



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

**GESSO E REJEITO DE CAULIM NA CORREÇÃO DE  
UM SOLO SALINIZADO E NO CRESCIMENTO DE  
GRAMÍNEAS**

**Osilene da Nóbrega Pereira**  
Engenheira Florestal

Patos – Paraíba – Brasil  
2008



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

**GESSO E REJEITO DE CAULIM NA CORREÇÃO DE  
UM SOLO SALINIZADO E NO CRESCIMENTO DE  
GRAMÍNEAS**

**Osilene da Nóbrega Pereira**

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

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

Patos – Paraíba – Brasil  
2008



Biblioteca Setorial do CDSA. Junho de 2022.

Sumé - PB

FICHA CATALOGADA NA BIBLIOTECA SETORIAL DO  
CAMPUS DE PATOS - UFCG

Pg  
2008

Pereira, Osilene da Nóbrega.

Gesso e rejeito de caulim na correção de um solo salinizado e no crescimento de gramíneas. / Osilene da Nóbrega Pereira. – Patos - PB: CSTR, UFCG, 2008.

28p.: il. color.

Inclui bibliografia

Orientador: Rivaldo Vital dos Santos.

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

1 – Solo – análise química e física - Monografia. 2 –Gesso agrícola - recuperação de solo. 3- Gramíneas. 1 – Título.

CDU: 631.4 16 /.417

UFCG PATOS BIBLIOTECA

2008  
1605



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

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

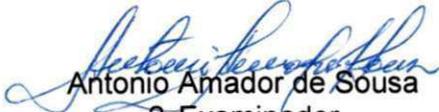
**TÍTULO: GESSO E REJEITO DE CAULIM NA CORREÇÃO DE  
UM SOLO SALINIZADO E NO CRESCIMENTO DE GRAMÍNEAS**

**Autora: Osilene da Nóbrega Pereira  
Orientador: Prof. Dr. Rivaldo Vital dos Santos**

Monografia aprovada como parte das exigências para à obtenção do Grau de Engenheira Florestal pela Comissão Examinadora composta por:

  
Rivaldo Vital dos Santos  
Orientador

  
Diercules Rodrigues dos Santos  
1ª Examinador

  
Antonio Amador de Sousa  
2º Examinador

Patos (PB), 27 de novembro de 2008

## BIOGRAFIA DO AUTOR

**Osilene da Nóbrega Pereira** – Nasceu em 19 de agosto de 1982, no município de Catolé do Rocha/PB. Em 1997 concluiu o Ensino Fundamental, na Escola Estadual de 1º e 2º Grau Auzanir Lacerda, Patos/PB. Em 2000 concluiu o Ensino Médio, na Escola Estadual de 1º e 2º Grau Monsenhor Manuel Vieira, Patos/PB. Em 2008 concluiu o curso de Engenharia Florestal, pela Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, onde foi bolsista remunerado de Extensão, pelo Programa de Bolsas de Extensão (PROBEX/UFCG), no período de abril a dezembro de 2005 com carga horária de 384 horas sob orientação da Profª Maria de Fatima Freitas, foi bolsista também do programa PIBIC/UFCG, por quase dois anos participando dos Projetos Intitulados: "Recuperação de Áreas Degradadas - Seleção de Gramíneas Forrageiras" no período de fevereiro a julho/2006 e "Avaliação comparativa entre métodos de extração em solos salino-sódico do semi-árido da Paraíba" no período de agosto/2006 a julho/2007 e foi também bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Artístico Cultural – PIBIAC no período de agosto de 2007 a março de 2008 com carga horária de 384 horas no Projeto "Confecção de utensílios de cerâmica com conhecimentos de solos" sob orientação do Profº. Rivaldo Vital dos Santos.

**Aos meus pais**

*Otávio Pereira Vieira e Maria da Nóbrega Pereira*

**A meu esposo**

*Flávio Alves de Medeiros*

**DEDIÇÃO**

**Aos meus irmãos**

*Olavo, Ozanira, Ozailton, Ozivan, Ozenildo, Ozileide e Osvaldo*

**Aos meus sobrinhos**

*Nadiane, Alan, Hugo, Heitor, Tarsis, Gesrael e Millena*

**Aos meus cunhados**

*Nadja, Josefrito, Maria Queiroga e Flávia*

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

À Deus que sempre mim guiou e mim deu força para continuar;

À minha família, que sempre contribuiu para minha educação;

Ao Professor Rivaldo Vital dos Santos, por todo o ensinamento que mim proporcionou, pela amizade e orientação nesta monografia;

A Professora Maria de Fátima de Freitas, por todo o ensinamento que mim proporcionou, pela amizade e orientação;

Aos membros da Banca Examinadora, Rivaldo Vital dos Santos, Diercules Rodrigues dos Santos e Antonio Amador de Sousa pela disponibilidade da participação e pelas valiosas contribuições;

As minhas amigas, Bruna Vieira, Fabliciane, Roberta Albuquerque, e Shyrlei Tavares;

Aos colegas de curso, Pedro Nicó, Karla, Romário, Edinalva, Clecio, Estevão, Daniel, José Aminthas, Márcio Geyton, Petley e Alan Cauê;

Aos professores do Curso de Engenharia Florestal, que de forma positiva contribuíram para minha formação;

Ao programa CNPq/PIBIC pela oportunidade de realizar esta pesquisa;

A todos aqueles que por ventura tenha esquecido de citar seus nomes e que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho e em minha graduação, meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

	Página
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	x
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	x
<b>RESUMO</b> .....	xi
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	04
2.1. Espécies Utilizadas.....	04
2.1.1 Sorgo ( <i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) .....	04
2.1.2 Milheto ( <i>Pennisetum americanum</i> CL) Leeke [P. <i>Glaucum</i> (L.) R. Br].....	05
2.1.3 Capim Buffel ( <i>Cenchrus ciliaris</i> , L.).....	06
2.1.4 Capim Urocloa ( <i>Urochloa mosambicensis</i> (Hanck.) Dandy.....	07
2.2. Uso de Corretivos em Solos Salinizados.....	08
2.2.1 Gesso.....	08
2.2.2 Fontes Alternativas .....	09
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	11
3.1 O solo: localização, amostragem e caracterização.....	11
3.2 Experimentos.....	12
3.2.1 Primeira etapa .....	12
3.2.2 Segunda etapa.....	12
3.2.2.1 Aplicação do gesso agrícola e rejeito do caulim e fertilização.....	13
3.2.2.2 Semeadura, condução e parâmetros avaliados.....	13
3.3 Análise dos dados.....	14
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	15
4.1 Primeira etapa.....	15
4.1.1 O pH.....	15
4.1.2 Condutividade elétrica.....	15
4.1.3 Sódio .....	16
4.2 Segunda etapa.....	17
4.2.1 Análise do solo.....	17
4.2.2 Altura das plantas.....	17
4.2.3 Massa do material vegetal.....	19

4.2.3.1 Massa material vegetal fresco.....	20
4.2.3.2 Massa material vegetal seco.....	21
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>23</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>24</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>28</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> Altura das gramíneas em seis semanas, nos quatro tratamentos estudados.....	18
<b>Figura 2.</b> Produção relativa das gramíneas nos vários tratamentos.....	19

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>Tabela 1.</b> Características físicas do solo salinizado e não salino.....	11
<b>Tabela 2.</b> Caracterização química do solo e do rejeito do caulim utilizados no experimento.....	12
<b>Tabela 3.</b> Variação do pH nas 3 lavagens, em cada tratamento.....	15
<b>Tabela 4.</b> Condutividade elétrica em cada tratamento.....	16
<b>Tabela 5.</b> Variação dos teores do Na nas lavagens, em cada tratamento.....	16
<b>Tabela 6.</b> Resultado da análise do solo após as lavagens.....	17
<b>Tabela 7.</b> Produção de material vegetal fresco por tratamento.....	20
<b>Tabela 8.</b> Produção de material vegetal fresco por espécie.....	20
<b>Tabela 9.</b> Variação da produção de material vegetal fresco das espécies, em cada tratamento.....	21
<b>Tabela 10.</b> Produção de material vegetal seco por tratamento.....	21
<b>Tabela 11.</b> Produção de material vegetal seco por espécie.....	22
<b>Tabela 12.</b> Variação da produção de material vegetal seco das espécies, em cada tratamento.....	22

Pereira, Osilene da Nóbrega. **Gesso e rejeito de caulim na correção de um solo salinizado e no crescimento de gramíneas**. 2008. Monografia (Graduação) Curso de Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos-PB, 2008.

## **GESSO E REJEITO DE CAULIM NA CORREÇÃO DE UM SOLO SALINIZADO E NO CRESCIMENTO DE GRAMÍNEAS**

**RESUMO** - Os solos degradados por sais são freqüentes em áreas áridas e semi-áridas e, especificamente na Paraíba, são comuns nos perímetros irrigados. Há necessidade de corrigir tais solos e reintegra-los à produtividade agrícola. Dessa forma o presente trabalho objetiva avaliar o efeito de corretivos e selecionar plantas mais tolerantes no processo de recuperação de solos salinizados. Numa primeira etapa aplicou-se gesso e rejeito de mineração no solo e avaliou-se a quantidade de sais e de sódio lixiviados. Na fase seguinte testou-se o crescimento e produção das espécies sorgo milheto, uroclou e buffel nos tratamentos: solo não salino, solo salinizado, solo salinizado mais gesso e solo salinizado mais rejeito. A princípio o solo foi mantido úmido e em seguida coletou-se amostras de solo para a determinação do pH, Na e condutividade elétrica. Após a semeadura realizou-se medições semanais da altura das plantas e no final do experimento quantificou-se a produção de biomassa. Os resultados demonstraram que o gesso agrícola proporcionou uma maior remoção de sais solúveis e de sódio trocável do solo, e maior crescimento e produção vegetal, principalmente das gramíneas milheto e sorgo, respectivamente.

**Palavras-chave:** corretivos, salinidade, solo

Pereira, Osilene da Nóbrega. **Plaster and I reject of kaolin in the correction of a soil salinizado and in the growth of grassy**. 2007. Monograph (Graduation) Course in Forest Engineer. CSTR/UFCG, Patos-PB, 2007.

## **PLASTER AND I REJECT OF KAOLIN IN THE CORRECTION OF A SOLO SALINIZADO AND IN THE GROWTH OF GRASSY**

**ABSTRACT-** The soils degraded by salts are frequent in arid and semi-arid areas and, specifically in Paraíba, they are common in the irrigated perimeters. There is need to correct such soils and you reinstate them to the agricultural productivity. In that way the present work aims at to evaluate the effect of punishments and to select more tolerant plants in the process of recovery of soils saline-sodic. In a first stage gypsum was applied and I reject of mining in the soil and the amount of salts was evaluated and of sodium leached. In the following phase it was tested the growth and production of the species sorghum bicolor, *Pennisetum americanum*, *Urochloa mosanbicensis* and *Cenchrus ciliaris* in the treatments: soil no saline, soil saline-sodic, soil saline-sodic more gygsum and soil saline-sodic more reject. At first the soil it was maintained humid and soon afterwards it was collected soil samples for the determination of the pH, sodium and electric conductivity. After the sowing he/she took place weekly measurements of the height of the plants and in the end of the experiment the biomass production was quantified. The results demonstrated that the agricultural plaster provided a larger removal of soluble salts and of exchangeable sodium of the soil, and larger growth and vegetable production, mainly of the grassy *Pennisetum americanum* and *sorghum bicolor*, respectively.

**Key words:** amendment, salinity, soil

# GESSO E REJEITO DE CAULIM NA CORREÇÃO DE UM SOLO SALINIZADO E NO CRESCIMENTO DE GRAMÍNEAS

## 1 INTRODUÇÃO

A degradação ambiental é um problema de abrangência mundial que ocorre, sob várias intensidades, principalmente nas regiões áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas, sendo resultante de vários fatores, entre os quais as variações climáticas e as atividades humanas.

Dentre os principais fatores que provocam a degradação nas regiões semi-árida pode-se relacionar o desmatamento ou a remoção da vegetação natural para fins de agricultura ou domésticos, expondo o solo aos agentes de erosão; a degradação química que ocorre principalmente nos perímetros irrigados consequência de manejo inadequado quanto à utilização da água de irrigação, drenagem, fertilizantes e máquinas agrícolas, originando acúmulo de sais nas camadas superficiais e subsuperficiais do solo.

A precipitação pluviométrica limitada nessas regiões, associada à baixa atividade bioclimática, ao menor grau de intemperização, a drenagem deficiente e a utilização de água de má qualidade, conduzem à formação de solos com alta concentração de sais. Além das modificações químicas e físicas dos solos sódicos, a irrigação desses solos com água que nem sempre é indicada para a agricultura irrigada proporciona aumento da concentração de sais. O excesso de sais e de sódio trocável, o alto pH, as propriedades físicas indesejáveis e a reduzida disponibilidade de nutrientes limitam o desenvolvimento das culturas em tais solos. As culturas desenvolvidas nesses solos, invariavelmente, sofrem desordens nutricionais.

O nível de alcalinidade do solo está relacionado com o aumento da concentração de sódio trocável no complexo sortido do solo. De acordo com Tanji (1990), os solos salino-sódicos e sódicos (alcalinos) ao provocar a dispersão das argilas, paulatinamente estas vão sendo carregadas para as camadas adensadas ou impermeáveis. A baixa produtividade das culturas, principalmente nos perímetros irrigados é de ocorrência comum e o subsequente abandono das terras é uma prática rotineira.

Relativo à salinidade e a sodicidade, estas são condições do solo que ocorrem principalmente nas regiões áridas e semi-áridas da terra, às quais situam-se entre as

latitudes 10° e 40°, em ambos os hemisférios, e perfazem aproximadamente 55% da área total afetada das terras do globo. Uma avaliação nessas áreas revela que os solos afetados por sais ocupam uma superfície de 952,2 milhões de hectares, constituindo 7% da área total das terras ou 33% dos solos potencialmente aráveis do mundo ( GUPTA & ABROL, 1990).

Anualmente, 10 milhões de hectares de terras irrigadas são abandonados devido aos problemas de salinização e/ou sodicidade. O Nordeste Brasileiro apresenta uma área potencial de irrigação estimada em 6 milhões de hectares e atualmente 25% dos perímetros irrigados existentes na região Nordeste estão salinizados (BRITO, 2002; GOMES et al., 2002). Pereira et al. (1986) citam um levantamento segundo o qual a área de solos afetados por sais no Brasil é superior a 9,1 milhões de hectares. São vários os perímetros irrigados no Nordeste: Morada Nova - CE (3611 ha), Lima Campos - CE (3553 há), Moxotó-Pe (2462 ha), Curu Paraibana- Ce (1941 ha), São Gonçalo- PB (4600 ha), Sumé- PB (147 ha) e capoeira- Pb (320 ha). Na Paraíba a avaliação de 850 ha no perímetro irrigado de São Gonçalo, revela que 40% da área é afetada por sais (CORDEIRO et al, 1988).

A utilização de corretivos neutros, o gesso, ou de reação ácida, o  $H_2SO_4$ , constituem alternativas para a recuperação desses solos. As avaliações de outras fontes, como rejeitos de mineradoras de caulim, constituem uma opção promissora, pois com o seu emprego, resolve-se um grave problema ambiental e está dando-se uma utilização agrícola ao subproduto das mineradoras. Só assim pode-se justificar o elevado investimento inicial nos perímetros irrigados, evitar um grave problema social para as famílias de agricultores que exploram tais áreas, e também reduzir o impacto ambiental provocado pelo acúmulo de sais na superfície do solo.

Os efeitos adversos da salinidade sobre as plantas se devem ao decréscimo do potencial osmótico, à toxicidade devido ao excesso de íons específicos absorvidos e/ou aos desequilíbrios nutricionais, efeitos que variam com a espécie vegetal e estágio de desenvolvimento, com o tempo de exposição, concentração salina e natureza dos sais presentes na solução do meio de crescimento das raízes (LEVITT, 1972; MANSOUR & SALAMA, 2004).

A avaliação do comportamento de espécies de gramíneas forrageiras em solos degradados, visando à escolha de plantas mais tolerantes aos sais representa uma alternativa viável já que as gramíneas, além de fornecer matéria orgânica para o solo,

reduz a evaporação da água, aumenta a permeabilidade do solo e serve como fonte de alimentos a animais.

As condições de salinidade são freqüentes nos perímetros irrigados das regiões semi-áridas, onde os solos apresentam restrições quanto à capacidade de uso. Uma possível alternativa corresponde a seleção de gramíneas forrageiras, tais como, o sorgo, milho, capim buffel e urocloa para serem cultivadas em solos degradados por sais.

Dessa forma o presente trabalho objetiva identificar espécies de gramíneas forrageiras que apresentem tolerância às condições salinas, avaliar o efeito do gesso e do rejeito de caulim na recuperação de um solo salino-sódico e avaliar o efeito de corretivos no crescimento e produção de gramíneas em solos salinizados.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Espécies utilizadas**

As condições de salinidade são freqüentes nos perímetros irrigados das regiões semi-áridas, onde os solos apresentam restrições quanto à capacidade de uso; portanto, buscam-se nesse trabalho, espécies que apresentem maior resistência a tais condições adversas.

Como plantas pioneiras, as gramíneas têm importância fundamental do ponto de vista ecológico, ajudando na recuperação, proteção e fixação do solo, também apresentam adaptação morfológica ao crescimento sob sombreamento, onde a necessidade de dobrar a folha para reduzir a perda de água é menor e seu valor nutritivo depende da própria espécie, da idade, estação do ano, relação caule-folha, e dos nutrientes do solo (NASCIMENTO & ARAÚJO, 2004).

#### **2.1.1 Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)**

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) provavelmente foi "domesticado" na Etiópia, cerca de 5.000 anos atrás, e em seguida foi cultivado na África Ocidental, desde o Sudão até o rio Niger. Esta "domesticação" possivelmente se processou cerca de 1.500 anos antes de serem desenvolvidos os primeiros arados de madeira (FERNANDES, 1981). É uma cultura relativamente nova nas Américas, tendo sido introduzido nos Estados Unidos em 1857. No Brasil, a sua introdução se atribui aos escravos, onde a cultura ficou conhecida como milho d'Angola (LIRA, 1981). Embora seja uma cultura antiga, foi somente no final do século XIX que apresentou importância dentre os cereais, chegando a ser o quinto do mundo em área cultivada, após o trigo, milho, arroz e cevada (OLIVETTI & CAMARGO, 1997; LIMA, 1998).

O sorgo consiste de planta típica de clima quente, de características xerófilas, que além da sua baixa exigência em termos de riqueza mineral do solo, apresenta tolerância/resistência aos fatores abióticos, tais como: estresse hídrico, salinidade e encharcamento (planta mais tolerante depois do arroz). Além disto, apresenta elevada eficiência de uso de água, sendo necessários, em média, 250 a 400g de água para

produzir 1g de matéria seca. Nesta cultura, a eficiência de uso de água é superior a grande maioria das gramíneas tropicais (TABOSA *et al.*, 1987).

A utilização do sorgo é multivariada, desde a alimentação humana e animal, até a produção largamente na alimentação humana sob a forma de farinha na Índia, China, Sudão, Etiópia, Nigéria e outros países da África. No Ocidente, onde a cultura foi introduzida em meados do século passado, é utilizado como substitutivo do milho na alimentação animal.

No Brasil, o sorgo compreende uma cultura recente, onde a partir da década de 70, se tornou significativamente comercial, quando a área de plantio alcançou 80 mil hectares, concentrados principalmente no Rio Grande do Sul e São Paulo (LIRA, 1981). Por outro lado, vale salientar que, embora apresentando elevado nível de conhecimento tecnológico sobre a cultura por parte das entidades de pesquisa e da alta capacidade de produção das cultivares disponíveis no mercado, a área de cultivo e produtividade média nacional têm se mantido baixas, aquém do potencial genético da cultura. Neste âmbito, segundo Olivetti & Camargo (1997), vários fatores têm contribuído para esta situação: baixo grau de conhecimento e informação por parte da área técnica; baixa utilização de insumos e outros investimentos; falta de tratamento adequado à cultura por parte do produtor; dificuldade de transferência de conhecimento e das informações disponíveis; instabilidade na comercialização e na política de preços; falta de uma política oficial definida e de acesso à política oficial de comercialização; e pouco esclarecimento por parte dos agentes financeiros.

### **2.1.2 Milheto (*Pennisetum americanum* CL.) Leeke**

Cultivado há muito tempo no continente africano, o milheto, cujos grãos contêm cerca de 16% de proteína, é usado como fonte de alimento pelas populações que vivem nas regiões periféricas do Deserto do Saara. Já na Índia, além de fazer parte da alimentação humana, começou a ser pesquisado e melhorado como forragem para o gado, o que o levou a conquistar espaço como "pastagem da seca" também nos Estados Unidos.

Para sobreviver em condições de solo e clima às vezes bastante inóspitas, o milheto desenvolveu um sistema radicular profundo, que permite à planta aproveitar

os nutrientes que estão abaixo da camada superficial do solo. Assim, as grandes raízes, além de descompactar e reestruturar a terra, têm acesso à água em períodos de seca.

A capacidade de aproveitar melhor os nutrientes (principalmente nitrogênio e potássio) também permite ao milheto um crescimento vigoroso, chegando a 2 metros de altura. A formação abundante de massa verde protege o solo da incidência direta do sol e da invasão de plantas daninhas.

Andrews & Kumar (1992) relatam que o milheto apresenta uma série de vantagens para cultivo e produção de grãos nas regiões semi-áridas. No Brasil, notadamente nas regiões Nordeste e Centro-Oeste, as perspectivas para o cultivo do milheto, tanto para a produção de grãos como para forrageiras, são bastante boas devido às condições dos solos ácidos e de fertilidade média ou baixa encontradas, o que permite economia na implantação da cultura comparado aos investimentos necessários para a produção de milho e de sorgo.

### **2.1.3 Capim Buffel (*Cenchrus ciliaris*, L.)**

Originário da África, o capim-buffel é uma espécie perene, de porte variando de 0,6 a 1,5 m de altura, dependendo da variedade ou cultivar. De maneira geral, apresenta melhor crescimento em solos leves e profundos, podendo também crescer satisfatoriamente em solos argilosos com boa drenagem, e seu enraizamento é profundo. Seu valor nutritivo é alto, com alta digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta, e possui boa palatabilidade. A produtividade de diversas variedades do capim-buffel varia de lugar para lugar, de acordo com a maior ou menor adaptação às condições locais, com produtividade variando de 8 a 12 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de matéria seca (OLIVEIRA, 1981).

Diversas pesquisas têm sido realizadas no semi-árido nordestino com o capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), envolvendo adaptação de variedades, métodos de plantios, adubações, e uso integrado com a caatinga. Vários centros de pesquisas vêm desenvolvendo testes com a espécie.

A produção de matéria seca e a composição química do capim buffel obviamente são dependentes não só da variedade utilizada, como também das

condições edafoclimáticas, além de estágio vegetativo, níveis da fertilização e partes da planta, dentre outras (OLIVEIRA 1981).

Bovey et al. (1980) observaram que, apesar da alta resistência à seca, o capim-buffel apresenta-se com alta potencialidade sob maiores níveis de umidade do solo, desde que as condições naturais de crescimento sejam favoráveis. Conforme esses autores, no Texas a principal dificuldade no estabelecimento do capim-buffel irrigado é o baixo vigor das sementes e a severa competição com outras forrageiras perenes.

#### **2.1.4 Capim Urocloa (*Urochloa mosambicensis* (Hanck.) Dandy**

Segundo a FAO (2004), *Urochloa mosambicensis* tem como sinônimo *Echinochloa notabile* (gancho f) Rhind. E possui vários nomes comuns como: grama de Sabi (Austrália), Grama do Gonya (Zimbabwe), *Urochloa Comum* (África do Sul).

O capim urocloa é uma planta morfológicamente muito parecida com as braquiárias, tem hábito de crescimento variável, podendo apresentar estolões ou pequenos rizomas. Os caules são lisos e podem alcançar até 100 cm de comprimento, enquanto as folhas medem, aproximadamente, 15 cm de comprimento por 1,5cm de largura e apresenta pêlos em ambas as faces (OLIVEIRA, 1999). Sua semente possui 60% de pureza e 3% de germinação que pode ser plantada em sulcos, covas ou a lanço, variando a quantidade de 5 a 10 Kg/há de sementes a ser plantada (FAO, 2004).

É uma gramínea perene, adaptada às regiões quentes, com chuvas de verão. Apresenta uma moderada resistência à seca e requer, para o seu plano de desenvolvimento, uma precipitação anual entre 500 e 1000 mm. Pode ser cultivada em vários tipos de solos, tendo ligeira preferência por aqueles de textura pesada, argilosos, que são capazes de reter umidade por um período maior.

No semi-árido do Brasil a produtividade do capim urocloa varia com a quantidade e a distribuição das chuvas ocorridas durante o ano. Em trabalhos realizados no CPATSA (Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-árido), sua disponibilidade média, por ocasião da floração, foi de 3,154kg de matéria seca/ha, atingindo seus maiores níveis quando houve distribuição regular das chuvas do início ao fim do período chuvoso.

Viana (1972) avaliou o comportamento do capim urocloa em condições de litorâneas do Ceará, observando produções de massa verde de até 21 toneladas/há/ano, em regime de cinco corte.

O capim urocloa, além do uso para partejo dos animais, por possuir caules tenros e folhagem abundante no início da floração pode ser utilizado para a produção de feno, pois apresenta altos níveis protéicos e de digestibilidade, o que permite produzir um feno de boa qualidade (OLIVEIRA, 1999).

## **2.2 Uso de corretivos em solos salino-sódico**

### **2.2.1 Gesso**

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

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

A literatura que trata dos efeitos do gesso na correção de solo sódico ou salino-sódico é ampla. Os trabalhos são unânimes que a aplicação do gesso ao solo propicia um rápido deslocamento inicial do sódio retido nos pontos de troca, e que sua ação continua a existir ao longo do tempo, porém mais lentamente.

Pratter *et al.* (1978) avaliando a eficiência de vários produtos na correção de solos sódicos, constataram que a quantidade de sódio na solução eluída, em valores acumulados, aumentou no decorrer do tempo, principalmente quando o melhorador

utilizado foi o gesso. A quantidade de gesso dissolvido é função linear dos moles de  $\text{Na}^+$  trocável substituídos. Tal constatação foi verificada por Oster & Frenkel (1980) após homogeneização do gesso com soluções de sais sódicos. Acrescentam que há uma redução na eficiência de dissolução do sulfato de cálcio com o decréscimo da concentração de sódio trocável. Os autores sugerem que há uma reação do sódio com o sulfato formando o complexo  $\text{NaSO}_4^-$ . Durante o processo de correção de solos salino-sódicos a solubilidade do gesso é aumentada pela redução do coeficiente de atividades do cálcio e sulfato na solução. O aumento da força iônica da solução, com o tempo, tende a reduzir a solubilidade.

### 2.2.2 Fontes alternativas

No Estado da Paraíba muitas mineradoras realizam a lavra do mineral bruto artesanalmente, mas tal extração corresponde a uma importante fonte de renda para a população da Província Pegmatítica da Borborema-Seridó, principalmente nos períodos prolongados de estiagem (UFPB/SUEP, 1986). No semi-árido paraibano, principalmente nos municípios de Juazeirinho e Junco do Seridó, existem um total de 14 mineradoras, sendo 8 de pequeno porte, 5 de médio porte e 1 de grande porte com produções de 10 t/semana, 20 t/dia e 50 t/dia, respectivamente. Isso representa uma produção anual estimada de 1728 toneladas. Essas e outras mineradoras constituem a principal fonte de emprego para os moradores desses municípios.

A lavra ou mineração de argila provoca a degradação física, muitas vezes de forma drástica, podendo provocar forte impacto visual, modificações na topografia, erosão do solo, assoreamento de drenagens, dentre outros eventos (NAU & SEVEGNANIM 1997; BALISTIERI & AUMOND, 1997).

O caulim é uma argila pura, de cor branca, resultante da decomposição dos feldspatos por efeito da hidratação (DANA, 1974). É empregado na produção de porcelanas; cerâmicas finas, indústria de papel, tintas, alimentos, cosméticos, inseticidas, borrachas, fertilizantes e ração animal.

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

O caulim bruto sempre vem associado com outros minérios, principalmente quartzos, mica clara (moscovita) e feldspatos calcosódicos ou plagioclásios. Seu aproveitamento depende da concentração dessas "impurezas" presentes mas normalmente a quantidade de rejeitos produzidos varia de 50 a 70% do minério bruto.

A forte disponibilidade do rejeito das mineradoras de caulim constitui um sério problema para o produtor rural na região sendo sua utilização como corretivo adequada.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 O solo: localização, amostragem e caracterização

O experimento foi conduzido em telado do Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Campus de Patos - PB.

O rejeito do caulim foi obtido em uma mineradora localizada no Junco do Sérido na Paraíba e o gesso agrícola no comercio de Patos - PB.

Os solos foram coletados no perímetro irrigado Engenheiro Arco-Verde, Condado-PB. O clima da região é, segundo a classificação de Koppen, quente e seco, tipo Bsh, com precipitação pluvial média de 600 mm, e um período chuvoso que abrange os meses de janeiro a maio.

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

A análise granulométrica foi feita pelo método do densímetro (Bouyoucos), e a densidade global através do método do anel volumétrico, ambas metodologias descritas em CAMARGO et al. (1986). O extrato de saturação do solo foi obtido segundo o procedimento descrito em EMBRAPA, (1997). O cálcio e o magnésio foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o sódio e potássio por fotometria de emissão. A seguir foi calculado o percentual de sódio trocável ( $PST = \frac{Na}{CTC} \times 100$ ).

A caracterização física e química dos solos e rejeito do caulim é apresentada na Tabela 1 e 2.

Tabela 1. Características físicas do solo salinizado e não salino.

Solo	Areia	Argila	Silte	Classe Textural
	g.kg <sup>-1</sup>			
Salinizado	615	320	65	Franco Argiloso
Não Salino	695	220	85	Franco

Tabela 2. Caracterização química do solo e do rejeito do caulim utilizados no experimento.

Solo	pH <sub>1:2,5</sub>	CE <sub>1:5</sub> dS.m <sup>-1</sup>	P mg.kg <sup>-1</sup>	H+Al	Ca+Mg	Na	K	CTC	PST	V
					-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				%	%
Salinizado	9,9	0,67	144	0,0	10,1	11,2	0,56	21,8	51,4	-
Não Salino	7,5	0,14	126	1,32	11,4	0,78	0,95	14,4	5,41	91,1
Rejeito do Caulim	6,1	-	3,0	0,29	1,0	0,76	0,12	2,2	-	-

## 3.2 Experimentos

### 3.2.1 Primeira etapa

Foi conduzido um experimento com fatorial 3x3 com três repetições, objetivando avaliar a capacidade do gesso agrícola e do rejeito do caulim de remover sais solúveis e sódio trocável do complexo de troca do solo salino-sódico. Esse experimento constou de três tratamentos: solo salinizado, solo salinizado + gesso e solo salinizado + rejeito, com três repetições, totalizando nove parcelas. Cada parcela correspondeu a um recipiente com capacidade para dois litros de solo.

Após a incorporação do gesso (4g / 2 l de solo) e do rejeito (200g / 2 l de solo), o solo foi mantido vinte dias em incubação, com 70% de sua capacidade de campo. Em seguida procedeu-se três lavagens, aplicando-se 430 ml de água para cada lavagem (1/3 do valor total calculado), com a posterior coleta da solução eluída, em um total de 27 amostras.

Após as lavagens do solo procedeu-se a análise química das amostras das soluções eluídas obtidas de cada vaso, para se avaliar o efeito do corretivo gesso e rejeito do caulim, e também as características da solução eluída do solo salinizado com as determinações pH, condutividade elétrica e teores de sódio.

### 3.2.2 Segunda etapa

No experimento foi avaliado a tolerância à salinidade de quatro espécies: Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), Milheto (*Pennisetum americanum* CL) Leeke [P. Glaucum (L.) R. Br], Capim Urocloa (*Urochloa mosambicensis* (Hanck.) Dandy e Capim Buffel (*Cenchrus ciliaris*, L.), cultivadas sob quatro condições: solo não salino, solo salinizado, solo salinizado + gesso, solo salinizado + rejeito de caulim. Cada

tratamento teve três repetições. O experimento apresentou, portanto, um total de 48 vasos, cada um com 4,5 kg de solo.

Após a aplicação dos tratamentos os solos foram mantidos por vinte dias com conteúdo de água correspondente a 70% da capacidade de campo, isso proporcionou uma maior solubilização do gesso e do rejeito do caulim. A fase seguinte correspondeu à lavagem do solo, aplicando-se um volume d'água equivalente a 2(duas) vezes a porosidade do solo, seguindo-se a semeadura.

### **3.2.2.1 Aplicação do gesso agrícola e rejeito do caulim e fertilização**

O gesso agrícola foi peneirado em malha de 1,0 mm de abertura, para uniformizar sua granulometria, em seguida aplicou-se uma dose de 9 g de gesso aos 4,5 kg solo contidos em cada vaso. A dose de gesso aplicada, nos solos salinizado, foi calculada através de equilíbrio químico, como sugere RICHARDS (1954). O rejeito do caulim, após ser peneirado em malha de 2,0 mm de abertura, foi aplicado no solo uma dose 10 %v/v. Seguindo-se a lavagem dos solos efetuou-se uma fertilização básica no solo com 200mg/kg de P, via superfosfato simples e 100 mg/kg de N, via uréia, esta parcela de nitrogênio em três vezes: plantio, 15 e 30 dias após a germinação.

### **3.2.2.2 Semeadura, condução e parâmetros avaliados**

Foram semeadas seis sementes/vaso para o sorgo e o milho e, para o capim buffel e o urocloua, duas g vaso<sup>-1</sup>. Oito dias após a germinação foi efetuado o desbaste, mantendo-se três plantas por vaso. Para efeito comparativo, cada cultura teve uma testemunha absoluta, cultivada em solo não salino.

Semanalmente foram efetuadas medições das alturas das plantas. Transcorrido cinquenta dias à parte aérea das plantas foram colhidas, acondicionadas em sacos de papel, pesadas, secas em estufa com ventilação forçada a 65°C e pesadas novamente, obtendo-se assim o peso de material vegetal verde e seca.

A avaliação da espécie mais tolerante, em todos os tratamentos, foi feita através de produções relativas (PR) de Massa do Material Vegetal Fresco (MMVF) e

da Massa do Material Vegetal Seco (MMVS). Tomando como (100%) àquela apresentada pela cultura nos solos não salino.

### **3.3 Análise dos dados**

Na primeira etapa o tratamento estatístico utilizado foi um fatorial no tempo 3x3 (3 tipos de solos, 3 períodos), com 3 repetições. Na segunda etapa o tratamento envolveu 4 tipos de solos, 4 espécies e 3 repetições, em blocos casualizados. Para verificar o efeito dos corretivos e a diferença entre as espécies foram aplicados testes de média de Tukey a 5 %.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Primeira etapa

#### 4.1.1 O pH

A Tabela 3 apresenta os valores médios de pH em cada uma das 3 lavagens efetuada . Os resultados mostram que independentemente das lavagens no solo, verifica-se que a incorporação do corretivo gesso e do rejeito do caulim proporcionaram uma redução do pH do solo salinizado, alcançando um valor significativamente inferior ao do solo salinizado sem corretivo.

Constata-se ainda que o pH nas 3 lavagens, apresentou diferença significativa apenas no solo salinizado sem tratamento, não ocorrendo diferença estatística entre os solos com tratamento.

Tabela 3. Variação do pH nas 3 lavagens, em cada tratamento.

Lavagens	Solo Salinizado	*Solo S + G	*Solo S + R
1ª	8,00 <sub>BA</sub>	8,00 <sub>A</sub>	8,33 <sub>A</sub>
2ª	9,0 <sub>BA</sub>	8,00 <sub>B</sub>	8,33 <sub>AB</sub>
3ª	9,0 <sub>BA</sub>	8,00 <sub>B</sub>	7,67 <sub>B</sub>

\*S + G = solo salinizado mais gesso, S + R = solo salinizado mais rejeito do caulim. Números seguidos de letra minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

#### 4.1.2 Condutividade elétrica

A Tabela 4 apresenta os valores médios de condutividade elétrica em cada uma das 3 lavagens efetuada. Os dados mostram que independentemente dos tratamentos, observa-se que a condutividade elétrica foi significativamente superior na primeira lavagem, tendo redução a partir da segunda.

Verifica-se ainda na Tabela 4, que a incorporação do corretivo gesso proporcionou uma maior remoção do sais do solo salinizado, alcançando um valor de condutividade elétrica significativamente superior ao do solo salinizado sem corretivo e salinizado com rejeito do caulim.

Tabela 4. Condutividade elétrica em cada tratamento.

Lavagens	Solo Salinizado	*Solo S + G	*Solo S + R
	----- dS m <sup>-1</sup> -----		
1 <sup>a</sup>	5,00 <sub>aB</sub>	11,00 <sub>aA</sub>	5,67 <sub>aB</sub>
2 <sup>a</sup>	2,00 <sub>aA</sub>	5,33 <sub>bB</sub>	2,00 <sub>aA</sub>
3 <sup>a</sup>	1,00 <sub>aA</sub>	1,33 <sub>bA</sub>	1,67 <sub>aA</sub>

\*S + G = solo salinizado mais gesso, S + R = solo salinizado mais rejeito do caulim. Números seguidos de letra minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

#### 4.1.3 Sódio

A Tabela 5 apresenta os valores médios do sódio em cada uma das 3 lavagens efetuada. Independentemente das lavagens no solo, verifica-se que a incorporação do gesso proporcionou uma maior remoção do sódio do solo salinizado, alcançando um valor significativamente superior ao do solo salinizado sem corretivo e salinizado com rejeito do caulim.

Constatou-se ainda que os teores de sódio nas 3 lavagens, apresentaram diferenças significativas apenas quando aplicou-se o corretivo gesso. Apesar dos valores de sódio nos solos salinizados e naqueles que receberam rejeito do caulim serem maiores na primeira lavagem, não ocorreu diferença estatística (Tabela 5).

De acordo com a Tabela 5, observa-se que nos três tratamentos houve diferença significativa nos teores de sódio apenas na primeira lavagem, não ocorrendo diferença estatística nas demais lavagens.

Tabela 5. Variação dos teores do Na nas lavagens, em cada tratamento.

Lavagem	Solo Salinizado	*Solo S + G	*Solo S + R
	----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----		
1 <sup>a</sup>	5,67 <sub>aB</sub>	12,33 <sub>aA</sub>	7,00 <sub>aAB</sub>
2 <sup>a</sup>	2,00 <sub>aA</sub>	6,67 <sub>bA</sub>	2,67 <sub>aA</sub>
3 <sup>a</sup>	1,67 <sub>aA</sub>	1,33 <sub>bA</sub>	2,00 <sub>aA</sub>

\*S + G = solo salinizado mais gesso, S + R = solo salinizado mais rejeito do caulim. Números seguidos de letra minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

## 4.2 Segunda etapa

### 4.2.1 Análise do solo

Na Tabela 6 a qual apresenta os resultados da análise química do solo após as lavagens, verifica-se que a incorporação do corretivo gesso reduziu significativamente a condutividade elétrica do solo salinizado e mesmo comportamento foi observado nos teores de sódio do solo. Resultados similares sobre o efeito da aplicação de gesso no decréscimo da salinidade do solo foram também relatados por Rahman et al. (1996); esses autores observaram que a aplicação de gesso em solo salino-sódico aumentou a condutividade hidráulica do solo, favorecendo a lixiviação dos sais, o que resultou em redução na condutividade elétrica para valores  $< 4 \text{ dS m}^{-1}$ , tanto para a camada de 0-30 cm como para a de 30 - 60 cm de profundidade das colunas de solo.

Quanto ao pH não ocorreu diferença significativa para os tratamentos gesso e rejeito, sendo um resultado coerentes ao obtidos por Tertuliano et al. (2000) ao constatarem ação significativamente superior do ácido sulfúrico ao gesso sobre a diminuição do pH de um solo degradado por sódio trocável.

Tabela 6. Resultado da análise do solo após as lavagens.

Solos	CE <sup>1.5</sup> dS.m <sup>-1</sup>	Na cmolc.dm <sup>-3</sup>	pH
S + G	0,27 <sub>b</sub>	6,55 <sub>b</sub>	<b>9,7</b>
S + R	0,66 <sub>a</sub>	9,03 <sub>a</sub>	<b>9,7</b>
Salinizado	0,72 <sub>a</sub>	9,23 <sub>a</sub>	<b>9,8</b>

\*S + G = solo salinizado mais gesso, S + R = solo salinizado mais rejeito do caulim. Nas colunas, números seguidos de letra distintas diferem entre si a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

### 4.2.2 Altura das plantas

Observou-se que as gramíneas capim buffel, capim urocloa, milho e sorgo apresentaram altura reduzido quando cultivadas em solo salinizado, resultados que estão de acordo com aqueles obtidos por Martinez & Lauchli (1994), quando verificaram que o efeito mais comum da salinidade sobre as plantas, de maneira geral, era a limitação do crescimento devido ao aumento da pressão osmótica do

meio e a conseqüente redução da disponibilidade de água a ser consumida, afetando a divisão e o alongamento das células.

Os resultados mostraram que o buffel e o milheto foram mais tolerantes à salinidade, comparados ao sorgo e urocloa que apresentaram crescimento mais reduzido (Figura 1).

O gesso foi o corretivo que proporcionou melhores condições para o crescimento de todas as gramíneas cultivadas, sendo o milheto e sorgo as espécies que apresentaram maior altura (Figura 1). Esses resultados são coerentes com os apresentados por Sadiq et al. (2003) ao afirmarem que o ácido sulfúrico e o gesso, além de reduzirem a salinidade e a alcalinidade de um solo salino-sódico, promoveram maior crescimento e produção do arroz e trigo em relação ao solo com ausência dos corretivos. Segundo Vital (2002) o gesso promoveu aumentos significativos na disponibilidade de nutrientes e no crescimento inicial do cajueiro.

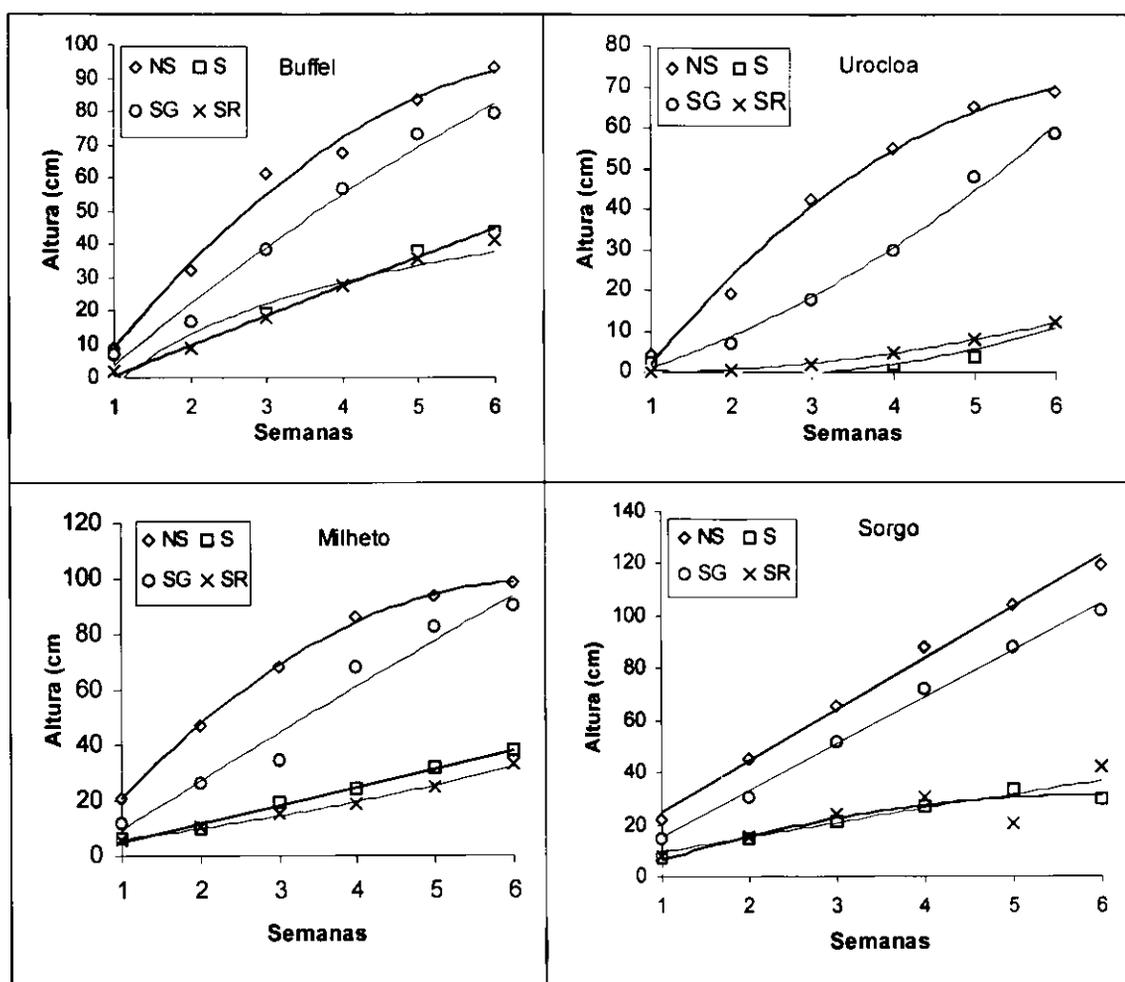


Figura 1. Altura das gramíneas em seis semanas, nos quatro tratamentos estudados.

#### 4.2.3 Massa do Material Vegetal

A Figura 2 apresenta a Produção relativa de Massa do Material Vegetal Fresco (MMVF) e a Massa do Material Vegetal Seco (MMVS) de das gramíneas nos quatro tratamentos. De acordo com os resultados, a espécie que apresentou maior e menor produção relativa nos solos salinizados sem tratamento foram milho (15,1% MMVF e 14,3% MMVS) e urocloa (0,7% MMVF e 0,5% MMVS), respectivamente. O gesso foi o corretivo que proporcionou melhores condições para o aumento da produção relativa de todas as espécies de gramíneas quando comparado com o rejeito do caulim.

O capim urocloa foi a espécie que apresentou menor produção em relação às demais espécies tanto no solo salino sódico (0,7% MMVF e 0,5% MMVS) como no solo salino com tratamento gesso (35% MMVF e 29,4% MMVS) e rejeito (7,6% MMVF e 4,4% MMVS). O milho com (48,4% MMVF e 45,5% MMVS) seguido do sorgo (39,8% MMVF e 41,7% MMVS) e do capim buffel com (40% MMVF e 38,4% MMVS) apresentaram melhor produção relativa no solo salino com gesso, respectivamente (Figura 2).

As Fotos 1, 2, 3 e 4 do anexo, ilustram esses resultados, permitindo a comparação visual dos tratamentos.

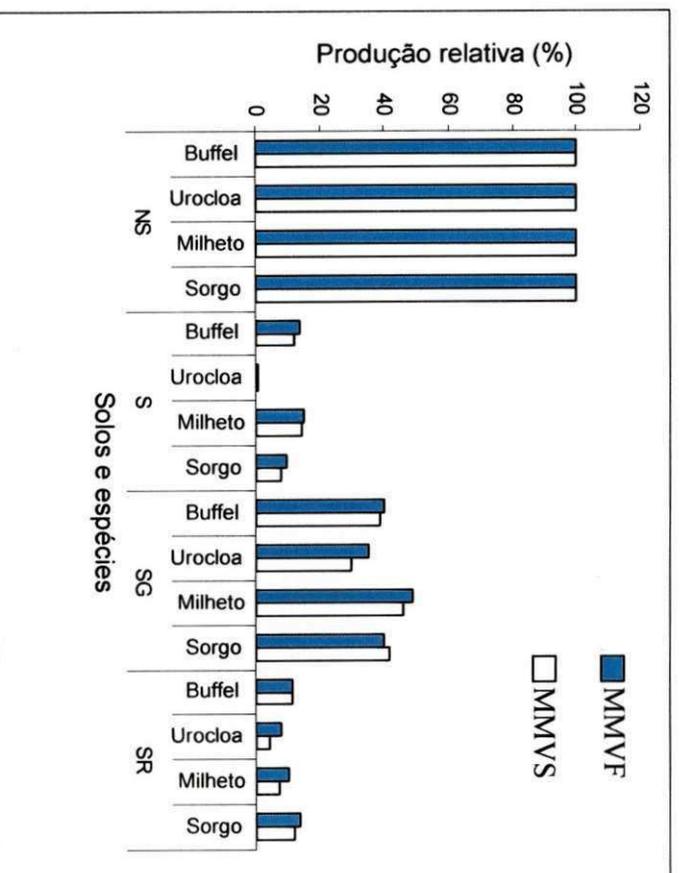


Figura 2. Produção relativa das gramíneas nos vários tratamentos.

#### 4.2.3.1 Massa do Material Vegetal Fresco

De acordo com os resultados de massa de material vegetal fresco (Tabela 7), e tomando como testemunha o solo não salino, observa-se que no solo salinizado com gesso, houve uma produção significativa, quando comparadas com os solos salino e salino com rejeito do caulim. A produção de material vegetal fresco no solo com gesso apresentou um aumento de 311% em relação ao solo salino sem tratamento.

Tabela 7. Produção de material vegetal fresco por tratamento.

Solos*	PMVF ----- g vaso <sup>-1</sup> -----
Salinizado	17,16 <sub>c</sub>
S + R	19,83 <sub>c</sub>
S + G	70,67 <sub>b</sub>
N Salino	171,33 <sub>a</sub>

\* S + G = solo salinizado mais gesso, S + R = solo salinizado mais rejeito do caulim, N salino = não salino. Na coluna, números seguidos de letra distintas diferem entre si a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Independentemente dos tratamentos, observa-se que na (Tabela 8) as espécies apresentaram diferença significativa na produção de material vegetal fresco, ocorrendo semelhança estatística entre as espécies milho e sorgo com maior produção e as espécies buffel e urocloa de menor produção. Tendo um aumento de 73,5% entre as espécies de maior e menor produção. De acordo com JEFFREY & IZQUIERDO (1989), os efeitos imediatos da salinidade sobre os vegetais podem ser resumidos em: seca fisiológica provocada pela redução no potencial osmótico; desbalanço nutricional devido à inibição da absorção de outros cátions pelo sódio e ao efeito tóxico específico dos íons sódio e cloro provocando redução no crescimento e na produção das plantas.

Tabela 8. Produção de material vegetal fresco por espécie.

Espécies	PMVF ----- g vaso <sup>-1</sup> -----
Buffel	49,50 <sub>b</sub>
Urocloa	52,50 <sub>b</sub>
Milho	82,33 <sub>a</sub>
Sorgo	94,66 <sub>a</sub>

Na coluna, números seguidos de letra distintas diferem entre si a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

De acordo com a Tabela 9, observa-se que a produção de material vegetal fresco das espécies de gramíneas apresentaram diferença significativa apenas no solo não salino e salino com gesso, sendo o gesso o tratamento que proporcionou melhores condições para a produção das gramíneas. Não ocorrendo diferença estatística nos demais tratamentos.

Tabela 9. Variação da produção de material vegetal fresco das espécies, em cada tratamento.

Espécies	S + R	g vaso <sup>-1</sup>		
		S + G	Salino	N Salino
Buffel	13,33	48,00 <sub>c</sub>	1,33	120,00 <sub>b</sub>
Urocloa	16,00	50,00 <sub>ab</sub>	16,66	142,66 <sub>b</sub>
Milheto	18,67	92,00 <sub>a</sub>	22,00	190,00 <sub>a</sub>
Sorgo	31,33	92,00 <sub>a</sub>	28,66	232,66 <sub>a</sub>

#### 4.2.3.2 Massa do Material Vegetal Seco

Na Tabela 10, observa-se que de acordo com os tratamentos e tomando como testemunha o solo não salino, houve uma maior produção de material vegetal seco no solo salino com gesso, em relação ao solo salino com rejeito e salino sem tratamento. Tendo o solo com gesso apresentado um aumento de 357% em relação ao solo salino sem tratamento. Larcher (2000) afirma que os processos de crescimento são particularmente sensíveis ao efeito dos sais, de forma que a taxa de crescimento e a produção de matéria seca são bons critérios para avaliação do grau de estresse e da capacidade de adaptação da planta à salinidade.

Tabela 10. Produção de material vegetal seco por tratamento.

Solos	PMVS
	g vaso <sup>-1</sup>
Salinizado	2,83 <sub>c</sub>
S + R	2,92 <sub>c</sub>
S + G	12,75 <sub>b</sub>
N Salino	31,41 <sub>a</sub>

\* S + G = solo salinizado mais gesso, S + R = solo salinizado mais rejeito, N salino = não salino.

Na coluna, números seguidos de letra distintas diferem entre si a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Independentemente dos tratamentos, observa-se que na Tabela 11, as espécies apresentaram diferença significativa na produção de material vegetal seco, ocorrendo semelhança estatística entre as espécies milho e sorgo com maior

produção e as espécies buffel e urocloa com menor produção, tendo um aumento de 75,9% entre as espécies de maior e menor produção.

Tabela 11. Produção de material vegetal seco por espécie.

Espécies	PMVS
	-----g vaso <sup>-1</sup> -----
Buffel	9,83 <sub>b</sub>
Urocloa	8,25 <sub>b</sub>
Milheto	15,50 <sub>a</sub>
Sorgo	16,33 <sub>a</sub>

Na coluna, números seguidos de letra distintas diferem entre si a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

De acordo com a Tabela 12, observa-se que a produção de material vegetal seco das espécies de gramíneas apresentaram diferença significativa apenas no solo não salino e salino com gesso, sendo o gesso o tratamento que proporcionou melhores condições para o desenvolvimento das gramíneas, não ocorrendo diferença estatística nos demais tratamentos.

Tabela 12. Variação da produção de material vegetal seco das espécies, em cada tratamento.

Espécies	S + R	S + G	Salinizado	N Salino
		-----g vaso <sup>-1</sup> -----		
Buffel	2,66	9,66 <sub>b</sub>	2,66	24,33 <sub>b</sub>
Urocloa	1,66	7,33 <sub>ab</sub>	0,00	24,00 <sub>b</sub>
Milheto	2,66	17,00 <sub>a</sub>	5,33	37,00 <sub>a</sub>
Sorgo	4,66	17,00 <sub>a</sub>	3,33	40,00 <sub>a</sub>

\* S + G = solo salinizado mais gesso, S + R = solo salinizado mais rejeito, N salino = não salino. Nas colunas, números seguidos de letra distintas diferem entre si a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

## 5 CONCLUSÕES

- O gesso agrícola proporcionou uma maior remoção de sais solúveis e de sódio trocável do solo, sendo recomendado para correção do solo salino sódico.
- As espécies de gramíneas apresentaram uma grande redução em seu crescimento quando cultivadas em solo salinizados sem aplicação prévia de corretivo.
- O crescimento das gramíneas foi mais acentuado com a incorporação do tratamento gesso.
- Nas condições do experimento recomenda-se a utilização das espécies milho seguido pelo sorgo e buffel, como as indicadas para a recuperação de áreas degradadas química e fisicamente pela salinidade no semi-árido nordestino.

## 6 REFERÊNCIAS

- ANDREWS, D.J., KUMAR, K.A. **Pearl millet for food, feed, and forage.** *Adv. Agron.*, v.48, p.89-139, 1992.
- BALISTIERI, P.R.M.N. & AUMOND, J.J. Recuperação ambiental em mina de argila, Doutor Pedrinho - Santa Catarina. In.: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, Ouro Preto, 1997. **Anais...** Viçosa, Folha Florestal, p. 42-51.
- BOVEY, R.W.; BAUR, J.R.; MARKLEY, M.G. Response of rein grass and buffel grass to herbicides. **Agronomy Journal**, Madison, v.72, n.1, p.53-55, 1980.
- CAMARGO, O. A. de; MONIZ, A.; JORGE, J. A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química, mineralógica e física do solo do Instituto Agrônomo de Campinas.**, Campinas, 1986. 94 p. (Boletim Técnico 106).
- CORDEIRO, G.G.; BARRETO, A.N.; CARVAJAL, A.C.N. **Levantamento das condições de salinidade e sodicidade do Projeto de irrigação de São Gonçalo (2ª parte).** . Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1988. 57p. (Documentos 54)
- DANA, J. D. Manual de mineralogia. 1. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1974. Tradução de Rui Ribeiro Franco, revisto por Cornelius S. Hurlbut, Jr. 642 p. v. 2 il.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de Métodos de Análises de Solo.** Rio de Janeiro. 1997. 212p. (Documentos, 1)
- FERNANDES, C.S. Sorgo - **Fertilidade do solo e nutrição de plantas.** In: CURSO DE EXTENSÃO SOBRE A CULTURA DO SORGO, 1980, Vitória de SantoAntão, PE. Curso de Extensão sobre a Cultura do Sorgo. Brasília: EMBRAPADID, 1981. p.7-13. (IPA. Documentos, 1).
- FAO (**Organização das Nações Unidas para a Agricultura e alimentação**). Disponível em < [www.fao.org/ag/AGP/AGP/doc/GBASE/datd/pf000337.htm](http://www.fao.org/ag/AGP/AGP/doc/GBASE/datd/pf000337.htm) > Acesso em Out/2004. p.175-180, 1988.
- GUPTA, R.K.; ABROL, I.P. Salt-affected soils: their reclamation and management for crop production. **Advances in Soil Sciences**, New York, v.11, p.224-88, 1990.

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

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo, Rima, 2000. 529p.

LEVITT, J. **Responses of plants to environmental stress**. New York, Academic Press, 1972. 697p.

LIMA, G.S. de. **Estudo comparativo da resistência à seca no sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em diferentes estádios de desenvolvimento**. Recife: UFRPE, 1998. 128p. (Dissertação de Mestrado).

LIRA, M. de A. **Considerações sobre o potencial do sorgo em Pernambuco**. In CURSO DE EXTENSÃO SOBRE A CULTURA DO SORGO, 1980, Vitória de Santo Antão, PE. Curso de Extensão sobre a Cultura do Sorgo. Brasília: EMBRAPA-DID, 1981. p.87-88. (IPA. Documentos, 1).

MANSOUR, M.M.F. & SALAMA, K.H.A. **Cellular basis of salinity tolerance in plants**. *Env. Exp. Bot.*, 52:113-122, 2004.

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

MONTENEGRO, S.M.G.L. & COSTA, W.D. **Água subterrânea: Aquíferos costeiros e aluviões, vulnerabilidade e aproveitamento. Tópicos especiais em recursos hídricos**. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 2004. v.4. 447p.

NASCIMENTO, M. P. S. C. e ARAÚJO, F. M. **Potencial forrageiro das gramíneas nativas do nordeste**. Disponível em:  
<http://www.google.com.br/embrapameionorte/htm>. Acesso em fev/2004.

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

OLIVEIRA, C.M. **O capim-buffel nas regiões secas do Nordeste**. Petrolina : Embrapa-CPATSA, 1981. 19p. (Circular Técnica, 5).

- OLIVEIRA, M. C. **Capim Urocloa : produção e manejo no semi-árido do Nordeste do Brasil**. Petrolina, PE : EMBRAPA-CPATSA, 1999. 20p. (Circular técnica, 43).
- OLIVETTI, M.P. de A.; CAMARGO, A.M.M. P. de. **Aspectos econômicos e desenvolvimento da cultura do sorgo**. Informações Econômicas, São Paulo, v. 27, n. 1, 1997.
- OSTER, J.D. & FRENKEL, H. The chemistry of the reclamation of sodic soils with gypsum and lime. **Soil Science Society of American Journal**. Madison. v.44, p.41-5, 1980.
- PRATTER, R.J.; GOERTZEN, J.O.; RHOADES, J.D.; FRENKEL, H. Efficient amendment use in sodic soil reclamation. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.42, p. 782-86, 1978.
- RAHMAN, A.H.A.; DAHAB, M.H.; MUSTAFA, M.A. **Impact of soil amendments on intermittent evaporation, moisture distribution and salt redistribution in saline-sodic clay soil columns**. Soil Science, Baltimore, v.161, p.793-802, 1996.
- RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Agriculture Handbook 60, United States Department of Agriculture, Washington, 1954. 160p.
- SADIQ, M. Performance of cotton varieties in saline sodic soil amended with sulfuric acid and gypsum. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, Punjab, v.40, n.3-4, p.99-105, 2003.
- SHAINBERG, I.; SUMMER, M.E.; MILLER, W.P.; FARINA, M.P.W.; PAVAN, M.A.; FEY, M.V. Use of gypsum on soils: A review. **Advances in Soil Science**, New York, v.9, p.1-111, 1989.
- TABOSA, J.N.; TAVARES FILHO, J.J.; ARAÚJO, M.R.A. de; LIRA, M. de A.; ENCARNAÇÃO, C.R.F. da; BURITY, H.A. **Water use efficiency in sorghum and corn cultivars under field conditions**. Sorghum Newsletter, Tucson, v.30, p.91- 92, 1987.
- TANJI, K.K. **Agricultural salinity assessment and management**. American Society of Civil Engineers, 1990. 618p. (Manuals Practice No. 71).

TERTULIANO, S. S. X. et al. Efeito dos corretivos na disponibilidade de nutrientes e no crescimento de plantas em solo salino-sódico. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8., 2000, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2000. p.143.

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

VIANA, O. J. Ensaio de Avaliação IV: comportamento do capim gunia, (*Urochloa mosambicensis* (Hack)Dandy), nas condições litorâneas cearenses. **Ciência Agrônômica**, v.2, n.1, p.29-31, 1972.

VITAL, A. de. F. M. **Efeitos do gesso e do fósforo na disponibilidade de nutrientes e nodesenvolvimento inicial do cajueiro em solo salino-sódico.** 2002. 93f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, PB.

## Anexo



Foto 1. Buffel.

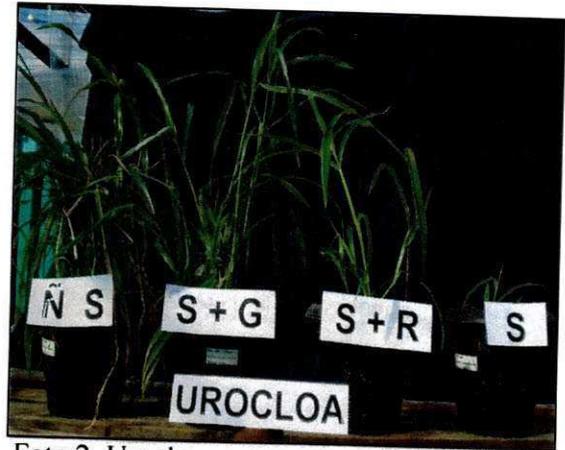


Foto 2. Urocloa.



Foto 3. Milheto.



Foto 4. Sorgo.