MUNNS; TESTER, 2008).

Os efeitos negativos dos sais nas plantas também estão associados ao desbalanço nutricional em decorrência da redução da disponibilidade de  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  pela alta concentração de  $Na^+$  no solo ou na água de irrigação; à toxidez por elevado teor de íons como o  $Na^+$ ,  $Cl^-$  ou  $SO_4^{2-}$  nas plantas, com prejuízos nas funções dos sistemas enzimáticos e síntese proteica. Essas inconveniências interferem na estrutura, na função de enzimas ou do  $K^+$  e no efeito osmótico, restringindo a absorção de água pelas raízes, sob baixo potencial hídrico da solução do solo, resultando em diminuição na turgescência celular, abertura estomática e assimilação líquida de  $CO_2$  (FREIRE, 2011).

Algumas frutíferas produzem rendimentos aceitáveis sob condições salinas, em virtude da melhor adaptação osmótica, com maior capacidade de absorção de água, mesmo em ambientes com potenciais osmóticos muito baixos (FLOWERS, 2004). Conforme Silveira et al. (2010), os primeiros efeitos causados pelo excesso de sais às plantas são de natureza biofísica, destacando-se os efeitos osmóticos com restrições ao transporte de água no interior das células vegetais.

## 2.4 Tolerância do maracujazeiro á salinidade

A classificação do maracujazeiro amarelo como planta sensível à salinidade, conforme Ayers; Westcot (1999) diverge das informações obtidas na literatura. Esses autores afirmaram que, por apresentar sensibilidade à salinidade, deveria ocorrer declínio produtivo da cultura quando a condutividade elétrica do ambiente radicular das plantas atingisse valores superiores a  $1,3 \text{ dS m}^{-1}$ . No entanto, Cavalcante et al. (2002a), após irrigação com água de salinidade de 0,5, 1,5 e  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ , Soares et al. (2002), com águas de 1,0 a  $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ , e Macedo (2006), com água de  $3,6 \text{ dS m}^{-1}$ , concluíram que a cultura se comporta como moderadamente tolerante aos sais. Constataram, também, que os efeitos da salinidade da água às plantas se intensificam com a idade, onde, aos 32 e 77 dias, após a germinação, os níveis limiares foram de  $5,61$  e  $2,73 \text{ dS m}^{-1}$ , respectivamente.

Em estudos relacionados aos efeitos da salinidade da água de irrigação aos níveis de 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,5 e  $6,0 \text{ dS m}^{-1}$  em substratos com 0,34 e  $1,41 \text{ dm}^3$  de volume sobre a germinação de sementes e algumas variáveis de crescimento inicial do maracujazeiro amarelo, Cavalcante et al. (2002b) concluíram que a salinidade da água inibe a germinação das sementes, o crescimento e desenvolvimento das plantas, principalmente em substratos de menor volume. Verificaram que os efeitos da salinidade foram mais agressivos sobre o crescimento em altura, diâmetro do caule, área foliar e biomassa das plantas que na germinação das sementes e que a irrigação com águas de salinidade superior a  $1,0 \text{ dS m}^{-1}$  não possibilitam a produção de mudas com qualidade para cultivo.

Na avaliação de efeitos da salinidade da água nos níveis de 0,75; 2,5; 4,5 e  $6,0 \text{ dS m}^{-1}$  sobre a germinação de sementes de maracujazeiro amarelo, Meza et al. (2007) verificaram 79% de germinação nos tratamentos com água de mais baixa salinidade, contrariamente ao observado nos tratamentos com água de teor salino mais elevado, que apresentaram a menor taxa de germinação (49%).

Para Freire et al. (2003) e Gonçalves (2010), os sais em excesso no solo, na água de irrigação ou na solução nutritiva, prejudicam o comportamento germinativo, vegetativo e produtivo das plantas, pela ação dos efeitos diretos sobre o potencial osmótico e dos íons potencialmente tóxicos na solução do solo. Quanto maior concentração de sais no solo, maior será o esforço que a planta terá que fazer para absorver a água. Assim, sob esta condição à medida que a planta cresce aumenta a concentração de sais na região da zona radicular das culturas.

Algumas culturas produzem rendimentos aceitáveis a níveis altos de salinidade enquanto outras são sensíveis a níveis relativamente baixos. Esta diferença se deve à melhor capacidade de adaptação osmótica que algumas culturas têm o que permite absorver maior quantidade de água mesmo em condições elevada de salinidade (OLIVEIRA, 2001).

Irrigações de mudas de maracujazeiro amarelo com águas salinas de condutividade elétrica variando de 0,4 a 8,0 dS m<sup>-1</sup> prejudicam o crescimento radicular das plantas (CAVALCANTE et al., 2002b; SOARES et al., 2008). Cavalcante et al. (2009) avaliaram os efeitos da salinidade da água de irrigação entre 0,4 e 4,0 dS m<sup>-1</sup> sobre o crescimento inicial do maracujazeiro amarelo e concluíram que o aumento da concentração de sais da água elevou expressivamente o caráter salino do substrato, refletindo-se na redução do diâmetro caulinar, área foliar e produção de biomassa de raízes. Por outro lado, Andrade (1998) não constatou efeito significativo da salinidade da água no diâmetro caulinar, número de dias para podar a haste principal e ramos secundários das plantas de maracujazeiro amarelo cultivadas em condições de campo, após irrigação com águas salinas de até 2,5 dS m<sup>-1</sup> de condutividade elétrica. Soares et al. (2008) verificaram que a irrigação suplementar durante 100 dias, na fase final do ciclo da cultura, com água de salinidade de 5,0 dS m<sup>-1</sup>, não reduziu o diâmetro caulinar, número de dias para efetivar a poda da haste principal e ramos secundários, número de frutos, peso médio dos frutos e produção total do maracujazeiro amarelo.

Com relação a qualidade da produção, Costa et al. (2001) constataram que o elevado nível de salinidade da água utilizado na irrigação do maracujazeiro amarelo (3,2 dS m<sup>-1</sup>) não resultou em perdas de qualidade de frutos, com valores de rendimento em polpa, teor de sólidos solúveis, acidez total titulável e conteúdo de vitamina C total semelhantes ou superiores aos de plantas irrigadas com água de baixa salinidade. Semelhantemente, na avaliação das características físicas e químicas de frutos dessa passiflorácea irrigada com água de 0,5 a 2,5 dS m<sup>-1</sup>, Cavalcante et al. (2003) observaram que o aumento da salinidade da água não interferiu negativamente sobre as características qualitativas dos frutos.

## **2.5 Uso de corretivos em solos salinizados**

A correção de solos afetados por sais tem como objetivo principal a redução da concentração dos sais solúveis e do sódio trocável no perfil do solo a um nível não prejudicial ao desenvolvimento das culturas. A diminuição do teor de sódio trocável envolve o seu deslocamento do complexo de troca pelo cálcio antes do processo de lixiviação (BARROS, 2001).

Por apresentar baixo custo e relativa abundância, pois é encontrado em várias partes do mundo, o gesso é o corretivo mais utilizado na correção de solos sódicos e salino-sódicos. O corretivo é fonte de cálcio responsável pelo deslocamento do sódio trocável, e de íon sulfato, que neutraliza o sódio da solução, originando o sulfato de sódio decahidratado ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) que é mais facilmente lixiviado (SANTOS; HERNANDEZ, 1997).

Segundo Pizarro (1985) para correção de solos salinos a lixiviação de sais pode ser feita de duas maneiras: Lavagem contínua - a água é adicionada a ponto de cobrir a superfície do solo com uma lâmina de 10 cm de altura pela adição frequente de água. Esse método permite que os sais sejam removidos mais rapidamente e que o cultivo seja feito mais cedo. Este tipo de lavagem é recomendado para solos de boa permeabilidade, lençol freático profundo e alta taxa de evaporação. Lavagem intermitente - essa prática é mais recomendada para solos com reduzida capacidade drenagem, lençol freático elevado e água subterrânea de baixa salinidade. Deve ser aplicada nos períodos de baixa taxa de evaporação.

### **2.5.1 Gesso agrícola**

Os solos salino-sódicos e sódicos por serem ricos em sódio trocável, não podem ser recuperados apenas com a lavagem. Nesses solos há necessidade da aplicação de um corretivo químico, de preferência à base de cálcio, que através das reações disponibilize este cátion (Ca), com a finalidade de substituir o sódio do complexo de troca e transferi-lo para a solução do solo (VITAL et al., 2005).

Segundo os mesmos autores, a recuperação dos solos sódicos e salino-sódicos tem como finalidade convertê-los em solos salinos e em seguida, em solos não salinos, isto é, que não ofereçam riscos de sais ao ponto de prejudicar severamente a germinação das sementes, o crescimento e a produção das plantas cultivadas. Trabalho dessa natureza foi conduzido por Melo et al. (2008).

O gesso de jazidas é um minério que ocorre abundantemente em todo o mundo e quando moído sua solubilidade é cerca de  $2,04\text{g L}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$ . Usualmente, ocorre como a forma dihidratada ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), embora a semi-hidratada ( $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ ) e a anidra ( $\text{CaSO}_4$ ), sejam encontrados naturalmente. No Brasil, o gesso é encontrado na Chapada do Araripe, na divisa dos estados do Ceará e Pernambuco. Os depósitos de gesso podem apresentar impurezas de carbonatos de cálcio e magnésio, sais de sulfato, assim como óxidos de cálcio, magnésio e ferro (TAVARES FILHO, 2010).

Barros et al. (2006), trabalhando com solos salino-sódicos do Nordeste do Brasil, relatam que a aplicação de gesso corrigiu a PST para valores menores que 15% para todos os solos estudados. Estes resultados corroboram com os obtidos por Ahamed et al. (1997), em trabalhos com solo salino-sódico em colunas de solo, nos quais observaram que a aplicação de gesso teve influência significativa na redução da PST do solo, removendo 96% do sódio trocável do complexo de troca.

Vital (2002) conseguiu melhorias significativas no PST e pH de um solo salinosódico, após aplicação de gesso. A mesma autora verificou que o gesso exerceu efeito positivo sobre a disponibilidade de nutrientes e no crescimento inicial do cajueiro Anão precoce em solo salino-sódico. Observou também que o corretivo acelerou o aumento de cálcio, de fósforo do solo, reduziu a percentagem de sódio trocável (PST) e o pH do extrato de saturação do solo.

Holanda; Amorim (2007) verificaram que 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.

O gesso agrícola, independente de incorporado ou aplicado na superfície, diminuiu a força de retenção de água, aumentou a macroporosidade e a dinâmica da água no solo. Entretanto, os resultados mais expressivos corresponderam aos tratamentos com o gesso incorporado na dose de 75% da necessidade de gesso do solo (MORAIS et al., 1997).

Sousa (1995) utilizou gesso agrícola e matéria orgânica na água de irrigação sobre a melhoria de um solo afetado por sódio trocável, o gesso e a matéria orgânica resultaram na melhoria da condutividade hidráulica, reduziu a condutividade elétrica e os teores de sódio do extrato de saturação.

### **2.5.2 Matéria orgânica**

A matéria orgânica exerce ação de condicionador físico e contribui para a melhoria química e biológica dos solos (BAYER; MIELNICZUK, 1999). Entretanto, por ser qualitativamente o mais completo dos insumos, quantidades elevadas podem incrementar consideravelmente o conteúdo salino do solo ou do substrato, prejudicando a germinação das sementes, o crescimento das mudas e o rendimento das plantas (MIGUEL et al., 1998; SÁ, 1999).

Carvalho (1999), Pereira (2000) e Lima et al. (2001) constataram também que a adição de matéria orgânica oriunda do esterco bovino, em proporção superior a 15 %, elevou a salinidade dos substratos para níveis superiores a 4 e 5 dS m<sup>-1</sup> prejudicando a germinação das sementes e a qualidade das mudas de gravioleira, goiabeira e pinheira respectivamente.

Adição de esterco, resíduos de colheitas e resíduos industriais orgânicos no solo, melhora diversos aspectos de um solo degradado por sais e sódio, como por exemplo a estrutura e a infiltrabilidade de água no solo (SANTOS; HERNANDEZ, 1997).

Para Nunes (2008), a adição de esterco bovino, e resíduos orgânicos do solo, melhoram vários aspectos de um solo afetado por sais e sódio degradado, como exemplo a estrutura e a infiltração de água no solo e que o uso do gesso em combinação com matéria orgânica melhora a condutividade hidráulica dos solos degradados por sódio.

### **2.5.3 Rejeitos de mineração**

Para Pereira et al. (2008), a mineração causa vários danos ao meio ambiente, o que relaciona-se com a forma inadequada de descarte dos rejeitos e resíduos oriundos da lavra, que acaba afetando a superfície do terreno, degradando o solo e comprometendo sua paisagem. A grande quantidade de rejeitos das mineradoras podem causar diversos problemas para os produtores rurais da região. A quantidade de argila produzida a partir do processo de lavra ou mineração provoca a degradação física, na maioria das vezes de forma drástica, podendo causar grande impacto visual, alterações na topografia, erosão do solo, assoreamento de drenagens, dentre outros.

As diversas atividades de mineração, talvez a extração de Rochas e Minerais Industriais, seja uma das operações que mais prejudica o meio ambiente, e em muitos casos de forma irreversível, pois a quantidade de resíduos gerados quase sempre é muito grande, isso acaba agredindo bastante o meio ambiente, alterando as características ecológicas e prejudicando a fauna e a flora do local (Perez, 2001).

Segundo o mesmo autor, além dos danos que podem causar pelo volume de resíduos gerado, é preciso considerar outras características ambientais negativas decorrentes das explorações minerais: a primeira é que a localização das pedreiras e minas tem de ser feita no lugar onde existe o jazimento, o que não ocorre com outros tipos de indústrias; este fato pode causar danos ecológicos ou paisagísticos.

A segunda é que a mineração é sempre agressiva ao meio em que se situa; os enormes volumes que são necessários tratar formam sinais visíveis na superfície terrestre difíceis de

ocultar, afetando a fauna e a flora, e o clima, pelas explosões, poeira e contaminação química por compostos de tratamento, piorando a qualidade de vida dos habitantes mais próximos, entre os quais se encontram os próprios mineiros.

A terceira característica está ligada à produção de resíduos que tem a ver com a possível contaminação de leitos fluviais e de aquíferos e a possibilidade, portanto, de transferir o dano para lugares afastados da própria mina.

### **2.5.3.1 Caulim**

Segundo Pereira et al. (2008), o caulim é utilizado para diversos fins, como para a produção de cerâmicas, porcelanas, tintas, alimentos, cosméticos entre outros.

Apesar de a exploração de caulim ter grande importância sócioeconômica, apresenta elevado índices de poluição, já que 70% da matéria-prima empregada no beneficiamento é descartada no meio ambiente na forma de rejeito, o que resulta em grande impactos ambientais, sobre o solo, os mananciais de água, a vegetação e um grande impacto visual (ROLIM, 2003). Durante seu processamento, ocorre produção de rejeitos líquidos, que são lançados nos rios, e sólidos, geralmente aterrados (PEREIRA et al., 2008).

A exploração industrial do minério caulim, apesar de sua importância econômica, tem demonstrado um grande potencial poluidor, uma vez que em média 70% da matéria-prima empregada no beneficiamento é descartada no ambiente, na forma de rejeito, resultando em impactos ambientais generalizados sobre o solo, o ar, os mananciais hídricos, a vegetação e a paisagem (ROLIM, 2003).

Para Feitosa et al. (2007), a utilização agrícola desse rejeito na composição de substratos parece ser uma alternativa ecologicamente correta para o seu aproveitamento racional, o que pode contribuir para minimizar os impactos ambientais provocados pelo mau emprego dos rejeitos desse mineral.

### **2.5.3.2 Vermiculita**

Conforme Silva; Valdiviezo (2009), a vermiculita é um mineral que pertence ao grupo das micas e forma um silicato hidratado de magnésio, ferro e alumínio. A extração do mineral, no estado da Paraíba, realizado na mineradora do Sítio Serrote Branco, localizado no município de Santa Luzia – PB.

Segundo o mesmo autor a vermiculita na sua forma natural é fonte de Ca, K e Mg para as plantas no período de estiagem, constituindo-se, também, em ótimo condicionador de solos ácidos e argilosos. Na construção civil, é amplamente utilizado como isolante térmico acústico redutor de peso de estruturas de concreto, produção de tijolos refratários, blocos e placas de cimento resistentes a altas temperaturas, proteção de estruturas de aço contra altas temperaturas e como enchimento para isolamento térmico em construções (ANDRADE; OLIVEIRA; GÓES 2001).

No Brasil há depósitos e jazidas de vermiculita no estado da Paraíba, Goiás e Piauí. Os minérios brasileiros não contêm asbestos, o que confere aos concentrados de vermiculita maior valor agregado, além de favorecer o melhor aproveitamento econômico do bem mineral. Uma aplicação atrativa para a vermiculita é como material adsorvente/absorvente, devido às propriedades de troca iônica que possui semelhante a algumas argilas e zeólitas, podendo ser utilizada em processos de remoção de contaminantes orgânicos e na purificação de águas residuais contendo sais dissolvidos (FRANÇA; LUZ, 2002; OLIVEIRA; UGARTE, 2004).

Para Trajano (2010), a vermiculita apresenta um grande valor comercial, porém, a prática extrativista tem acarretado um grande número de rejeito na natureza no entorno das mineradoras, pois há poucos estudos sobre o aproveitamento do rejeito produzidos pelas mineradoras, acumulando-se assim o material que poderia ter uma utilidade.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização da área experimental

A pesquisa foi desenvolvida no período de agosto a maio de 2011, em experimento conduzido em telado no Centro de Saúde e Tecnologia Rural, UFCG campus de Patos – PB, cuja altitude é de 242 m com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 7° 13'08"S, longitude 35° 54'05" N. Localizado na região semiárida do Estado da Paraíba.

#### 3.2 Coleta do solo e dos rejeitos de mineração

O solo utilizado no experimento foi coletado em lote salinizado na camada de 0–30 cm de profundidade no Perímetro Irrigado de Sumé – PB (Figura 1).

**Figura 1** – Coleta de solo



Fonte – Leite (2010)

O solo predominante nesta área é o NEOSSOLO FLÚVICO (EMBRAPA, 2006) considerado apto para a prática da irrigação. O município está localizado na região central do Estado da Paraíba, na zona denominada de Sertão dos Currais Velhos. Nesta região predomina o clima semiárido, caracterizado por uma precipitação média anual abaixo de 500 mm, temperaturas elevadas e alta evaporação. A área do perímetro é de aproximadamente 273,65 ha, apresentando topografia plana, com ligeiros desníveis, e chuvas que abrange os meses de janeiro a maio (CHAVES, 2007).

Na área de coleta de solo predominava uma espécie conhecida como melosa (Figura 2).

**Figura 2** – Visão geral da área de coleta do solo

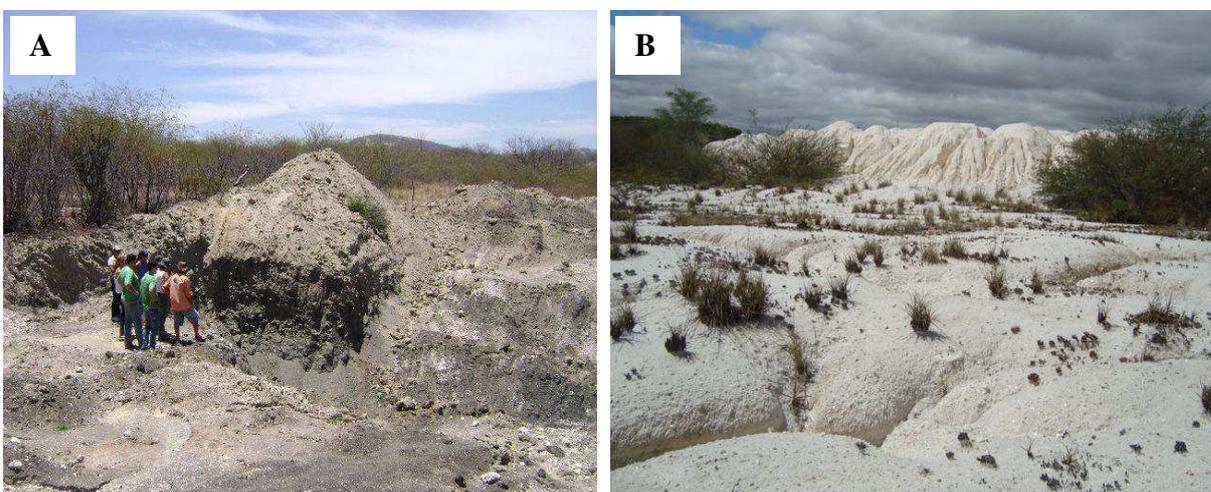


Fonte – Leite (2010)

Depois da coleta, o solo foi secos à sombra, destorroado, homogeneizado, passado em peneira, com 2 mm de abertura. Em seguida aproximadamente 1 kg de solo foi levado para o Laboratório de Solos do CSTR/UFCG para análises química e física e o restante foi utilizado no experimento.

A coleta de rejeitos foi realizada em duas mineradoras localizadas no semiárido paraibano, que constituem a principal fonte de emprego para os moradores da região. Os rejeitos de vermiculita e de caulim foram coletados na Mineradora Pedra Lavrada (MPL) e Mineração São João e localizadas nos municípios de Santa Luzia e Junco do Seridó, respectivamente (Figura 3).

**Figura 3** – Pátio de rejeito de vermiculita (A), pátio de rejeito de caulim na área de caatinga (B)



Fonte – Leite (2010)

### 3.3 Caracterização dos solos e dos rejeitos de mineração

Os resultados das análises químicas e física do solo e química dos rejeitos de mineração encontram-se na tabela 2. O fósforo, o potássio e o sódio foram extraídos com a solução duplo ácido ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,0125 mol  $\text{L}^{-1}$  +  $\text{HCl}$  0,05 mol  $\text{L}^{-1}$ ) e determinados por espectrofotometria. As concentrações de hidrogênio + alumínio foram obtidas através da extração com solução tamponada de acetato de cálcio. O pH foi determinado em  $\text{CaCl}_2$  em 0,01 mol  $\text{L}^{-1}$  1,0 mol  $\text{L}^{-1}$ . Os valores de cálcio + magnésio foi realizado pela extração com solução salina de  $\text{KCl}$  e determinada por titulometria com  $\text{EDTA}$  0,0125 mol  $\text{L}^{-1}$ ; o magnésio obtido pela diferença entre os valores de  $\text{Ca} + \text{Mg}$  e  $\text{Ca}$ .

**Tabela 1** – Atributos químicos das amostras de solo e rejeitos empregados no experimento

Solo e rejeitos	MO	pH	C.E	P	Ca	Mg	K	Na	SB	H+Al	CTC	PST	V
	g $\text{dm}^{-3}$	$\text{CaCl}_2$	$\text{dSm}^{-1}$		$\mu\text{gcm}^{-3}$			----- $\text{cmol}_c$	$\text{dm}^{-3}$				-----%
S.S. S	15,7	6,9	7,6	222	12,9	3,6	0,9	4,9	21,8	1	22,8	21,5	96,6
R.V	-	6,7	0,04	58	14	3,8	0,3	1,3	25,4	1	26,4	-	96,2
R.C	-	5,0	0,32	2	1	0,6	0,0	1,2	2,8	4,2	7,1	-	40,7

Fonte – Leite (2012)

\*SSS = Solo salino sódico, RV = Rejeito de vermiculita, RC = Rejeito de caulim.

MO = matéria orgânica; CE = condutividade elétrica; P = fósforo; K = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; Na = sódio; H + Al = acidez potencial; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca de cátions; PST = percentual de sódio trocável; V = saturação por bases.

Os valores para fins de salinidade foram obtidos do extrato de saturação, segundo recomendação da EMBRAPA (1997). A condutividade elétrica no extrato da pasta de saturação e no extrato aquoso 1:5 foi obtida pela leitura em condutímetro. Os valores de cálcio + magnésio foram determinados por compleximetria com  $\text{EDTA}$  (0,0125 mol  $\text{L}^{-1}$ ). O sódio e o potássio foram determinados por espectrofotometria de chama. A partir desses foi calculada a PST ( $\text{PST} = \frac{\text{Na}}{\text{CTC}} \times 100$ ). As análises granulométricas foram feitas pelo método de Bouyoucos (1951). O solo do experimento foi classificado como Franco Arenoso.

### 3.4 Tratamentos

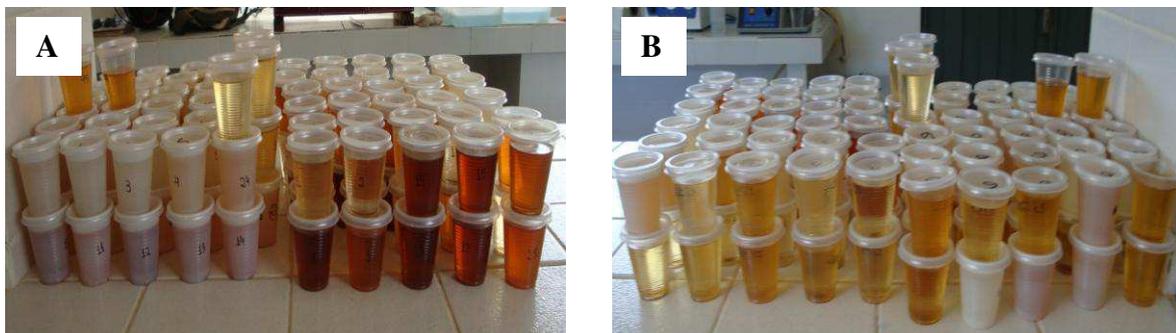
O experimento foi arranjado num esquema fatorial 2 x 2 x 5, sendo dois tipos de compostos (rejeito de vermiculita + esterco na proporção 1:1 vv e rejeito de caulim + esterco

bovino na proporção 1:1 vv). Presença (100 NG) e ausência de gesso e 5 doses de compostos (0, 15, 30, 45 e 60% v:v) com três repetições, totalizando 60 vasos com capacidade para 9L.

### 3.5 Instalação e Condução do experimento

Na primeira etapa foi realizada a aplicação de gesso em metade dos vasos. O gesso agrícola foi passado em peneira em malha de 2,0 mm de abertura, a seguir incorporado e homogeneizado ao solo. Para calcular a necessidade de gesso (NG), utilizou-se a fórmula  $Y = 1,1x + 0,54$ , segundo Chauhan; Chauhan (1979). Foi aplicado a dose de  $8,3 \text{ g kg}^{-1}$ . Posteriormente, o solo foi incubado por 20 dias, a umidade de 70% da capacidade de campo. Para lavagem do solo utilizou-se 1,0 L de água corrente. Estas foram realizadas a cada dois dias, durante duas semanas. A solução eluída foi coletada e enviada para o Laboratório de Solos para análise de pH, condutividade elétrica (CE) e sódio (Figura 4).

**Figura 4** – Visão geral das amostras da solução eluída: Primeira coleta (A), coleta final (B)



Posteriormente foram coletadas 50g de solo de cada vaso, para determinação de pH, sódio e CE do extrato (1:5), conforme metodologia descrita pela Embrapa (1997).

As sementes de maracujá foram compradas na casa do agricultor em Campina Grande – PB e para acelerar o processo de germinação, as mesmas foram colocadas durante 30 segundos em água a  $60^{\circ}\text{C}$ , em seguida semeadas quatro sementes/vaso de maracujá (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.), vinte dias após a germinação foi efetuado o desbaste, mantendo-se duas plantas por vaso.

Os vasos foram colocados em banquetas de madeira e coberta com plástico em forma de capela para evitar que a chuva interferisse na condução do experimento.

A manutenção da umidade do solo foi feita através de irrigação diária, mantendo 70% da capacidade de campo para todos os vasos. Aos 20 e 60 dias após germinação, efetuou-se adubação em cobertura de 50 -50 mg k<sup>-1</sup> de N, utilizando a uréia como fonte.

Na figura abaixo observa-se as plantas de maracujá em todos os tratamentos aos 100 dias após a germinação (Figura 5).

**Figura 5** – Local da área experimental



Fonte – Leite (2012)

### 3.6 Variáveis analisadas

Avaliaram-se a cada oito dias medições o comprimento das plantas com auxílio de régua. Diâmetro do colo através paquímetro digital e número de folhas. No final do experimento foram coletadas oito folhas por vaso a 1,20 m e 1,40 m de comprimento, para determinação da área foliar, utilizando o método dos discos foliares, conforme descrito por Gomes (2011). Em seguida o material vegetal da parte aérea e das raízes foram coletados e acondicionados em sacos de papel, colocados para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C. Após secagem determinou-se material vegetal seco da parte aérea e das raízes.

### 3.7 Análise Estatística

As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância, análise de regressão polinomial para verificar o efeito das doses dos compostos, e teste de Tukey para o fator gesso e tipos de composto. Os testes foram realizados ao nível de 5%, utilizando o programa estatístico SISVAR.

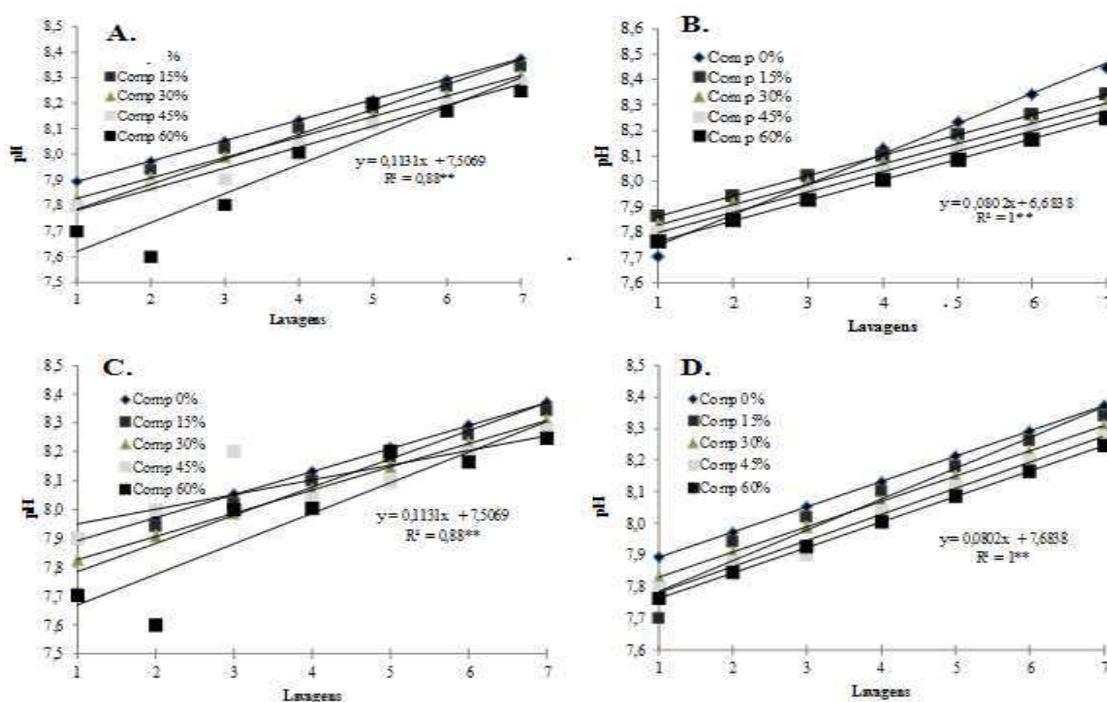
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Efeito das lavagens sobre a solução eluída do solo

#### 4.1.1 pH

Na figura 6 verifica-se que após as lavagens, houve aumento do pH, que variou de 7,6 a 8,4 com efeito significativo ( $p < 0,01$ ). É possível que esse aumento no pH da solução do solo, seja devido a maior lixiviação dos ânions bicarbonatos de sódio e cálcio por ocasião da aplicação do gesso e as lavagens realizadas (VITAL et al., 2010).

**Figura 6** – Variação do pH ao longo das lavagens: ausência de gesso nos compostos vermiculita-esterco (A) e caulim-esterco (B), presença de gesso nos compostos vermiculita-esterco (C) e caulim-esterco (D)



Fonte – Leite (2011)

\*As equações apresentadas na figura 6 (A, B, C e D), são as médias das cinco linhas.

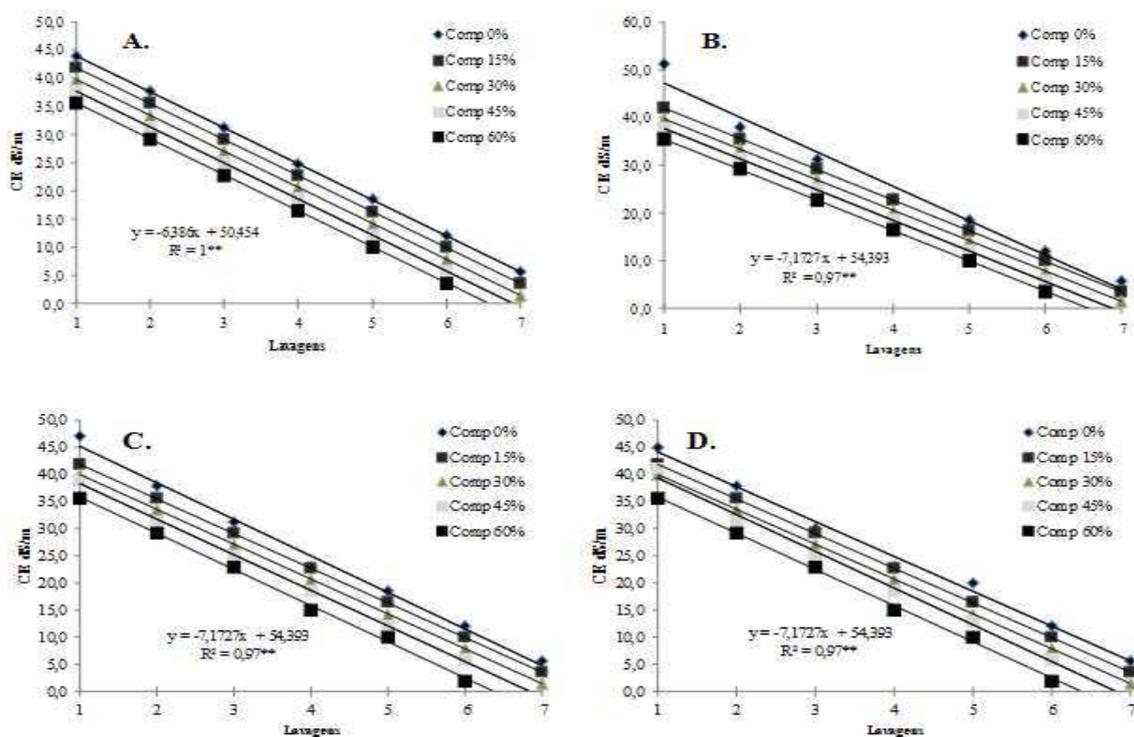
#### 4.1.1.2 Condutividade Elétrica (CE)

A condutividade elétrica foi reduzida em todos os períodos de lavagens. Os valores variaram entre 51,9 a 2,0  $\text{dSm}^{-1}$  (Figura 7), com efeito estatisticamente significativo ( $p < 0,01$ ).

No início das lavagens há maior concentração de eletrólitos no solo, sejam íons já presentes ou os derivados do gesso ( $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ ).

Comportamento semelhante foi observado por Gheyi et al. (1995) que utilizaram várias lavagens em um solo salino-sódico do perímetro irrigado de Sumé, na Paraíba e constataram redução da condutividade elétrica.

**Figura 7** – Variação da condutividade elétrica ao longo das lavagens: ausência de gesso nos compostos vermiculita-esterco (A) e caulim-esterco (B), presença de gesso nos compostos vermiculita-esterco (C) e caulim-esterco (D)



Fonte – Leite (2012)

\*As equações apresentadas na figura 7 (A, B, C e D), são as médias das cinco linhas.

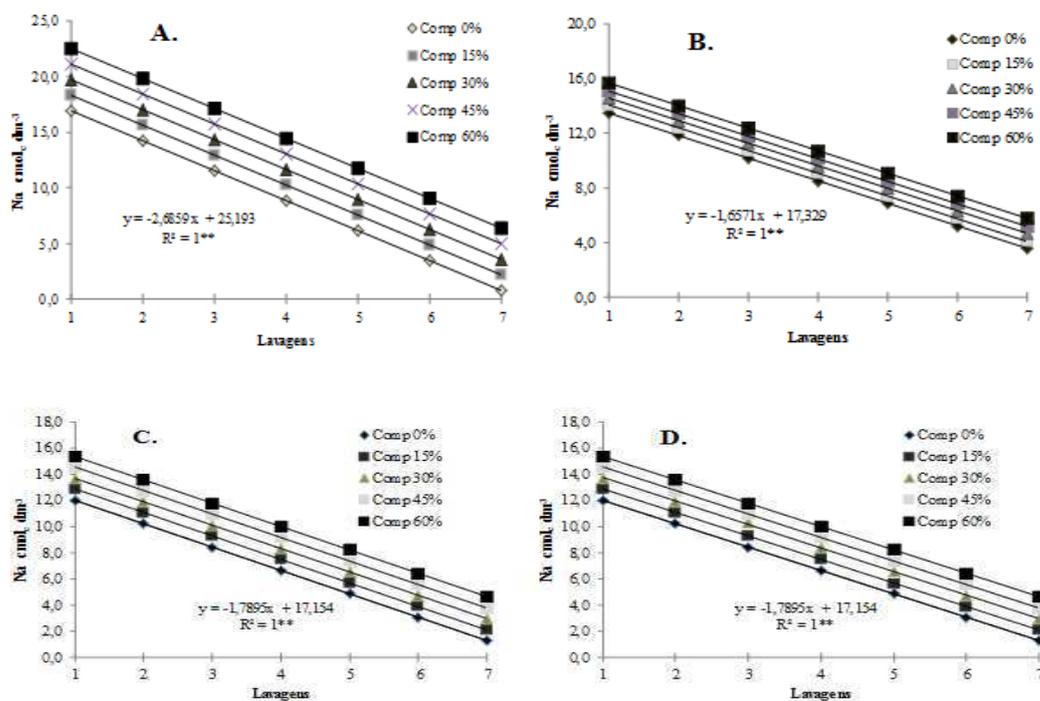
#### 4.1.1.3 Sódio (Na)

A concentração de sódio sofreu redução significativa ( $p < 0,01$ ), com valores variando entre 15,7 a 2,1  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Neste caso, a adição de gesso e as subsequentes lavagens reduziram os teores de sódio trocável e trocável (Figura 8) comparados aos valores que o solo continha antes da aplicação do corretivo.

Esta situação justifica a diminuição da percentagem de sódio trocável, evidenciando sua ação positiva na diminuição da salinidade e sodicidade. Isso demonstra que a aplicação de

gesso exerceu efeito positivo sobre as propriedades do solo, principalmente pela substituição do sódio adsorvido e aumento da concentração salina na solução. Estes resultados estão de acordo com os alcançados por Silveira et al. (2008) que aplicando água em solos salino-sódicos de Custódia - PE, nas profundidades de 0-20 e 20-50 cm, observou redução do sódio trocável para as maiores profundidades (20 – 50 cm).

**Figura 8** – Variação do sódio ao longo das lavagens: ausência de gesso nos compostos vermiculita-esterco (A) e caulim-esterco (B), presença de gesso nos compostos vermiculita-esterco (C) e caulim-esterco (D)



Fonte – Leite (2012)

\*As equações apresentadas na figura 8 (A, B, C e D), são as médias das cinco linhas.

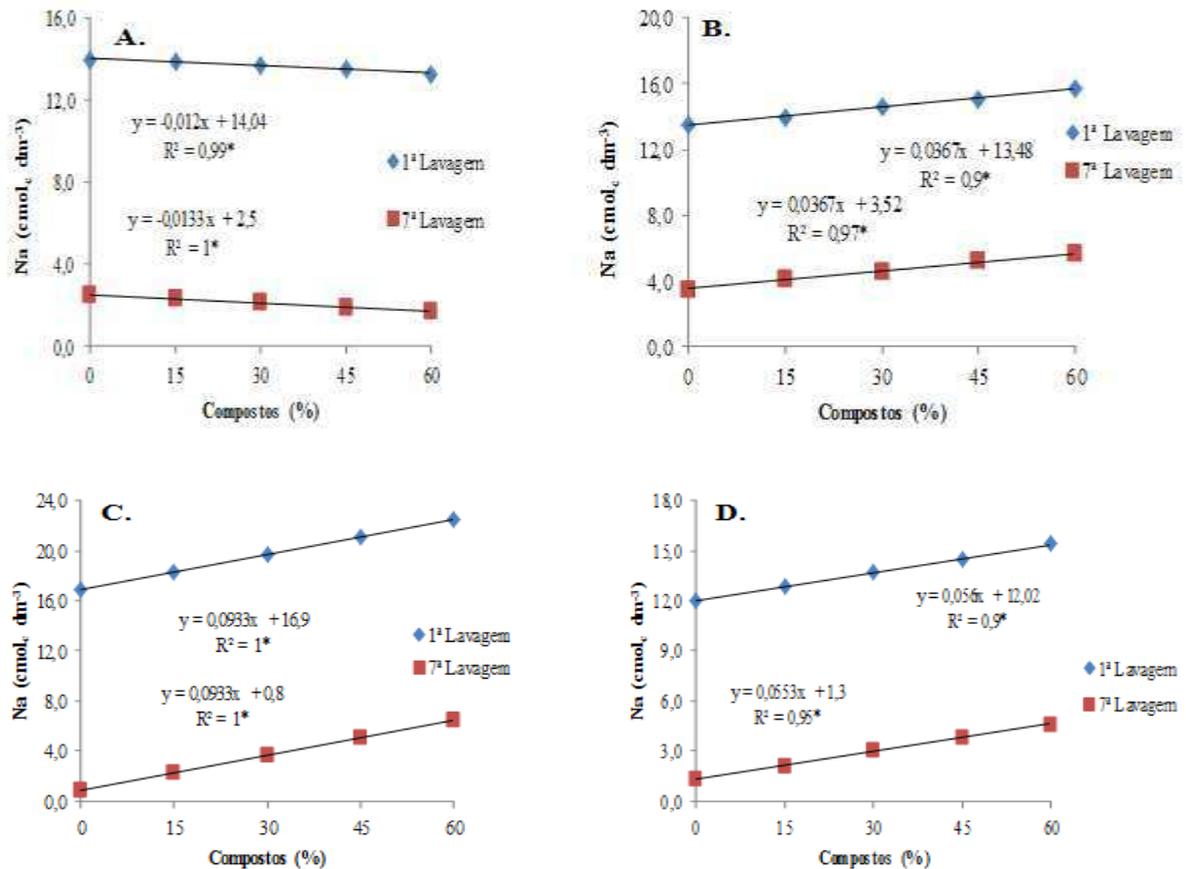
## 4.2 Efeito das solução eluída em função da doses de compostos

### 4.2.1 Sódio

Os teores de sódio foram reduzidos significativamente ( $p < 0,05$ ), em função das lavagens e adição das doses de compostos, com valores variando 14,0 para 2,5  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  (Gráfico 4). Neste caso, os sais que estavam presentes no solo provavelmente foram lixiviados com as subsequentes lavagens, favorecendo maior concentração de sais solúveis na solução

eluída do solo. Resultados semelhantes aos conseguidos por Misopolinos (1985) que verificou redução do sódio nos lixiviados na correção de solos sódicos com adição de várias lavagens.

**Figura 9** – Concentração de sódio na solução eluída do solo na primeira e sétima lavagem: ausência de gesso nos compostos vermiculita-esterco (A) e caulim-esterco (B), presença de gesso nos compostos vermiculita-esterco (C) e caulim-esterco (D)

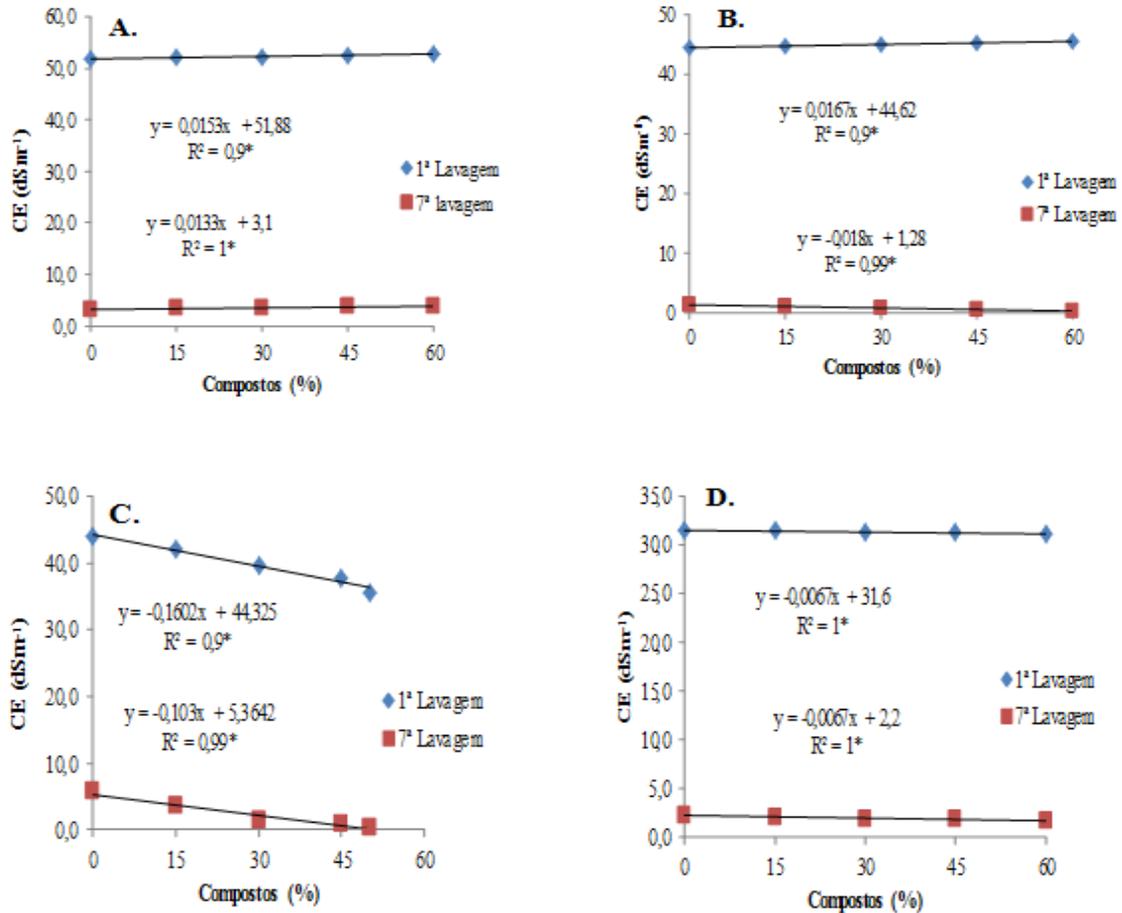


Fonte – Leite (2012)

#### 4.2.1.2 Condutividade elétrica

Os valores de condutividade elétrica reduziram estatisticamente, com efeito significativo ( $p < 0,05$ ), em virtude das lavagens e as doses de compostos aplicados, com valores oscilando de  $52,8 \text{ dSm}^{-1}$  para  $3,9 \text{ dSm}^{-1}$  (Figura 10). Entretanto com as lavagens os teores de sais solúveis e de sódio foram parcialmente lixiviados dos solos e os riscos de salinidade significativamente reduzidos. Estes resultados estão coerentes como os adquiridos por Cavalcante et al. (2007) que verificaram redução da CE de solo salino-sódico para valores menores que  $4 \text{ dSm}^{-1}$  nas profundidades de 0-30 cm e de 30-60 cm, com a utilização de diversas lavagens.

**Figura 10** – Concentração da condutividade elétrica na solução eluída do solo na primeira e sétima lavagem: ausência de gesso nos compostos vermiculita-esterco (A) e caulim-esterco (B), presença de gesso nos compostos vermiculita-esterco (C) e caulim-esterco (D)



Fonte – Leite (2012)

Quanto ao pH não houve diferenças significativas em função das doses de compostos.

### 4.3 Atributos do solo após as lavagens

#### 4.3.1 Efeito do gesso

##### 4.3.1.1 pH

Os teores de pH sofreram redução, estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ), em função da aplicação de gesso, com valores variando de 8,1 a 8,8 (Tabela 2). Isso mostra que o gesso agrícola é fundamental para que ocorra maior solubilização, difusão e reações de troca entre o

cálcio e o sódio, e conseqüente redução do pH. Estes valores concordam com os obtidos por Cavalcante et al. (2007) e se justificam pelo deslocamento de bases trocáveis para camadas mais profundas, possibilitando a ocupação de parte dos sítios de troca por hidrogênio proveniente da dissociação iônica da água, carbonatos. Além disso, parte dos bicarbonatos, responsáveis pela alcalinidade formam complexos de baixa solubilidade com o cálcio, e o próprio aumento da concentração de eletrólitos na solução do solo pode contribuir para o abaixamento do pH (VITAL et al., 2010).

#### 4.3.1.1.2 Condutividade elétrica (CE)

Independente das doses e tipos de compostos, houve elevação da CE do solo, em virtude da presença de gesso, variando 0,23 para 0,47 dSm<sup>-1</sup> (Tabela 2), embora isso não significa que o corretivo químico elevou o caráter salino dos solos, em relação aos valores que possuía antes da aplicação dos tratamentos, pois o gesso, apesar de sua baixa solubilidade (2gL<sup>-1</sup>), é um composto químico que com o tempo no solo úmido também se dissolve. Nesse sentido pelo menos dois aspectos devem ser considerados: a) com a solubilização do gesso o teor de cálcio solúvel aos poucos vai aumentando na solução; b) além de participar como constituinte do complexo de cálcio reage com o sódio dos pontos de troca e o desloca da forma trocável para solúvel na solução do solo. Essas situações, em geral, contribuem para o aumento da CE na presença do gesso fornecido. Resultados semelhantes foram adquiridos por Leite et al. (2007) ao aplicarem gesso e subseqüentes lavagens aumentou a CE de solos do perímetro irrigado de Condado e de São Gonçalo na Paraíba. Quanto ao sódio não houve diferença significativa.

**Tabela 2** – Valores de pH, CE e teores de Na no solo em função da aplicação de gesso

Gesso	pH CaCl <sub>2</sub>	CE dSm <sup>-1</sup>	Na (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )
Sem	8,8 a	0,23 b	0,13
Com	8,1 b	0,47 a	0,17

Fonte – Leite (2012)

\*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

### 4.3.2 Efeito dos tipos de compostos

Observa-se na tabela 3 que a CE aumentou no composto caulim-esterco, apresentando efeito significativo ( $p < 0,05$ ). Quanto ao pH e sódio, estatisticamente não foram significativos.

**Tabela 3** – Valores de pH, CE e Na do solo em função dos tipos de compostos

Compostos	pH CaCl <sub>2</sub>	CE dSm <sup>-1</sup>	Na (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )
Vermiculita – esterco	8,5	0,30 b	0,15
Caulim - esterco	8,4	0,40 a	0,15

Fonte – Leite (2011)

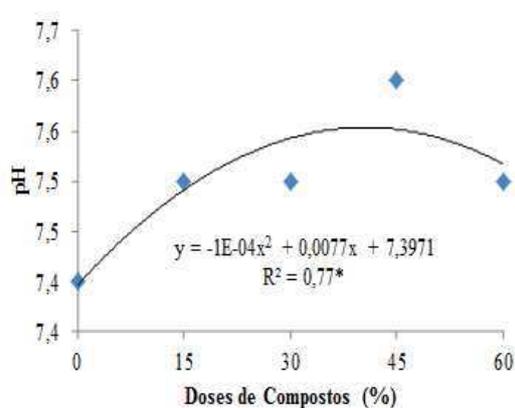
\*As médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

### 4.4 Efeitos das doses de compostos

#### 4.4.1 pH

O pH sofreu redução, estatisticamente significativo ( $p < 0,01$ ), em virtude das doses de compostos, independente da presença de gesso e dos tipos de compostos, com valores variando de 7,40 a 7,67 (Figura 11), é provável esta redução do pH, tenha ocorrido em função da retirada dos carbonatos e bicarbonatos nos lixiviados.

**Figura 11** – Variação do pH no solo nas diferentes doses de compostos

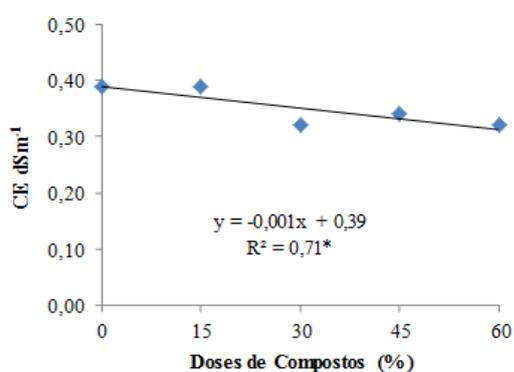


Fonte – Leite (2012)

#### 4.4.1.2 Condutividade Elétrica (CE)

A figura 12 mostra que a CE foi reduzida de 0,39 para 0,32  $\text{dSm}^{-1}$ , com efeito estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ), nas várias doses de compostos. Nesse caso, os compostos melhoraram a permeabilidade do solo e favoreceram a lixiviação dos sais, reduzindo a CE para valores menores que 4  $\text{dSm}^{-1}$ .

**Figura 12** – Variação da condutividade elétrica nas várias doses de compostos

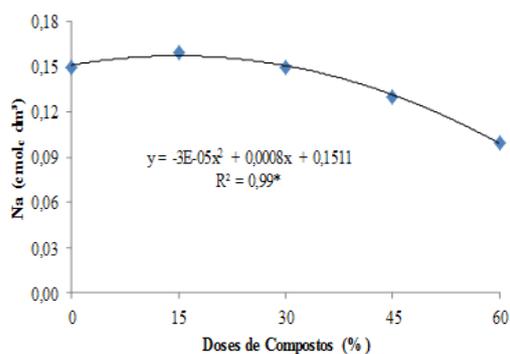


Fonte – Leite (2012)

#### 4.4.1.3 Sódio

Os teores de sódio sofreram redução, com efeito significativo ( $p < 0,05$ ), em função das diferentes doses de compostos, com valores variando de 0,10 a 0,16  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  (Figura 13). Entretanto com a aplicação dos compostos a concentração de sais solúveis e de sódio foram parcialmente lixiviados do solo.

**Figura 13** – Teores de sódio nas diferentes doses de compostos



Fonte – Leite (2012)

## 4.5 Efeito dos tratamentos sobre o crescimento e produção de matéria seca

### 4.5.1 Efeito do Gesso

A Tabela 4 mostra que o gesso aumentou a altura, área foliar, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz das plantas de maracujazeiro, com efeito, estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ). Neste caso, o gesso contribuiu para o aumento da condutividade hidráulica do solo e assim favoreceu a distribuição de água no solo e conseqüentemente maior crescimento das plantas. Para Silva et al. (2008), a aplicação de gesso melhora a estrutura do solo, infiltração e respiração das raízes e conseqüente maior crescimento das plantas.

**Tabela 4** – Avaliação do maracujazeiro em função da aplicação de gesso no final do experimento

Gesso	Comprimento (cm)	Diâmetro (mm)	Nº Folhas -	AF (cm <sup>2</sup> )	MSPA g vaso <sup>-1</sup>	MSR g vaso <sup>-1</sup>
Com	132,9 b	4,0	11,6	137,0 b	26,11 b	8,96 b
Sem	157,9 a	3,1	11,9	161,7 a	28,21 a	11,9 a

Fonte – Leite (2011)

\*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

AF = área foliar, MSPA = massa seca da parte aérea, MSR = massa seca de raízes.

### 4.5.1.2 Efeito dos Compostos

O composto vermiculita-esterco, proporcionou um ganho significativo ( $p < 0,05$ ) no comprimento, diâmetro, área foliar, massa seca da parte aérea e massa seca das raízes do maracujazeiro (Tabela 5). Este resultado indica que a vermiculita-esterco apresenta características favoráveis as plantas, além de melhorar a porosidade do solo e crescimento de espécies vegetais.

Ferraz et al. (2005) afirma que é difícil a obtenção de um composto que atenda a todas as características químicas e físicas ideais para determinada cultura, devendo-se selecionar as mais importantes para o crescimento de cada espécie vegetal.

**Tabela 5** – Avaliação das plantas de maracujazeiro no final do experimento, em função dos tipos de compostos

Compostos	Comprimento (cm)	Diâmetro (mm)	NºFolhas	AF (cm <sup>2</sup> )	MSPA g vaso <sup>-1</sup>	MSR g vaso <sup>-1</sup>
Vermiculita - esterco	147,5 a	4,1 a	11,9	154,9 a	28,5 a	12,4 a
Caulim- esterco	143,4 b	3,9 b	11,7	143,8 b	26,7 b	10,5 b

**Fonte** – Leite (2012)

\*As médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

AF = área foliar, MSPA = massa seca da parte aérea, MSR = massa seca de raízes.

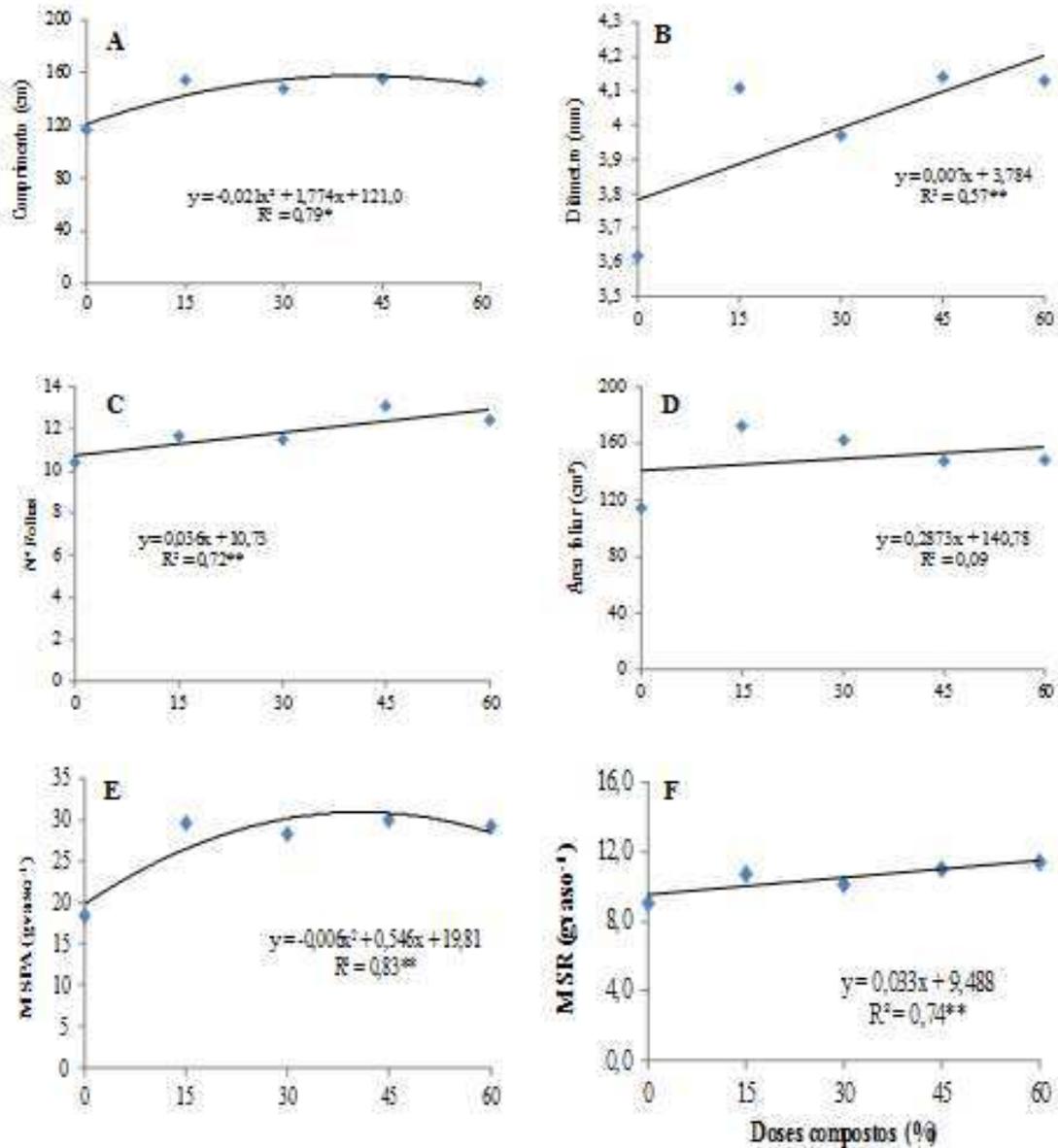
#### 4.5.1.3 Doses de compostos

As doses dos compostos aumentaram significativamente ( $p < 0,01$ ), o comprimento, diâmetro, número de folhas, área foliar, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz do maracujazeiro (Figura 14).

Com o emprego dos compostos e das lavagens os teores solúveis de sais e de sódio foram parcialmente lixiviados dos solos e os riscos de salinidade reduzidos, o que contribuiu para o crescimento do maracujazeiro.

Estes resultados indicam que os compostos utilizados podem incrementar o crescimento do maracujá. Para Couvillon (1988), as doses de compostos podem ter sido determinante para o sucesso da espécie vegetal. Segundo Pereira et al. (2008), o rejeito de caulim pode ser utilizado como componente de compostos para mudas de mamoeiro (*Carica papaya*), recomendando o mesmo constituído por 22% de rejeito de caulim, 29% de terra, 39% de esterco e 10% de areia. Enquanto Campos et al. (2008) afirma que os compostos contendo caulim produziu mudas de gravioleira (*Annona muricata* L.) com maior altura, diâmetro do coleto e número de folhas.

**Figura 14** – Variáveis do maracujazeiro no solo em função das doses de compostos no final do experimento: Comprimento (A); diâmetro do coleto (B); número de folhas (C), área foliar (D), massa seca da parte aérea (E) e massa seca da raiz (F)



Fonte – Leite (2012)

## 5 CONCLUSÕES

As sucessivas lavagens reduziram a salinidade e sodicidade do solo salino-sódico deixando-o mais apto ao cultivo do maracujá.

Indica-se o uso do rejeito vermiculita-esterco para produção de mudas de maracujá.

Recomenda-se o emprego do gesso em solo salino-sódico.

O uso de compostos, constituídos por rejeitos de mineradoras favoreceram o crescimento inicial do maracujá.

Aconselha-se o uso de matéria orgânica, por melhorarem os atributos químicos dos solos salinizados do semiárido, tornando-os mais propícios ao crescimento inicial do maracujazeiro.

## REFERÊNCIAS

- AHAMAD, E.; JONES, R.L.; HINESLY, T.D. Electromelioration of a sodic horizon from an Illinois Natraqualf. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.61, p.1761-1765, 1997.
- ALENCAR, M. L. **Crescimento de mudas de mamoeiro em substratos contendo rejeito de caulim**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 28, 2004, Florianópolis. Resumos Expandidos. Florianópolis: SBF, 2004. (CD ROM).
- ALVES, J. C. **Produção de mudas de moringa em substratos com níveis crescentes de rejeito de caulim**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45, 2005. Resumos Expandidos. Fortaleza: SBF, 2005. (CD ROM).
- ANDRADE, R. **Resposta do maracujazeiro amarelo ao manejo e salinidade da água de irrigação em um solo não salino**. Areia. 1998. 60f. Dissertação Mestrado. Programa de Pós-Graduação (Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia/PB.
- ANDRADE, M.S.; GÓES, M. A. C.; OLIVEIRA, N. M. M. **Métodos de prétratamento de vermiculita para caracterização química**. 13p. UFRJ, 2001.
- ARAÚJO, A. P. B. **Análise técnico-econômica da recuperação de um solo sódico no perímetro irrigado Curu-pentecoste-CE**. Fortaleza, 2009. 61 f. Dissertação Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.
- ARAÚJO, R. C. Crescimento inicial de mudas de gravioleira em substrato contendo doses crescentes de rejeito de caulim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 28, 2004, Florianópolis. **Resumos Expandidos**. Florianópolis: SBF, 2004. (CD ROM).
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. p. 1 – 158, (FAO: Drainage paper, 29).
- BAAGHALIAN, K.; HAGHIRY, A.; NAGHAVI, M. R.; MOHAMMADI, A. Effect of saline irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*Matricaria recutita* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 116, p. 437 – 441, 2008.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 9-26.
- BRADY, N. G.; WEIL, R. R. the nature and properties of soils. 14. Ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2008. 975p.

BARROS, M. F. C.; SANTOS, P. M.; MELO, R. M.; FERRAZ, F. B.; Avaliação de níveis para correção de sodicidade de solos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, V.1, p. 17-21, 2006.

BARROS, M. F. C.; FONTES, M. P. F.; ALVAREZ, V.; V. H.; RUIZ, H. A. Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco. **Revista brasileira engenharia agrícola e ambiental**, v.9, p.320-326, 2005.

BARROS, M. F. C **Recuperação de solos salino-sódicos pelo uso de gesso de jazida e calcário** (Tese em Solos e Nutrição de Plantas). 112 f. 2001, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

BOUYOUCOS, G.J.A. Recalibration of the hydrometer method for making analysis of soils. **Agronomy Journal**, Madison, v.43, p.434-437, 1951.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES, F. J.; LIMA, A. G.; MENDONÇA, R. M. N. Crescimento de porta-enxerto de gravioleira (*Annona muricata* L.) em substratos contendo doses crescentes de caulim. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 61-66, 2008.

CARVALHO, M.C.S.; RAIJ, B. V. Calcium sulphate, phosphogypsum and calcium carbonate in the amelioration of acid subsoils for root growth. **Plant Soil**, 192:37-48, 1997.

CARVALHO, S. S. **Obtenção de mudas de gravioleira Morada submetidas a fontes e níveis de salinidade da água**. 1999. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1999.

CAVALCANTE, L. F.; SOUSA, G. G.; GONDIM, S. C.; FIGUEIREDO, F. L.; CAVALCANTE, I. H. L.; DINIZ, A. A. Crescimento inicial do maracujazeiro amarelo manejado em dois substratos irrigados com água salina. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 4, p. 504-517, 2009.

CAVALCANTE, L. F.; RODOLFO JUNIOR, F.; SÁ, J. R.; CURVELO, C. R. S.; MESQUITA, E. F. Influência da água salina e matéria orgânica no desempenho do maracujazeiro-amarelo e na salinidade do substrato. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 4, p. 505-518, outubro-dezembro, 2007.

CAVALCANTE, L. F.; ANDRADE, R.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, S. M.; OLIVEIRA, M. S. T.; ARAÚJO, F. A. R.; CAVALCANTE, I. H. L. Caracterização qualitativa de frutos do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) em função da salinidade da água de irrigação. **Agropecuária Técnica**, v. 24, n. 1, p. 39 – 45, 2003.

CAVALCANTE, L. F.; ANDRADE, R.; FEITOSA FILHO, J. C.; OLIVEIRA, F. A.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, I. H. L. Resposta do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f.

*flavicarpa* Deg) ao manejo e salinidade da água de irrigação. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 23, n. 1/2, p.27-33, 2002a.

CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, J. B.; SANTOS, C. J. O.; FEITOSA FILHO, J. C.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, I. H. L. Germinação de sementes e crescimento inicial de maracujazeiros irrigados com água salina em diferentes volumes de substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 748 – 751, 2002b.

CAVALCANTE, L.F.; SOUSA, R.P. de; OLIVEIRA, F.A de., SOUZA, C.C. de., VIEIRA, J.E. Utilização de gesso agrícola e matéria orgânica, na água de irrigação, sobre a melhoria física e química de um solo afetado por sais. Curso em Manejo de Solo e Água, **Anais...** v.22, p.58-69, 2000.

CAVALCANTE, L.F. **Sais e seus problemas**, 1980. 68f. Dissertação de Mestrado (Manejo e Conservação de Solos e Água) - Universidade Federal da Paraíba. Centro de Ciências Agrárias – Areia/PB.

CAVALCANTE, L. F.; SILVA, G. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, T. J.; ALVES, J. C.; COSTA, A. DE P. M. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, p.414-420, 2009.

CHAUHAN, R.P.S.; CHAUHAN, C. P. S. A modification to Shoonover's method of gypsum requirement determination of soil. **Australian Journal of Soil Research**, v. 17, p.367-370. 1979.

CHAVES, L. H.G.; TITO, G. A.; BARROS, A. D.; GUERRA, O. C. Características químicas de solo do perímetro irrigado de sumé, PB. **Revista Caatinga** (Mossoró, Brasil), v.20, n.4, p.110-115 outubro/dezembro 2007.

COSTA, E. G.; CARNEIRO, P. T.; SOARES, F. A. L.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, L. F. Crescimento inicial do maracujazeiro amarelo sob diferentes tipos e níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9 (Suplemento), p. 242 – 247, 2005.

COSTA, J. R. M.; LIMA, C. A. A.; LIMA, E. D. A.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. K. D. Caracterização dos frutos de maracujá amarelo irrigados com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 143 – 146, 2001.

COUVILLON, G. A. Rooting response to different treatments. **Acta Horticulturae**, v.227, p.187-196, 1988.

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; COELHO, E. F.; CALDAS, R. C.; ALMEIDA, A. Q.;

QUEIROZ, J. R. Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção e distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujazeiro-amarelo. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.2, p.275 – 284, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS – DNOCS. **Perímetro Irrigado de Sumé**, 2003.

DNOCS. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. 3ª. Diretoria Regional. 1968. **Aproveitamento Hidro-agrícola do açude público de Sumé**. Recife. 214p.

DRUMOND, M.A.; KIILL, L.H P.; LIMA, P.C.F. **Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma caatinga**. Petrolina: EMBRAPA, 2000. 23p. (Documento para discussão no GT estratégia para uso sustentável).

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2 ed. rev. atual. Rio de Janeiro: **EMBRAPA/CNPS**, 1997. 212 p. (EMBRAPA/CNPS. Documentos,1).

FARIAS JÚNIOR, J. A. **Clonagem de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) por alporquia, utilizando rejeito de vermiculita e diferentes concentrações de ácido indol acético**. Patos-PB, 2011, 60p. Pós-Graduação em Ciências Florestais na UFCG, campus de Patos-PB.

FEITOSA, R. C. **Utilização do rejeito de caulim na composição de Substratos para emergência de plântulas de Cuité (*crecidentia cujete* l.)** In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2007, Caxambu – MG.

FERRAZ, M.V.; CENTURION, J.F.; BEUTLER, A.N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientia Agronomica**. Maringá, v.27, n.2, p.209-214, 2005

FRANÇA, S. C. A.; LUZ, A.B. **Utilização da vermiculita como adsorvente de compostos orgânicos poluentes da indústria do petróleo**. In: XIX Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa. p. 547-553,2002, Recife.

FREIRE, J. L. O. **Crescimento e desenvolvimento de maracujazeiro amarelo sob salinidade e uso de biofertilizante e cobertura**. Areia-PB, 2011, 212 p. Pós-Graduação em Agronomia da UFPB, Área de Concentração: Solos e Nutrição das Plantas.

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

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 396, p. 307 – 319, 2004.

GARCIA, G. O.; FERREIRA P. A.; MIRANDA, G. V.; MORAES, W. B.; SANTOS, D. B. Teores foliares dos macronutrientes catiônicos e suas relações com o sódio em plantas de milho sob estresse salino. **Idesia**, Idesia Chile, v. 25, n. 3, p. 93 – 106, 2007.

GHEYI, H. R.; AZEVEDO, N. C.; BATISTA, M. A. F.; SANTOS, J. G. R. Comparação de métodos na recuperação de solo salino sódicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.173-178, 1995.

GONÇALVES, I. V. C. **Atributos químicos de neossolo flúvico do semiárido de pernambuco cultivado com tomateiro irrigado com águas salinas**. Recife-PE, 2010. 70 p. (Dissertação de Mestrado). Ciência do Solo na Universidade Federal Rural de Pernambuco.

GOMES, A. D. V. **A salinidade e seus reflexos no crescimento e acúmulo de solutos orgânicos em plantas de craibera (*Tabebuia aurea* ( Manso) Benth & Hook)**. VIII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande. PIBIC/CNPq/UFCG-2011.

HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R. A.; ZHU, J. K.; BOHNERT, H. J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review Plant Molecular Biology**, New York. v. 51, p. 463 – 499, 2000.

HOLANDA, J. H.; AMORIM, J. R. A. **Qualidade da água para irrigação**. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB, 1997.

LEITE, E. M.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; SANTOS, V. S.; ALVAS, G. S.; CAVALCANTE, I. H. L. Correção da sodicidade de dois solos irrigados em resposta à aplicação de gesso agrícola. **Irriga, Botucatu**, v. 12, n. 2, p. 168-176, abril-junho, 2007.

LIMA , K. L.; CAVALCANTE, L. F.; FEITOSA FILHO, J. C. Efeito de fontes e níveis de salinidade da água de irrigação sobre a germinação e o crescimento da pinheira. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.21, n.2, p.135-144, 2001

LOPES, F. T. **Agricultura e crise econômica – Brasil, anos 90**, Campina Grande, UFPB, 1995.

MACEDO, J. P. S. **Desempenho do maracujazeiro amarelo irrigado com água salina, em função do espaçamento, cobertura do solo e poda da haste principal**. 2006. 125f.

(Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. 2006.

MACÊDO, L. S. **Salinidade em áreas irrigadas**. João Pessoa: Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária, 1988, 11p. (comunicado Técnico, 38).

MEDEIROS, J. F.; NASCIMENTO, I. B.; GHEYI, H. R. **Manejo do solo-água-plantas em áreas afetadas por sais**. p. 279 - 302, 2010. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (editores). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal. 2010. 472 p.

MELO, R. M.; BARROS, M. F. C.; SANTOS, P. M.; ROLIM, M. M. Correção de solos salino-sódicos pela aplicação de gesso mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 4, p. 376-380, 2008.

MEZA, N.; ARIZALETA, M.; BAUTISTA, D. Efecto de la salinidad em La germinación y emergencia de semillas de parchita (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). **Revista de la Facultad de Agronomía**, Caracas, v. 24, n. 1, p. 69 – 80, 2007.

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

MIGUEL, A.; SANTOS, J. B.; ALVES, G. S.; SÁ, J. R.; SANTOS, C. J. O.; QUEIRÓS, M. S.; CAVALCANTE, L. F. Influência da salinidade da água de irrigação e do substrato sobre a germinação de sementes e crescimento inicial do maracujazeiro-amarelo. **Anais do Curso de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água**, Areia, v.20, p.32-39, 1998.

MORAIS, C. D.; CAVALCANTE, L. F.; ARRUDA, N. T. Ação do gesso agrícola sobre algumas propriedades físico-hídricas de um solo irrigado. **Anais do Curso de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água**, Areia, v.17, p.5-16, 1997.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 59, p. 631 – 681, 2008.

NUNES, E. M. **Efeito do gesso, fósforo e adubo verde na absorção de nutrientes pelo feijoeiro (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivado em solo salino sódico**. PATOS-PB, 2008. 58 p. Dissertação (Mestrado) - Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande.

OLIVEIRA, L. S. M.; UGARTE, J. F. O. **Utilização da vermiculita Como adsorvente de óleo da indústria petrolífera**. XII Jornada de Iniciação Científica – CETEM, 2004.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia aplicada**. Jaboticabal, FUNEP, 2001. 414p.

OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. (ed). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB/ SBEA, 1997 p 1- 37.

PAIVA, M.P. **Considerações sobre a política de açudagem no nordeste do Brasil**. Boletim cearense de Agronomia. Fortaleza. v.17, p.7-17, 1976.

PEREIRA, L. S.; ALVES, I. **Estimativa da evapotranspiração das culturas em ambiente salino**. p. 253 – 278, 2010. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (editores). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal. 2010. 472 p.

PEREIRA, O. N. **Gesso e rejeito de Caulim na correção de um solo salinizado e no crescimento de gramíneas**. Patos-PB, 2008. 57 p. Monografia (Graduação) Curso. Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos, 2008.

PEREIRA, W. E.; SOUSA, G. G.; ALENCAR, M. L.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, G. L. Crescimento de mudas de mamoeiro em substratos contendo caulim. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 3, n. 1, p. 27-35, 2008.

PEREIRA, K. S. N. **Tolerância varietal da goiabeira à salinidade da água de irrigação durante a germinação e produção de mudas**. 2000. 82p. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2000.

PEREZ, B. C. **As rochas e os minerais industriais como elemento de desenvolvimento sustentável**. Série Rochas e Minerais Industriais; 3. Centro de Tecnologia Mineral, 37p. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001.

PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. Madrid: Española. 521p., 1985.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres. 1991. 343 p

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

RODRIGUES, R. D. **Crescimento e qualidade de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) em diferentes substratos**. Patos-PB, 2011. 36 p. Monografia (Graduação) Curso Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos, 2011.

RIBEIRO, M.R.; FREIRE, F.J. & MONTENEGRO, A.A.A. **Solos Halomórficos do Brasil: Ocorrência, Gênese, Classificação, Uso e Manejo Sustentável**. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S. & ALVAREZ, V.H. **Tópicos em Ciência do Solo**. Soc. Bras de Cic do Solo. v. 3, Viçosa, 2003.

ROLIM, H. O. **Potencial de uso agrícola do rejeito de caulim**. 2003. 100f. il. Dissertação de Mestrado (Manejo de Solo e Água) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, PB.

SÁ, J. R. **Níveis de salinidade da água sob o comportamento do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg) cultivado em recipientes de polietileno**. 1999, 53f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Eng. Agrônoma) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1999.

SANTOS, F. G. B. **Substratos para produção de mudas utilizando resíduos agroindustriais**. 2006. 68f. Dissertação de Mestrado. (Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife-PE.

SANTOS, G. D. **Avaliação do maracujazeiro amarelo sob biofertilizantes aplicados ao solo na forma líquida**. Areia. 2004. 74f. Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia/PB.

SCHMITZ, J.A.K.; SOUZA, P.V.D.; KAMPF, A.N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural.**, Santa Maria, v.32, n.6, p.937-944. 2002.

SANTOS, R. V.; HERNANDEZ, F. F. F. Recuperação de solos afetados por sais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: UFPB, 1997. p. 319-361.

SERTÃO, M. A. J. **Uso de corretivos e cultivo do capim urocloa (*Urochloa mosambicensis* (Hack.) Daudy) em solos degradados do semiárido**. Patos-PB, 2005. 74 p. (Dissertação de Mestrado) Curso de Zootecnia. CSTR/UFCG, Patos, 2005.

SILVA, A. B. F.; FERNANDES, P. D.; GHEYI. BLANCO, F. F. Growth and yield of guava irrigated with saline water and addition of farmyard manure. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 4, p. 354-359, 2008.

SILVA, A.L.; VALDIVIEZO, E.V. **Caracterização da vermiculita de Santa Luzia-PB visando sua utilização na indústria cerâmica**. Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia de Materiais, 2009.

SILVA, A. B. F.; FERNANDES, P. D.; GHEYI. BLANCO, F. F. Growth and yield of guava irrigated with saline water and addition of farmyard manure. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 4, p. 354-359, 2008.

SILVA, L. F. D. **Avaliação de unidades produtivas da agricultura familiar no perímetro irrigado de Sumé, PB**. Campina Grande, 2006. 87 p. Dissertação de Mestrado (Curso de agronomia). CTRN, Campina Grande, 2006.

SILVA, A. J. N. **Alterações físicas e químicas de um Argissolo Amarelo coeso sob diferentes sistemas de manejo com cana-de-açúcar.** Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 120p. (Tese de Doutorado).

SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. Mecanismos envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. p. 161 – 180, 2010. In:

SILVEIRA, K. R.; RIBEIRO, M. R.; OLIVEIRA, L.B.; HECK, R. J.; SILVEIRA, R. R. Gypsum saturated water to reclaim alluvial saline sodic and sodic soils. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, n.1, pag. 69-76, 2008.

SILVEIRA, K. R.; SILVEIRA, R.R.; OLIVEIRA, F. A. formação e estabilidade de agregados de um solo sódico tratado com gesso e com vinhaça. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, 2, 1999. **Resumo...**, Recife, Imprensa Universitária, 1999.p.80.

SILA NETO, A.F. **Avaliação dos recursos hídricos e uso da terra na Bacia do Alto Rio Sucuru, com base em imagens TMLandsat5.** Campina Grande, UFPB, 1983. 155p. Dissertação de Mestrado.

SOARES, F. A. L.; CARNEIRO, P. T.; GOMES, E. M.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo sob irrigação suplementar com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 2, p. 151 – 156, 2008.

SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; VIANA, S. B. A.; UYEDA, C. A.; FERNANDES, P. D. Water salinity and initial development of yellow passion fruit. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 491-497, 2002.

SOUSA, G. B.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; BECKMAN CAVALCANTE, M. Z.; NASCIMENTO, J. A. M. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para a formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, p. 172 – 180, 2008.

SOUSA, R. P. **Utilização do gesso agrícola e matéria orgânica na água de irrigação sobre a melhoria de um solo afetado por sódio trocável.** 1995. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1995.

SOUZA, G. B. DE; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; BECKMAN-CAVALCANTE, M. Z.; NASCIMENTO, J. A. M. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para a formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. **Revista Caatinga**, v.21, p.172-180, 2008.

SUDENE: Superintendência Adjunta de Desenvolvimento Social e Infra-estrutura. 1983.

**Proposições de Política Social para o Nordeste.** Recife: SUDENE, 98p....1994. Nordeste-cidadania e desenvolvimento: esboço de uma política regional. Recife. 95p.tab.

TAVARES FILHO, A. N. **Níveis da necessidade de gesso sobre as características físico-químicas e na correção de solos salino sódicos do Perímetro Irrigado de Ibimirim-PE.** Recife-PE, 2010. 82 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola, Área de Concentração (Manejo Integrado de Água e Solo), Recife, 2010.

TRAJANO, E. V. A. **Rejeitos de mineradoras como substrato na produção de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.).** Patos-PB, 2010. 31 p. Monografia (Graduação) Curso Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos, 2010.

TRAJANO, E. V. A.; SANTOS, BAKKE, O. A.; VITAL, A. F. M.; SANTOS, Y. M.; QUARESMA, J. M.; SALVIANO, V. M. **Crescimento do pinhão manso em substratos com rejeitos de mineração do semiárido-PB** In. IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simposio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa, PB – 2010.

VERONESE, M.; ECHER, F. R.; PAIVA, C. R.; ROSOLEM, C. A. **Alterações químicas do solo e produtividade do algodoeiro pela aplicação de gesso agrícola.** VII Congresso Brasileiro do Algodão, Foz do Iguaçu, PR – 2009.

VITAL, A. F. M.; SANTOS, R. V.; CAVALCANTE, L. F., SOUTO, J. S. Comportamento de atributos químicos de um solo salino-sódico tratado com gesso agrícola e fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 1, 30-36, 2005.

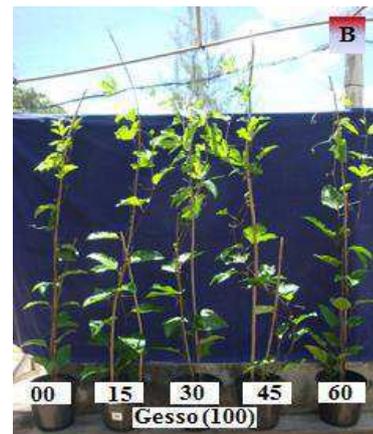
VITAL, A. F. M. **Efeitos do gesso e do fósforo na disponibilidade de nutrientes e no desenvolvimento inicial do cajueiro em solo salino-sódico.** 2002. 93f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2002.

# APÊNDICES

**Apêndice I** – Vermiculita-esterco na ausência de gesso (A) x vermiculita-esterco na presença de gesso (B); caulim-esterco na ausência de gesso (C) x caulim-esterco na presença de gesso (D)



**Apêndice II** – Vermiculita-esterco na ausência de gesso nas várias doses de compostos (A) x vermiculita-esterco na presença de gesso nas várias doses de compostos (B)



**Apêndice III** – Caulim-esterco - com ausência de gesso nas várias doses de compostos (A) x caulim-esterco na presença de gesso nas várias doses de compostos (B)

