

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE ARROZ (*Oryza sativa*, L.)
EM SOLO SALINO-SÓDICO SUBMETIDO A DIVERSOS TRATAMENTOS
DE RECUPERAÇÃO

Por

JOÃO BATISTA PITZER CLEIS
(Engenheiro Agrônomo)

Campina Grande - Paraíba

Dezembro/1986

CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE ARROZ (*Oryza sativa*, L.)
EM SOLO SALINO-SÓDICO SUBMETIDO A DIVERSOS TRATAMENTOS
DE RECUPERAÇÃO

JOÃO BATISTA PITZER CLEIS

CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE ARROZ (*Oryza sativa*, L.)
EM SOLO SALINO-SÓDICO SUBMETIDO A DIVERSOS TRATAMENTOS
DE RECUPERAÇÃO

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: RECURSOS HÍDRICOS

ORIENTADOR: Dr. HANS RAJ GHEYI

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

DEZEMBRO/1986



C623c Cleis, Joao Batista Pitzer
Crescimento e desenvolvimento de arroz (*Oryza sativa*, L.) em solo salino-sodico submetido a diversos tratamentos de recuperacao / Joao Batista Pitzer Cleis. - Campina Grande, 1986.
71 f. : il.

Dissertacao (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraiba, Centro de Ciencias e Tecnologia.

1. Cultivo - 2. Arroz - 3. Dissertacao I. Gheyi, Hans Raj, Dr. II. Azevedo, Norma Cesar de, M.Sc. III. Universidade Federal da Paraiba - Campina Grande (PB) IV. Título

CDU 633.18(043)

CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EM
SOLO SALINO-SÓDICO SUBMETIDO A DIVERSOS TRATAMENTOS DE
RECUPERAÇÃO

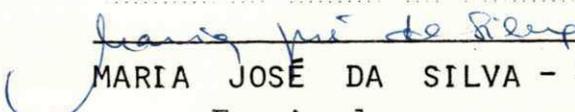
POR

JOÃO BATISTA PITZER CLEIS

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 22/12/1986


HANS RAJ GHEYI - Doutor
Orientador


NORMA CESAR DE AZEVEDO - M.Sc.
Co-Orientador


MARIA JOSÉ DA SILVA - M.Sc.
Examinadora

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

À minha mãe Glória
Pitzer Kleis e ao meu
pai Pedro José Kleis

MINHA HOMENAGEM

À minha esposa e filha

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo inefável dom da vida, e pelas inúmeras cousas agradáveis da mesma.

Ao Dr. Hans Raj Gheyi, pela dedicada e objetiva orientação em todas as fases da elaboração deste trabalho, e pelo apoio material, sem o qual este empreendimento não seria exequível.

À Prof. Norma César de Azevedo, pela atenciosa orientação e valiosas sugestões no transcurso do trabalho.

À pesquisadora Maria José da Silva, pelas valiosas sugestões e gentil empréstimo de vasto material bibliográfico.

À Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado da Paraíba, pela liberação do autor para frequentar o curso de Pós-Graduação.

À Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A. - EMEPA-PB, pelo favorecimento à conclusão da dissertação.

Aos colegas Roberto Pequeno de Souza e Elson Soares dos Santos, pelas valiosas sugestões na análise estatística.

Ao Sr. Washington Franklin Pedreira da Silva, pela eficiente confecção datilográfica deste trabalho.

Aos professores Zizion Fonseca, Selma Fonseca, Corino Pires, H. Hoffman, Z. Martins, Dr. José Teófilo Leão de Aqu

no, Maria Luíza Leão de Aquino, José Carlos (Secretário IPE), pela grande contribuição (exemplos e palavras) na formação moral do autor.

Aos amigos Alfredo Affonso de Oliveira e José Martins Cavalcante, pelo apoio material e espiritual em momentos de dificuldade.

Ao Instituto Petropolitano de Ensino, pelos excelentes ensinamentos ministrados durante os cursos primário e secundário.

À minha filha Fabiana, pelo apoio afetivo.

À minha esposa, Sergina Laura, pelo apoio e estímulo durante o período do curso.

Aos meus pais, pelo empenho e esforços que com tanta abnegação sempre dedicaram à minha formação moral e profissional.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação, pelas sinceras e proveitosas amizades.

Aos amigos, professores, instituições e a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

RESUMO

Com o objetivo de estudar os efeitos da aplicação de água salina em pequeno volume e suas diluições sucessivas, na recuperação de um solo salino-sódico do Perímetro Irrigado de Sumé (Sumé-PB), e seus efeitos na cultura de arroz (*Oryza sativa* L.), foi conduzido um experimento em condições de casa de vegetação, com vasos contendo 6kg de solo. Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 4x4 com 3 repetições, em que se estudou 4 tratamentos com água: T₁ - água de saneamento, T₂, T₃ e T₄ águas salinas em 2, 4 e 6 diluições respectivamente; e a aplicação de 4 corretivos: C₁ - gesso (10 t/ha), C₂ - esterco de curral (20 t/ha), C₃ - gesso (10 t/ha) mais esterco de curral (20 t/ha) e C₄ - testemunha (sem gesso e sem esterco). Realizaram-se lavagens diárias, sendo a primeira com aplicação de 2500 ml de água e as demais com 900 ml, anotando-se os volumes aplicados e percolados. Para as lavagens diárias com águas salinas em diluições sucessivas, os mesmos níveis de concentração foram aplicados apenas durante dois dias consecutivos, Terminado o processo, efetuou-se lavagens com água de saneamento durante 4 dias consecutivos. Após as lavagens, plantou-se nos vasos mudas de arroz do cultivar BR IRGA- 409 , para posterior avaliação dos seguintes parâmetros: altura de plantas, número de perfilhos e panículas por planta, peso da

parte aérea, produção e peso médio de grãos.

O uso de águas salinas favoreceu de maneira marcante a permeabilidade do solo, enquanto o tratamento com água de saneamento só teve influência sobre este parâmetro, quando associado à incorporação de gesso.

Os corretivos e os tratamentos com águas salinas não apresentaram efeitos significativos nas alturas médias das plantas por ocasião da colheita, embora estes últimos tenham influenciado significativamente o número de perfilhos e de panículas por planta, tendo os tratamentos T1 e T3 apresentado do maior e a menor média, respectivamente.

Para a produção de arroz em casca, o uso de gesso e os tratamentos com águas salinas apresentaram efeitos significativos, tendo sido obtida a maior média com o tratamento de água de saneamento. A percentagem de sódio intercambiável do solo após o experimento e a produção de arroz obtida, mostraram uma correlação significativa ($r = -0,82$).

A cultura de arroz e os tratamentos estudados não influenciaram o pH do solo, porém houve redução da condutividade elétrica do extrato de saturação e percentagem de sódio intercambiável, sendo que, para este último parâmetro os efeitos foram significativos para os tratamentos com águas salinas, principalmente quando na presença do gesso.

ABSTRACT

A pot experiment under green house conditions was carried out with the objective to determine effect of application of limited volume of saline waters with successive dilutions on reclamation of saline-sodic soil of Irrigated Perimeter of Sumé (Sumé-PB) and subsequently on the growth of irrigated rice crop. A completely randomized 4x4 factorial design with 3 replications was adopted. The 4 treatments of saline water consisted of: T₁ - Tap water, T₂, T₃ and T₄ saline waters with 2, 4 and 6 dilutions respectively and the 4 amendments studied were: C₁ - Gypsum (10 t/ha), C₂ - Farm Yard Manure (20 t/ha), C₃ - Gypsum (10 t/ha) plus Farm Yard Manure (20 t/ha) and C₄ - Control. The pots containing 6 kg of homogenized soil were subjected to leaching. In the first leaching initially 2500 ml of respective solution was applied. Each dilution step was followed by two leachings of 900 ml and at the end of treatment the pots were subjected to 4 leachings of 900 ml each with tap water. The volumes of water applied and percolated were computed. After leaching seedling of rice cultivar BR IRGA-409 were transplanted in the pots and height of plants, number of tillers and panicles/plant weight of stalk, mean weight of grain and production were evaluated under each treatment.

The use of salt water significantly increased permeability

of soil while the treatment with tap water had the influence on this characteristic only with incorporation of gypsum. The amendments and treatments with salt water did not show significant effect on mean height of plants at harvest, but the no. of tillers and panicles/plant were found to be significantly affected by salt water treatments. The maximum and minimum means were observed under treatments T1 and T3, respectively. On the other hand, use of gypsum and salt water treatments showed significant effects on the grain yield and maximum production was obtained under tap water treatment. The grain yield and exchangeable sodium percentage (ESP) of soil after the experiment were found to be correlated significantly ($r = -0,82$).

The rice crop and the treatments studied did not influence pH of soil and electrical conductivity of saturation extract and ESP of soil were decreased particularly the latter on which effects of salt water treatments principally in presence of gypsum were found to be significant.

ÍNDICE

	Página
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO II - REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 - SOLOS AFETADOS POR SAIS.	4
2.1.1 - Considerações Gerais	4
2.2 - MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO	8
2.3 - CULTURA DO ARROZ (<i>Oryza sativa</i> , L.)	15
CAPÍTULO III - MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1 - LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	18
3.2 - SOLO	18
3.3 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	20
3.4 - CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	20
3.5 - OBSERVAÇÕES E MENSURAÇÕES.	27
3.5.1 - Volume de Água Aplicado a Percolado	27
3.5.2 - Desenvolvimento e Produ- ção de Arroz.	28

3.5.2.1 - Altura de planta .	28
3.5.2.2 - Número de perfilhos e panículas por planta	28
3.5.2.3 - Peso da parte aérea	28
3.5.2.4 - Produção de grãos .	28
3.5.2.5 - Peso médio de 1000 grãos	29
3.5.3 - Efeitos dos Tratamentos no Solo	29
3.6 - ANÁLISE DO SOLO E ÁGUA	29
3.7 - ANÁLISES ESTATÍSTICAS	29
 CAPÍTULO IV - RESULTADOS E DISCUSSÕES.	 31
4.1 - EFEITOS DOS DIVERSOS TRATAMENTOS NA PERMEABILIDADE DO SOLO	31
4.2 - EFEITO DE DIVERSOS TRATAMENTOS NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE ARROZ (<i>Oryza sativa</i> L.)	33
4.2.1 - Altura de Plantas	33
4.2.2 - Número de Perfilhos por Planta	37
4.3 - EFEITO DE DIVERSOS TRATAMENTOS NA PRODUÇÃO E NOS COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE ARROS (<i>Oryza sativa</i> L.).	40
4.3.1 - Número de Panículas por Planta .	40

	Página
4.3.2 - Produção	43
4.3.3 - Peso de Grãos.	48
4.3.4 - Peso Seco da Parte Aérea .	51
4.4 - EFEITOS DE DIVERSOS TRATAMENTOS E CULTURA DE ARROZ NAS CARACTERÍSTI CAS DE SOLO	51
4.4.1 - pH	51
4.4.2 - Condutividade Elétrica do Extrato de Saturação (C _{Es}) .	54
4.4.3 - Percentagem de Sódio Inter cambiável	55
CAPÍTULO V - CONCLUSÕES	58
LITERATURA CITADA	60
ANEXOS	67

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

Apesar de existirem diversos programas de controle de demográfico em vários países do mundo, a população mundial continua crescendo em taxa bastante elevada, o que determina a necessidade do aumento contínuo da produção de alimentos . Portanto, atualmente, há necessidade de se expandir as áreas agrícolas principalmente em condições irrigadas nas regiões áridas e semi-áridas, as quais abrangem cerca de um terço da superfície da terra (Reeve e Fireman, 1967).

No Brasil, aproximadamente 13% do território localiza-se em áreas caracterizadas como semi-áridas (SUDENE, 1977). Nessas áreas, o problema de salinização e sodificação dos solos vem atingindo proporções alarmantes, merecendo preocupação constante dos estudiosos do solo, principalmente dos técnicos ligados à área de irrigação, pois problemas de salinidade e sodicidade tem limitado a produtividade de extensas áreas de terras irrigáveis indispensáveis à produção agropecuária, em todo mundo.

O Nordeste do Brasil apresenta 52% da sua área classificada como zona semi-árida, o que levou à criação de diversos perímetros irrigados na região. Entretanto, estes perímetros já apresentam aproximadamente 25% de suas áreas com

problemas de salinidade (Goes, 1978). Em alguns deles, a salinização dos solos atingiu um índice tão elevado que a produção agrícola foi drasticamente reduzida, provocando o abandono definitivo de diversas glebas exploradas. Elevados prejuízos sócio-econômicos derivavam-se desse fato, em razão dos grandes investimentos efetuados na implantação da infraestrutura necessária à exploração desses perímetros.

A recuperação dos solos com problemas de sais é demorada e onerosa. Nos solos sódicos, as altas percentagens de sódio intercambiável (PSI), resultam em baixa permeabilidade (Pizarro, 1978), o que pode dificultar mais ainda o processo de recuperação, exigindo o uso de corretivos químicos e/ou aplicação de grandes quantidades de matéria orgânica (FAO / UNESCO, 1973).

O tipo de corretivo, como também a quantidade a ser aplicada dependem das características do solo, dos custos e da disponibilidade dos corretivos (Richards, 1954). Comumente são utilizados como corretivos o gesso, o enxofre e o ácido sulfúrico, sendo o gesso devido ao preço e à disponibilidade, o mais utilizado em vários países. O uso de matéria orgânica em suas diversas formas, objetivando à recuperação e/ou utilização econômica de solos com problemas de sódio, também tem merecido diversos estudos (Dhawan & Mahajan, 1968 ; Puttaswamygowda *et alii*, 1972 e Silva, 1978).

No entanto, durante o processo de recuperação desses solos, independente do método utilizado, é imprescindível a ocorrência da lixiviação dos sais, que dependendo das características do solo a ser recuperado, requer um espaço de

tempo considerável.

O arroz, por ser moderadamente tolerante ao sódio (Allison, 1964) e por poder ser cultivado em solo inundado, é uma cultura que pode ser utilizada durante o período de recuperação de solos quer com problemas de sódio intercambiável quer com problemas de sais solúveis.

Diversos trabalhos (Reeve & Bower, 1960; Pereira, 1977; Mohite & Shingte, 1981a e Azevedo, 1983), realizados em condições de laboratório estudaram o efeito de utilização de águas salinas e suas diluições sucessivas sobre a recuperação de solos sódicos. Entretanto, em todos eles verificou-se que a mudança do nível da concentração eletrolítica da água aplicada requeria concentração semelhante no percolado, ou que a condutividade hidráulica se mantivesse constante por um período mínimo de 24 horas, o que resultou sempre numa relação elevada entre os volumes de água aplicada e do solo recuperado. Porém, parte dos grandes volumes de água salinizada que precisam ser drenados, quando se usa este processo de recuperação, ao correr pelos cursos naturais poderá prejudicar mananciais, que constituem os escassos recursos hídricos dessas regiões, utilizados para consumo humano e irrigação.

O objetivo deste trabalho foi se estudar os efeitos da aplicação em pequeno volume de água salina e suas diluições sucessivas na presença ou ausência de gesso e esterco de curral, na recuperação de um solo salino-sódico e seus efeitos no desenvolvimento e produção de arroz (*Oryza sativa* L).

CAPÍTULO II

REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - SOLOS AFETADOS POR SAIS

2.1.1 - Considerações Gerais

A ocorrência de solos afetados por sais é geralmente mais frequente nas regiões áridas e semi-áridas do mundo, devido à ação isolada ou conjugada de fatores tais como clima, condições geomorfológicas, topográficas e hidrológicas, propriedades físicas e químicas do solo e manejo inadequado do solo e da água (Richards, 1954).

Conforme Pizarro (1978), os sais solúveis do solo são originados, principalmente, da gradual solubilização dos produtos resultantes do intemperismo dos minerais primários. Entretanto, esse fator por si só, não é capaz de tornar o solo salino (Richards, 1954). Os sais formados, são geralmente transportados pela água até os mares ou depósitos continentais. Nas regiões áridas e semi-áridas, devido à baixa pluviosidade e/ou drenagem insuficiente, as águas, contendo certo teor de sais quando depositadas em depressões, aumentam gradativamente os teores de sais no solo mediante o processo de evaporação, dando origem ao processo de salinização (FAO/

UNESCO, 1973).

Estudos realizados na Espanha por Ayres *et alii* (1960), demonstram que, as águas provenientes das chuvas ou irrigação ao passarem através das camadas do solo, são enriquecidas por sais solúveis e ao encontrarem horizontes inferiores de baixa permeabilidade, tendem a fluir lateralmente, podendo aflorar nas superfícies de encostas e vales, proporcionando assim, fontes de sais para salinização.

Segundo Daker (1973), as águas usadas em irrigação podem conter teores de sais solúveis em níveis tais, que a aplicação de uma lâmina de 30cm (3.000 m³/ha) de água, mesmo de boa qualidade, poderá conter de 200 a 500 kg de sais. Convém lembrar que em áreas irrigadas, dependendo da cultura explorada, pode-se aplicar até 150 cm de água por ciclo. Em solos com problemas de drenagem, a dificuldade ou a impossibilidade de lixiviação resultará, no decorrer dos anos, em acúmulo de sais, que provocará inexoravelmente a sua salinização.

A passagem de água da chuva através do solo tem ação redutora do teor de sais, enquanto a evaporação e a transpiração tem ação concentradora de sais. Havendo predominância destes dois últimos fenômenos, pode ocorrer a salinização do solo (Pizarro, 1978). Quando o nível do lençol freático encontra-se a menos de três metros de profundidade, pode haver ascensão de sais dissolvidos através da capilaridade, que podem se acumular nos horizontes superiores (FAO/UNESCO, 1973).

Os sais presentes na solução do solo podem afetar o de

desenvolvimento das plantas por dois mecanismos diferentes, mediante o aumento da pressão osmótica e por seu efeito específico ou combinado de toxicidade, conforme o seu nível nos vegetais (Thomas, 1980). A pressão osmótica da solução do solo após determinados níveis, conforme características próprias de distintas espécies e/ou variedades vegetais, pode dificultar ou mesmo impedir a absorção da água do solo pelas raízes das plantas (Hoffman & Phene, 1971). O efeito prejudicial da toxicidade de sais no desenvolvimento das culturas, é variável conforme o tipo e a quantidade dos íons envolvidos, bem como, da espécie ou variedade vegetal. Não obstante este assunto ter merecido diversos estudos, ainda não se encontra totalmente esclarecido, entretanto é conhecida a ação de certos íons que interferindo no metabolismo das plantas, ocasionam acúmulo de produtos tóxicos (Strogonov, 1964).

Os solos salinos são caracterizados quimicamente pelos tipos e quantidades de sais que possuem. Os sais encontrados mais frequentemente são formados por cátions de cálcio, magnésio, sódio, e dos ânions cloreto e sulfato; também com menor frequência nesses solos, encontram-se outros íons como potássio, carbonato e bicarbonato (Richards, 1954). Nas regiões áridas e semi-áridas, geralmente há predominância dos cátions de cálcio e magnésio nas soluções do solo e nos complexos catiônicos. Entretanto, quando esses solos acumulam um excesso de sais solúveis, os carbonatos de cálcio e magnésio e o sulfato de cálcio, devido à sua baixa solubilidade são precipitados, causando assim um aumento na concentração rela

tiva de sódio solúvel (FAO/UNESCO, 1973).

O aumento progressivo do íon sódio na solução do solo, provoca a substituição dos íons de cálcio e magnésio do complexo sortivo do solo pelos íons de sódio (Pizarro, 1978), resultando no aumento do teor de sódio intercambiável, que determina os tipos de classificação especial, do ponto de vista da qualidade.

Assim, solos sódicos são os que apresentam a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) inferior a 4 m mhos a 25°C, a percentagem de sódio intercambiável (PSI) superior a 15% e o pH da pasta de saturação na faixa 8,5 a 10. Os solos salinos-sódicos são os que apresentam a CEes superior a 4 m mhos/cm a 25°C, a PSI superior a 15% e o pH da pasta de saturação geralmente inferior a 8,5 (Richards, 1954). Por outro lado, Abrol *et alii* (1975) definem como solos sódicos aqueles que possuem quantidade excessiva de sódio, nos seus complexos sortivos.

Em solos sódicos, devido à alta PSI, os colóides do solo (partículas de argilas) estão usualmente dispersas, resultando em baixa permeabilidade do solo à água e ao ar, ocasionando condições adversas ao desenvolvimento das plantas, bem como dificultando as operações de preparo e cultivo do solo.

Segundo Szabolc & Lestak (1966), o sódio em teores excessivos pode reduzir grandemente, e às vezes praticamente a zero, a permeabilidade do solo, destruir a boa formação estrutural do solo e aumentar o seu número plástico. Pereira

(1977), comenta que a ação do sódio dispersando as argilas, pode fazer com que estas se acumulem nas camadas inferiores do solo, levando à formação de um sub-horizonte denso, o qual prejudica a drenagem natural do solo. Esse efeito será bem mais acentuado em solos de textura fina (Miljkovic *et alii*, 1959).

Os elevados valores de pH (às vezes 10,5 em suspensão 1:2 solo/água), provocam sérios danos sobre o desenvolvimento das culturas em exploração, do ponto de vista nutricional, pois, em pH elevado alguns nutrientes essenciais para as plantas, mesmo estando presentes no solo, podem encontrar-se em formas não assimiláveis (Bhumbla & Abrol, 1978).

2.2 - MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO

Na recuperação de solos com problemas de sais, vários métodos podem ser utilizados. Quando se trata de sais solúveis, basicamente os métodos utilizados preconizam a passagem da água através do perfil do solo, carreando os sais para regiões em que não sejam mais prejudiciais às raízes das plantas. No caso de solos sódicos, o sódio adsorvido ao complexo sortivo em níveis elevados acarreta a necessidade da sua substituição química de preferência por cálcio e posterior lixiviação; o que exige, geralmente, a adição de compostos químicos ao solo (Amemiya & Robinson, 1958).

Diversos produtos podem ser utilizados com o objetivo de melhorar as propriedades físicas e químicas dos solos afe

tados por sódio. Os corretivos químicos utilizados para a substituição do sódio intercambiável, de acordo com Richards (1954), podem ser agrupados como: sais solúveis de cálcio (cloreto de cálcio e gesso), sais de cálcio de baixa solub*l*idade (cal moída e sub-produtos de usinas de açúcar) e áci*d*os e formadores de ácidos (ácido sulfúrico, enxofre, sulfa*t*o de ferro, sulfato de alumínio e polissulfeto de cálcio) . Para a escolha do corretivo a ser utilizado, diversos aspec*t*os devem ser observados, tais como, disponibilidade e cus*t*o do corretivo, características do solo a ser corrigido, ca*r*acterísticas do corretivo e rapidez com que se deseja recu*p*erar o solo (FAO/UNESCO, 1973).

A utilização de alguns corretivos pode ser limitada , dependendo de suas características e das do solo a ser melho*r*ado. Os corretivos classificados como ácidos e formadores de ácido têm sua aplicação limitada, quando o solo a ser melhorado não possui altos teores de carbonatos de metais alcalino terrosos, pois a utilização desses corretivos tende*r*ia a acidificar os solos (Pizarro, 1978). A utiliza*ç*ão da cal moída, como corretivo para solos sódicos, é limita*d*a pela sua baixa solubilidade, principalmente em solos de pH elevado; no entanto, para os solos sódicos com pH inferior a 6,0 (solos sódicos degradados) o seu uso poderá ser reco*m*endado.

Do ponto de vista de atuação química, o cloreto de cá*l*cio é um dos corretivos mais eficazes, entretanto, devido ao seu alto custo, a sua utilização fica bastante limitada. O gesso não obstante sua baixa solubilidade em relação ao clo

reto de cálcio, é comumente o corretivo mais utilizado em solos afetados por sódio, em razão da sua fácil disponibilidade e menor custo relativo (Richards, 1954).

A solubilidade do gesso, em condições normais de temperatura, é de aproximadamente 2 g/l, porém, quando íons de sódio e de cloreto estão presentes na água, esta solubilidade aumenta consideravelmente (Pizarro, 1978).

A quantidade de gesso a ser utilizada em solos com problemas de sódio, depende de diversos fatores como, capacidade de troca catiônica do solo, PSI, grau de substituição de sejada e profundidade do solo a ser recuperada, podendo ser determinada através de métodos de laboratório, tabela e gráficos (Awad & Abbott, 1976).

O gesso deve ser aplicado uniformemente ao solo de forma normal (a lanço) ou mecânico e em seguida incorporado, utilizando-se arado ou grade. Também pode ser distribuído através da água de irrigação (Richards, 1954; FAO/UNESCO, 1973).

A eficiência do gesso depende de sua granulometria. Os melhores resultados têm sido obtidos com partículas de até 2,0mm de tamanho. A aplicação de lâminas entre 90 e 120cm de água são suficientes para dissolver de 10 a 12 t/ha de gesso agrícola, quando 85% do corretivo passa por peneira de 2,0mm (Pizarro, 1978).

Kelley (1951), aplicando ao solo gesso em dosagens de 24, 29 e 36 t/ha respectivamente, após três semanas contínuas de inundação, observou considerável redução na PSI do solo.

Em trabalho realizado por Abrol *et alii* (1975) foi observado aumento da condutividade hidráulica do solo em até

18 vezes, quando o gesso foi incorporado até à profundidade de 45 cm através de aração profunda.

Loveday (1976), aplicando gesso triturado em solo sódico na dosagem de 12,5 t/ha, nas camadas de 0-15 e 0-45 cm, observou que após um período de 3 anos de tratamento o solo estava quimicamente recuperado. Pereira & Silva (1977), realizaram trabalhos em solos salinos-sódicos, estudando o efeito de diferentes níveis de gesso na correção do solo e observaram a ação benéfica do gesso no abaixamento da PSI dos solos estudados.

Sharma *et alii* (1975) estudando métodos de recuperação em solo sódico de pH 8,4 e PSI igual a 25, pela aplicação de vários níveis de gesso e pelo cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), observaram um aumento na condutividade hidráulica do solo de 0,12 para 0,27 cm/h; melhoria na estrutura do solo; diminuição do pH e PSI com aumento do nível de gesso; aumento da produção de grãos e aumento da percentagem de fósforo, cálcio e magnésio no grão e na palha de arroz.

Pereira & Silva (1977) trabalhando em solo salino-sódico com aplicação de vários níveis de gesso e cultivando arroz (*Oryza sativa* L.) variedade "Nira", observaram efeito positivo da aplicação de gesso, no que diz respeito à redução da PSI, enquanto no aspecto de produtividade da cultura não foi observada diferença significativa entre os tratamentos.

Silva (1978), estudando o comportamento do arroz (*Oryza sativa* L.) variedade "Dourado Precoce" em solo salino-sódico sob os tratamentos, lavagens, 10 t/ha de matéria orgânica

nica + lavagem e 15 t/ha de gesso + lavagem, não encontrou diferenças significativas nas produções de arroz, entretanto, efeitos benéficos dos tratamentos foram observados nas características do solo.

Luz (1983), com trabalho realizado em solo salino-sódico, aplicando os níveis de 30 e 60 t/ha de gesso e 10 t/ha de matéria orgânica, observou que os tratamentos com gesso promoveram considerável redução da PSI e do pH do solo, na camada de 0 - 30cm.

Os métodos convencionais de recuperação dos solos sódicos preconizam a incorporação do corretivo químico, como o gesso ao solo, seguida de lavagem com água de boa qualidade a fim de possibilitar a substituição de sódio pelo cálcio (Abrol & Bhumbra, 1973). Apesar da incorporação do corretivo, a concentração da solução do solo permanece relativamente baixa e, conseqüentemente, a velocidade de infiltração da água é muito baixa o que atrasa o processo de recuperação.

O uso de água com elevada concentração eletrolítica também tem merecido estudos no processo de recuperação dos solos sódicos, nos quais a baixa permeabilidade é o maior problema. Os sais contidos na água de alta concentração eletrolítica podem agir como flocculantes, aumentando a permeabilidade do solo e favorecendo o processo de recuperação (Quirk & Schofield, 1955; Reeve & Bower, 1960).

Trabalhando em laboratório com colunas de solo sódico, Reeve & Bower (1960), através da técnica de águas salinas e diluições sucessivas, iniciando com água do mar pura e diluindo-a em diversas proporções sucessivas com água de rio,

conseguiram em todos os tratamentos reduzir a PSI do solo de um valor inicial de 39 para um valor final aproximado de 5.

Pereira (1977), estudando em laboratório o efeito de águas salinas e suas diluições sucessivas e água não salina, em combinações com a aplicação de gesso, sobre um solo sódico, em colunas preparadas com amostras deformadas do solo do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, conseguiu recuperar o solo em um período de 11 dias, quando utilizou água de elevada concentração eletrolítica na lavagem inicial.

Mohite & Shingte (1981a), estudando em laboratório, a recuperação de dois tipos de solo, um sódico e outro salino-sódico, com valores da PSI iguais a 25 e 40, utilizando águas salinas e suas diluições sucessivas, a partir de água com teor de sal semelhante ao da água do mar, conseguiram reduzir a PSI a valores de 1,9 a 1,0 respectivamente.

Mohite & Shingte (1981b), trabalhando igualmente em laboratório na recuperação de um solo sódico argiloso com PSI igual a 25, utilizando a técnica de recuperação com águas salinas e suas diluições sucessivas, combinadas aos métodos usuais utilizando matéria orgânica e gesso, conseguiam em todos os tratamentos reduzir a PSI para valores inferiores a 2. Apesar de não terem constatado diferenças significativas entre tratamentos, ao avaliarem o peso de matéria seca de milho após 60 dias do plantio nesses solos recuperados, observaram efeitos significativos dos tratamentos combinados de gesso mais matéria orgânica.

Azevedo (1983) estudando em laboratório os efeitos de vários corretivos nas propriedades físicas e quí-

micas de solo salino-sódico do Perímetro Irrigado de São Gonçalo (setor 10), utilizando colunas (20cm) de PVC, verificou os tratamentos de águas salinas resultaram em uma redução maior e mais uniforme da PSI no solo, em relação aos outros tratamentos estudados, bem como maior influência no aumento da condutividade hidráulica.

A adição de matéria orgânica nas suas diversas formas aos solos afetados por problemas de salinidade e/ou sodicidade, tem merecido diversos estudos, objetivando investigar a ação melhoradora desse material nas propriedades químicas e físicas do solo. De acordo com Puttaswamygowda & Fratt (1973), o processo de recuperação de solos afetados por sais utilizando certos materiais orgânicos, como melhorador químico, envolve diversos mecanismos entre os quais a decomposição da matéria orgânica por microorganismos; a liberação de sais, dióxido de carbono e certos ácidos orgânicos; a diminuição de pH com solubilização de carbonatos de cálcio e outros minerais e a substituição de sódio intercambiável por íons de cálcio e magnésio com a consequente diminuição da PSI.

Dhawan *et alii*, citados por Dhawan & Mahajan (1968), estudando o efeito da incorporação da matéria orgânica sobre solos salinos e sódicos, utilizando esterco de curral, Sesbânea aculeata e Imponea grandi-flora, observaram que as características desses solos foram melhoradas.

Utilizando material orgânico sob as formas de palha de aveia, esterco de curral e subprodutos de usina de açúcar na recuperação de solos afetados por sais, Puttaswamy

gowda *et alii* (1972) constataram que o esterco de curral foi o que apresentou resultados melhores. Dhawan & Mahajan (1968) comparando 6 níveis de aplicação de palha de arroz, entre 2.500 e 28.500 kg/ha, no melhoramento de solos salino-sódicos e sódicos, verificaram que a dosagem de 3.500 kg/ha foi a que apresentou melhores resultados econômicos. No prazo de dois anos os solos apresentaram redução dos valores de sais solúveis, pH, índice de dispersão e PSI.

Silva (1978), em trabalho de campo estudando o comportamento do arroz (*Oryza sativa* L.) em solo sódico sob diversos tratamentos não constatou na produção de arroz em casca diferenças significativas, entre os tratamentos de esterco de curral (10 t/ha) e gesso (15 t/ha).

Luz (1983) estudando a influência do uso de gesso (30 e 60 t/ha) e matéria orgânica (10 t/ha) no desenvolvimento e produção de diferentes cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) em solo salino-sódico do Perímetro Irrigado de São Gonçalo (setor 10), obteve a maior altura de planta com o tratamento de matéria orgânica, mas não se detectou diferença significativa para rendimentos entre os tratamentos com matéria orgânica e com os dois níveis (30 e 60 t/ha) de gesso.

2.3 - CULTURA DO ARROZ (*Oryza sativa* L.)

Vários estudos tem confirmado que a cultura do arroz propicia efeitos benéficos sobre as propriedades químicas e físicas dos solos afetados por sais. Esses efeitos são atribuídos principalmente à assimilação de sódio pela cultura e à ação das raízes que promovem melhor permeabilidade do so

lo, permitindo maior lixiviação dos sais (Goertzen & Bower, 1958; McNeal *et alii*, 1966).

A tolerância dos vegetais à salinidade e à sodicidade tem uma faixa ampla, com variações entre espécies e entre cultivares de uma mesma espécie; existindo também variação de tolerância de determinadas plantas conforme o estágio de desenvolvimento das mesmas (Ayres & Hayward, 1948; Bari *et alii*, 1973; Prisco *et alii*, 1975).

O arroz é moderadamente tolerante à salinidade (Richards, 1954) e com tolerância razoável à sódio intercambiável (Allison, 1964; Bhumbra & Abrol, 1978). Por estas características, seu cultivo é dos mais utilizados durante o período de recuperação dos solos salinos e sódicos.

Dados da FAO/UNESCO (1973), mostram que quando a condutividade elétrica do extrato de saturação atinge 8,0 mmhos/cm a 25°C, a produção de arroz poderá ter redução média de 50%. No estágio de plântula, devido à sua susceptibilidade, a condutividade não deverá exceder 4 ou 5 mmhos/cm a 25°C. No entanto, mostram que é uma cultura semi-tolerante a sódio intercambiável (culturas que toleram a faixa de 15 - 40%).

Diversos estudiosos pesquisando a relação entre o desenvolvimento do arroz e o nível de salinidade do meio de crescimento (Bernstein & Hayward, 1958; Pearson & Bernstein, 1959; Ikehashi & Ponnampereuna, 1977), observaram que o aumento da salinidade provoca diminuição no desenvolvimento desta cultura.

Gheyi *et alii* (1982), estudando o comportamento de

treze cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) em solos salino-sódicos com aplicação de 40 t/ha de gesso verificaram que houve diferenças significativas entre as produtividades obtidas, sendo que as cultivares IR 2058-78-1-3-2-3 e M-148 apresentaram a maior (6,1 t/ha) e a menor (1,6 t/ha) produtividade, respectivamente.

Luz (1983), trabalhando em solo salino-sódico sob diversos tratamentos de recuperação, com as cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) IR-2053-436-1-2, IR-2058-78-1-3-2-3, Pokkali e BR-IRGA-409, observou que, em todos os tratamentos, a cultivar BR-IRGA-409 comportou-se bem e que na testemunha sua produtividade foi superior à das demais.

CAPÍTULO III

MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O presente trabalho foi desenvolvido em condições de casa de vegetação, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola, no Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II, Campina Grande-PB, durante o período de setembro de 1983 a abril de 1984.

3.2 - SOLO

O solo utilizado no estudo, foi um solo salino-sódico proveniente do Perímetro Irrigado de Sumé do lote 23 do projeto administrado pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), localizado no município de Sumé-PB. No anexo, apresenta-se a descrição de um perfil do solo do referido lote enquanto no Quadro 1, são mostradas algumas características químicas e físicas do solo utilizado no experimento.

QUADRO 1 - Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento.

Características	Unidade	Valor
Areia	%	34,34
Silte	%	45,06
Argila	%	20,60
Classificação textural	-	franco
Densidade Real	g/cm ³	2,62
Densidade Aparente	g/cm ³	1,34
Espaço Poroso	%	48,45
Umidade Equivalente	%	30,04
Ponto de Murchamento	%	20,42
Percentagem de Saturação	%	59,62
pH da pasta de saturação	-	7,9
ANÁLISE DO EXTRATO DE SATURAÇÃO:		
- Condutividade Elétrica	mmhos/cm a 25°C	10,9
- Cálcio + Magnésio	meq/l	15,69
- Sódio	meq/l	91,00
- Potássio	meq/l	0,19
- Cloretos	meq/l	107,5
- Carbonatos	meq/l	Aus
- Bicarbonatos	meq/l	2,0
- Relação de Adsorção de Sódio	(m mol/l) ^{1/2}	32,48
CÁTIONS INTERCAMBIÁVEIS:		
- Cálcio + Magnésio	meq/100g	22,64
- Sódio	meq/100g	15,12
- Potássio	meq/100g	0,22
- Percentagem de Sódio Intercambiável	%	39,81

3.3 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 4x4 com 3 repetições. Estudaram-se quatro tratamentos constituídos de lavagem com águas salinas e diluições sucessivas em combinação com quatro tratamentos com corretivos, discriminados como seguem:

Tratamentos com águas salinas:

- T₁ - Lavagem com água de saneamento
- T₂ - Lavagem com concentração inicial 235 meq/l e 2 diluições.
- T₃ - Lavagem com concentração inicial 470 meq/l e 4 diluições.
- T₄ - Lavagem com concentração inicial 470 meq/l e 6 diluições.

Tratamentos com corretivos:

- C₁ - Gesso em 50% da necessidade (equivalente a 10 t/ha).
- C₂ - Esterco de curral (equivalente a 20 t/ha).
- C₃ - Gesso (10 t/ha) mais esterco de curral (20 t/ha).
- C₄ - Testemunha (sem gesso e sem esterco).

3.4 - CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O solo utilizado no experimento foi coletado no lote

23 do Perímetro Irrigado de Sumé, Estado da Paraíba, na profundidade de 0-30cm. Após seco ao ar, destorroado e passado em peneira de 2,0mm de malha, foi homogeneizado e distribuído em 48 vasos plásticos de 7,0 litros de capacidade, com 25cm de diâmetro na borda superior e 25cm de altura. Previamente, cada vaso foi revestido internamente com uma fina camada de argamassa de cimento e areia. Na parte inferior dos vasos colocou-se um pequeno tubo plástico de 5,0cm de comprimento, para coleta do percolado. No fundo dos vasos foi colocado um pedaço de tela de nylon fina e uma camada de 3,0 cm de pedra britada para evitar acúmulo de água.

Os vasos foram numerados e distribuídos aleatoriamente sobre ripado de madeira, colocando-se abaixo de cada vaso um recipiente de vidro (Figura 1).

Cada vaso recebeu 6,0kg de solo. Nos vasos referentes aos tratamentos C_1 e C_2 colocaram-se respectivamente, 15,0 g de gesso e 28,6 g de esterco de curral incorporados nos primeiros 5,0cm do solo, enquanto nos referentes ao tratamento C_3 colocaram-se 15,0g de gesso e 28,6g de esterco de curral.

As soluções salinas, em conformidade com os tratamentos, foram preparadas utilizando-se cloretos de sódio, cálcio e magnésio, cujas composições químicas são mostradas no Quadro 2. No caso do tratamento T_1 foi efetuada lavagem utilizando-se somente água de saneamento, cuja composição química é apresentada no Quadro 3.

A primeira aplicação, no início do processo de lavagem, constituiu-se de 2500 ml da respectiva solução inicial ou da água de saneamento (T_1). As aplicações posteriores foram

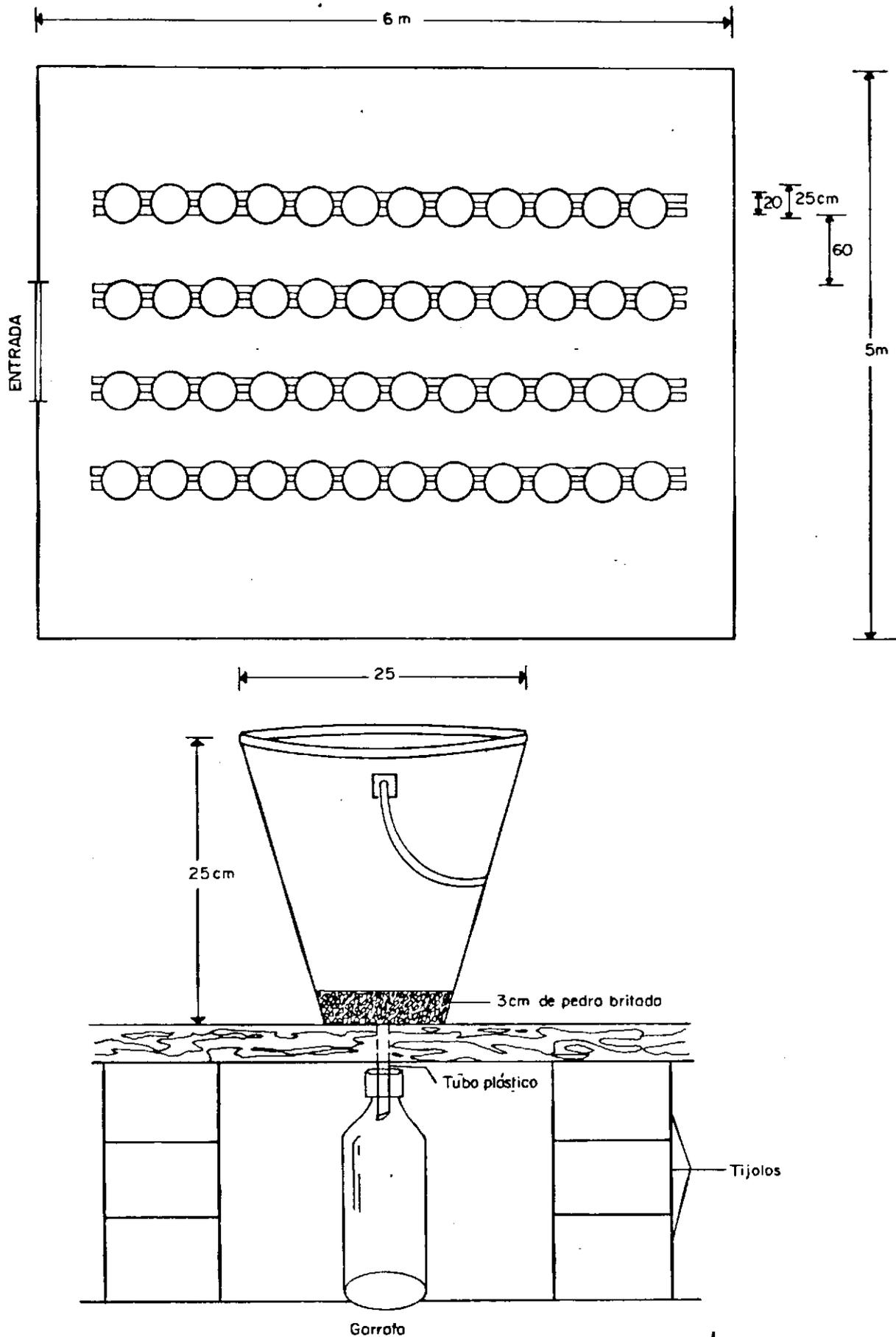


FIG. 1- Croqui da organização espacial do experimento com detalhes de montagem.

QUADRO 2 - Composição química das águas salinas utilizadas para lavagem do solo em diversos tratamentos*.

Número da Solução	Concentração (meq/ℓ)				RAS (m mol/ℓ) ^{1/2} **
	Total	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	
1	470,0	423,0	23,5	23,5	87,2
2	352,5	246,8	52,8	52,9	33,9
3	235,0	164,6	35,2	35,2	27,7
4	117,5	82,3	17,6	17,6	19,6
5	58,7	41,1	8,8	8,8	13,9
6	29,4	20,6	4,4	4,4	9,8
7	14,7	10,3	2,2	2,2	6,9

* - Foram feitas as seguintes lavagens conforme os tratamentos:

T₂ - três lavagens com as soluções de números 3, 5 e 7.

T₃ - cinco lavagens com as soluções de números 1, 3, 4, 5 e 7.

T₄ - sete lavagens com as soluções do número 1 a 7.

** - RAS - Relação de Adsorção de Sódio:

$$\frac{\text{Na}^+}{\left(\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}\right)^{1/2}}$$

QUADRO 3 - Composição química da água de saneamento utilizada no estudo*.

Características	Unidade	Valor
Condutividade elétrica	μ mhos/cm a 25°C	896
Potencial Hidrogeniônico (pH)	-	7,8
Cloretos (Cl^-)	meq/l	5,87
Carbonatos (CO_3^{--})	"	0,2
Bicarbonatos (HCO_3^-)	"	2,05
Cálcio (Ca^{++})	"	1,69
Magnésio (Mg^{++})	"	0,11
Sódio (Na^+)	"	4,5
Potássio (K^+)	"	0,11
Relação de Adsorção de Sódio (RAS)	$(m\ mol/l)^{1/2}$	4,74
Carbonato de Sódio Residual (CSR)	meq/l	0,45
Sulfato qualitativo	-	presente

* Água de tipo C_3S_1 segundo classificação proposta por Richards (1954).

feitas diariamente com volume de 900 ml, sendo cada solução aplicada em dois dias consecutivos e os volumes percolados coletados e medidos diariamente. Após as lavagens com as soluções salinas, aplicaram-se quatro lavagens de 900ml de água de saneamento em cada vaso. No caso de T₁ a percolação era praticamente nula, os 900ml de água eram aplicados quando não mais se observava presença de água na superfície do solo.

Após drenagem e secagem do solo, os vasos receberam adubação em proporção equivalente a 160-320-370 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, utilizando-se sulfato de amônio, super fosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente.

Separadamente, plantaram-se as sementes da cultivar BR-IRGA-409 em substrato de esterco de curral e areia lavada, (proporção 1:4) em 15 de novembro de 1983. Decorridos 30 dias da semeadura, transplantaram-se 5 (cinco) plantas para cada vaso. Após 15 dias realizou-se o desbaste, deixando-se duas plantas por vaso. Trinta dias após o transplântio, aplicaram-se nos vasos 200ml de uma solução nutritiva contendo micro-elementos mais cálcio e magnésio, preparada a partir da solução recomendada por Diniz (1983)*, cuja composição química é mostrada no Quadro 4.

Os tubos de drenagem foram vedados 7 dias após transplântio, sendo reabertos aos 30 e 45 dias, permanecendo aberto durante 6 e 3 dias, respectivamente. Anotaram-se to

*Diniz, M.S.1983, Comunicação pessoal.

QUADRO 4 - Composição química da solução nutritiva utilizada em adubação, com as proporções de volumes para a formulação de 1 litro de solução*.

Elementos	Molaridade	Volume - ml
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,121 mM	2,0
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,12 mM	2,0
$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1,25 mM	2,0
$(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0,0033 mM	2,0
H_3BO_3	3,61 mM	2,0
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	22,629 mM	2,0
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1,00 mM	10,0
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1,00 mM	12,0

* Diniz, M.S. (1983), Comunicação pessoal.

dos os volumes percolados, cujos valores médios por tratamento são apresentados no Quadro 2 do anexo.

O desenvolvimento do arroz foi acompanhado durante todo o ciclo da cultura, tendo sido computados, para fins de análises, os parâmetros: altura de plantas, número de perfilhos e de panículas por planta, peso de grão e peso da parte aérea. A colheita foi efetuada 105 dias após o transplântio.

Após a colheita das panículas e da parte aérea do arroz, procedeu-se à uniformização da umidade dos solos, com a adição de pequenos volume de água (aproximadamente 250 ml). Decorridas 24 horas, coletaram-se cerca de 700g de solo por vaso a partir de 5,0cm de profundidade, o qual após secagem, foi destorroado e peneirado em malha de 2,0mm para fins de análise química.

Durante o período de desenvolvimento da cultura as temperaturas máximas e mínimas ambientais foram registradas na Estação Meteorológica de Campina Grande, situada aproximadamente à 1,5km do local do experimento. As mesmas estão apresentadas no Quadro 3 do anexo.

3.5 - OBSERVAÇÕES E MENSURAÇÕES

3.5.1 - Volume de Água Aplicado e Percolado

Os efeitos dos tratamentos com águas salinas e materiais corretivos na permeabilidade do solo foram avaliados a partir dos valores anotados de volume de água aplicado e

percolado em cada vaso.

3.5.2 - Desenvolvimento e Produção de Arroz

3.5.2.1 - Altura de planta

Após 30 dias do transplântio, foram feitas se manalmente mensurações correspondentes à altura de plantas, medindo-se a distância desde a base até o ápice da folha mais alta da planta, em cada vaso.

3.5.2.2 - Número de perfilhos e panículas por planta.

As anotações do número de perfilhos e de paní culas por planta foram feitas semanalmente por vasos a par tir dos 33 e 68 dias de transplântio, respectivamente.

3.5.2.3 - Peso da parte aérea

Após a colheita das panículas, coletou-se em cada vaso toda a parte aérea das plantas, que após lavagem (para remoção de qualquer sujeira), foi colocada para secar em estufa a 60°C por 72 horas, e posteriormente, pesada em ba lança com precisão de 0,01g.

3.5.2.4 - Produção de grãos

A produção foi determinada em função do peso de grãos em casca por repetição, em balança de precisão, ajus tando-se os valores para a unidade padrão (13%) de acordo com recomendação da EMBRAPA (1979a).

3.5.2.5 - Peso médio de 1000 grãos

Foi determinado a partir da anotação do peso e número de grãos por vaso.

3.5.3 - Efeitos dos Tratamentos no Solo

Para avaliar os efeitos dos diferentes tratamentos na recuperação do solo, foram determinados os valores da condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), do pH da pasta de saturação e da PSI, antes e depois da condução do experimento.

3.6 - ANÁLISE DO SOLO E ÁGUA

A análise textural do solo foi feita pelo método de Day (1965), utilizando-se um hidrômetro, enquanto as densidades real e global foram obtidas, respectivamente pelos métodos do picnômetro, descrito por Forsythe (1971) e da proveta, descrito pela EMBRAPA (1979). As constantes de umidade (umidade equivalente e ponto de murcha permanente) como também os cátions intercambiáveis foram determinados pelos métodos recomendados pela EMBRAPA (1979).

As análises do extrato de saturação e da água, foram realizadas conforme metodologias propostas por Richards (1954).

3.7 - ANÁLISE ESTATÍSTICAS

Para a análise estatística dos dados de altura de plan

tas, número de perfilhos e de panículas/planta, produção de grãos, peso médio de 1000 grãos, condutividade elétrica do extrato de saturação e PSI, usaram-se os métodos usuais de análise de variância para o esquema fatorial 4x4, sendo que para os tratamentos com corretivos foram estudados os fatores gesso e matéria orgânica. Os dados em percentagem e números, foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x}$ e \sqrt{x} respectivamente, antes de serem analisados (Snedecor & Cochran, 1974). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Gomes, 1978).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 - EFEITOS DOS DIVERSOS TRATAMENTOS NA PERMEABILIDADE DO SOLO.

O Quadro 5 apresenta o volume de água aplicado, o volume percolado e a percentagem de percolação por tratamento após as lavagens. Observa-se que, para o tratamento com água de saneamento (T_1), a percentagem do volume percolado foi mínima (6,14%), devido provavelmente a baixa condutividade hidráulica do solo, associada à alta percentagem de argila e sódio trocável do solo utilizado (Quadro 1). Para os tratamentos com água salina, o volume aplicado e percolado variaram de acordo com os níveis de diluições, sendo que a maior percentagem média de percolação (57,30%) foi obtida no tratamento em que se usou água salina com 6 diluições. A maior percentagem de percolação obtida nos tratamentos com águas salinas em relação ao tratamento com água de saneamento deve-se ao efeito flocculante dos sais nas partículas de argila conforme observações de Reeve & Bower (1960).

Com relação ao efeito dos corretivos observou-se que para os tratamentos que foram lavados com água de saneamento e que receberam gesso (C_1 e C_3) a percentagem de percolação

QUADRO 5 - Volume médio* de água aplicada, percolada e percentagem de percolação, sob diversos tratamentos do solo.

TRATAMENTOS	C ₁ GESSO	C ₂ MATÉRIA ORGÂNICA	C ₃ GESSO+M.ORG.	C ₄ TESTE MUNHA	MÉDIA
A. VOLUME APLICADO EM LITROS					
T ₁ - A. SANEAMENTO	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
T ₂ - A. SAL. (2 dil)	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6
T ₃ - A. SAL. (4 dil)	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2
T ₄ - A. SAL. (6 dil)	17,8	17,8	17,8	17,8	17,8
Média	11,95	11,95	11,95	11,95	11,95
B. VOLUME PERCOLADO EM LITROS					
T ₁ - A. SANEAMENTO	0,586	0,062	0,630	0,000	0,319
T ₂ - A. SAL. (2 dil)	5,547	4,475	5,270	4,976	5,067
T ₃ - A. SAL. (4 dil)	6,942	5,928	7,042	6,996	6,727
T ₄ - A. SAL. (6 dil)	10,673	10,020	10,279	9,825	10,199
Média	5,937	5,121	5,805	5,449	5,578
C. PERCENTAGEM DO VOLUME PERCOLADO					
T ₁ - A. SANEAMENTO	11,27	1,19	12,12	0	6,14
T ₂ - A. SAL. (2 dil)	52,33	42,22	49,72	46,94	47,80
T ₃ - A. SAL. (4 dil)	48,89	41,75	49,59	49,27	47,37
T ₄ - A. SAL. (6 dil)	59,96	56,29	57,75	55,19	57,30
Média	43,11	35,36	42,29	37,85	39,65

(*) Média de três repetições.

foi de cerca de 12%, enquanto para aqueles que não receberam gesso (C_2 e C_4), o índice de percolação foi insignificante, 1,19 e zero respectivamente. Estes resultados ressaltam a influência do gesso na melhoria da permeabilidade do solo. Abrol *et alii* (1975), também observaram o efeito do gesso no amento da condutividade hidráulica de um solo salino-sódico. Os resultados obtidos ressaltaram ainda o efeito positivo da interação entre os tratamentos com água salina e com gesso no aumento da permeabilidade do solo. Os tratamentos com águas salinas (T_2 , T_3 e T_4) na presença de gesso (C_1 e C_3) apresentaram percentagem média de percolação (53,0), ligeiramente superior a dos tratamentos C_2 e C_4 cujo valor médio foi 48,6. Provavelmente a ação solubilizante da água de elevada concentração eletrolítica sobre o gesso e a conseqüente diminuição da PSI, conforme resultados reportados por Mohite & Shingte (1981b), foram os responsáveis por tal efeito.

4.2 - EFEITO DE DIVERSOS TRATAMENTOS NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE ARROZ (*Oryza sativa* - L.)

4.2.1 - Altura de Plantas

Os efeitos dos diferentes tratamentos nas alturas médias das plantas, estão mostrados na Figura 2, onde se tem o acompanhamento do desenvolvimento das plantas a partir de 30 dias do transplântio; as leituras não foram iniciadas antes, por se estar aguardando maior uniformidade no estabelecimento da cultura. Verifica-se que as plantas sob o trata

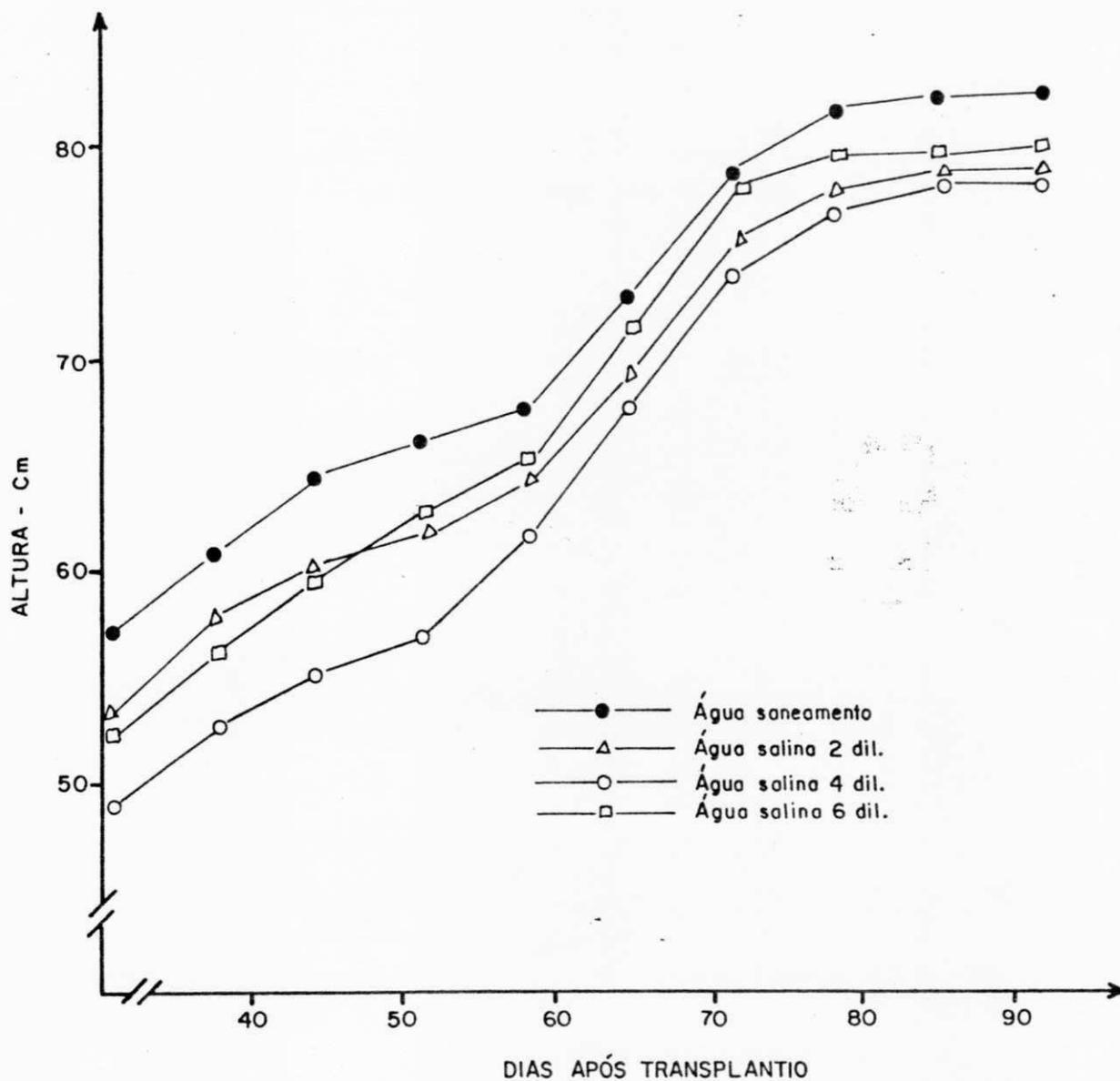


FIG. 2 - Efeitos dos tratamentos com águas salinas nas alturas médias das plantas de arroz.

mento com água de saneamento (T_1), apresentaram curva de crescimento em nível mais elevado que os demais tratamentos. Entretanto, independente dos tratamentos, as plantas mostraram máxima alongação no período de 60 - 75 dias do transplante e a partir dos 80 dias praticamente não houve crescimento. Barreto (1981), estudando em condições de campo o desenvolvimento da cultivar BR IRGA-409 num solo normal, utilizando o método de plantio direto, observou que o ciclo total da cultura foi de apenas 105 dias e que o período de máxima alongação verificou-se até os 60 dias. Portanto, o retardamento que se observou de maneira geral no crescimento das plantas, deste mesmo cultivar, em todos os tratamentos do presente trabalho, foi provavelmente devido à ação conjunta do transplante e da salinidade do solo.

A análise de variância não revelou diferenças significativas para altura de plantas entre tratamentos com água salina e com corretivos (Quadro 6). Luz (1983), trabalhando em condições de campo com arroz (*Oryza sativa* L.) em solo salino-sódico (setor 10 do Perímetro Irrigado de São Gonçalo), usando 4 diferentes cultivares, inclusive BR IRGA-409, também não verificou diferenças significativas na altura final de plantas entre a testemunha e o tratamento que recebeu 60 t/ha de gesso. No presente estudo, a interação tratamentos x corretivos apresentou diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade e o desdobramento da análise de variância (Quadro 6), revelou efeitos significativos dos corretivos apenas dentro dos tratamentos T_2 e T_3 . A comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

QUADRO 6 - Resumo da análise de variância das alturas finais de plantas, sob diferentes tratamentos, em solo salino-sódico.

FV	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MAT. ORGÂNICA (M)	1	25,3953	25,3953	1,85
CESSO (G)	1	5,2199	5,2199	0,381
INTERAÇÃO (M) (G)	1	7,4997	7,4997	0,547
CORRETIVOS (C)	3	38,1149	12,7050	0,926
TRATAMENTOS (T)	3	105,1382	35,0461	2,55
INTERAÇÃO (C)x(T)	9	320,6801	35,6311	2,60*
TRATAMENTO	15	463,9332		
RESÍDUO	31	425,26	13,7181	
TOTAL	46	889,1932		
(C) d. T ₁	3	41,349	13,783	1,005
(C) d. T ₂	3	125,82	41,94	3,057*
(C) d. T ₃	3	163,909	54,6363	3,983*
(C) d. T ₄	3	27,716	9,2387	0,673
TRATAMENTOS		105,1382	35,0461	2,554

C.V = 4,63

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

(Quadro 7), revelou para T_3 a superioridade de C_1 (gesso) sobre C_2 (matéria orgânica) enquanto para T_2 não foram detectadas diferenças significativas entre corretivos.

4.2.2 - Número de Perfilhos por Planta

A Figura 3 mostra os efeitos dos tratamentos com água salina sobre o número médio de perfilhos por planta aos 49, 58, 79 e 93 dias após transplântio.

O número máximo de perfilhos por planta foi atingido aos 79 dias após o transplântio, o que indica um considerável atraso no ciclo da cultura, atribuído entre outros fatores, ao retardamento no crescimento e desenvolvimento das plantas, ocasionado provavelmente pelo transplântio e pelas condições salinas do solo. Fageria *et alii* (1982) também verificaram diminuição no crescimento e atraso para atingir o número máximo de perfilhos por planta, quando cultivou o arroz (*Oryza sativa* L.) em meio salino.

Observou-se que, durante todo o ciclo da cultura, os tratamentos com água de saneamento (T_1) e água salina em 4 diluições (T_3), apresentaram respectivamente o maior e o menor número de perfilhos por planta. Convém lembrar que na altura de plantas, também um efeito semelhante destes tratamentos foi observado.

Em todos os tratamentos, aos 93 dias após transplântio, observou-se uma ligeira redução do número de perfilhos por planta com relação ao número existente aos 79 dias (Figura 3), devido provavelmente ao fato de alguns perfilhos terem

QUADRO 7 - Alturas médias* finais de plantas (cm), sob diferentes tratamentos em solo salino-sódico.

CORRETIVOS TRATAMENTOS	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	MÉDIA
	GESO	MATERIAL ORGÂNICO	GESO+M.ORG.	TESTE MUNHA	
	cm				
T ₁ - A.SANEAMENTO	81,3	85,0	79,9	82,5	82,2
T ₂ - A.SAL. (2dil)**	76,1a	74,1a	81,2a	82,6a	78,5
T ₃ - A.SAL. (4 dil)**	83,2a	73,0b	77,4ab	79,7ab	78,3
T ₄ - A.SAL. (6 dil)	79,2	82,7	78,8	80,7	80,3
Média	79,9	78,7	79,3	81,4	79,8

(*) Médias de 3 repetições, cada uma com duas plantas.

(**) Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

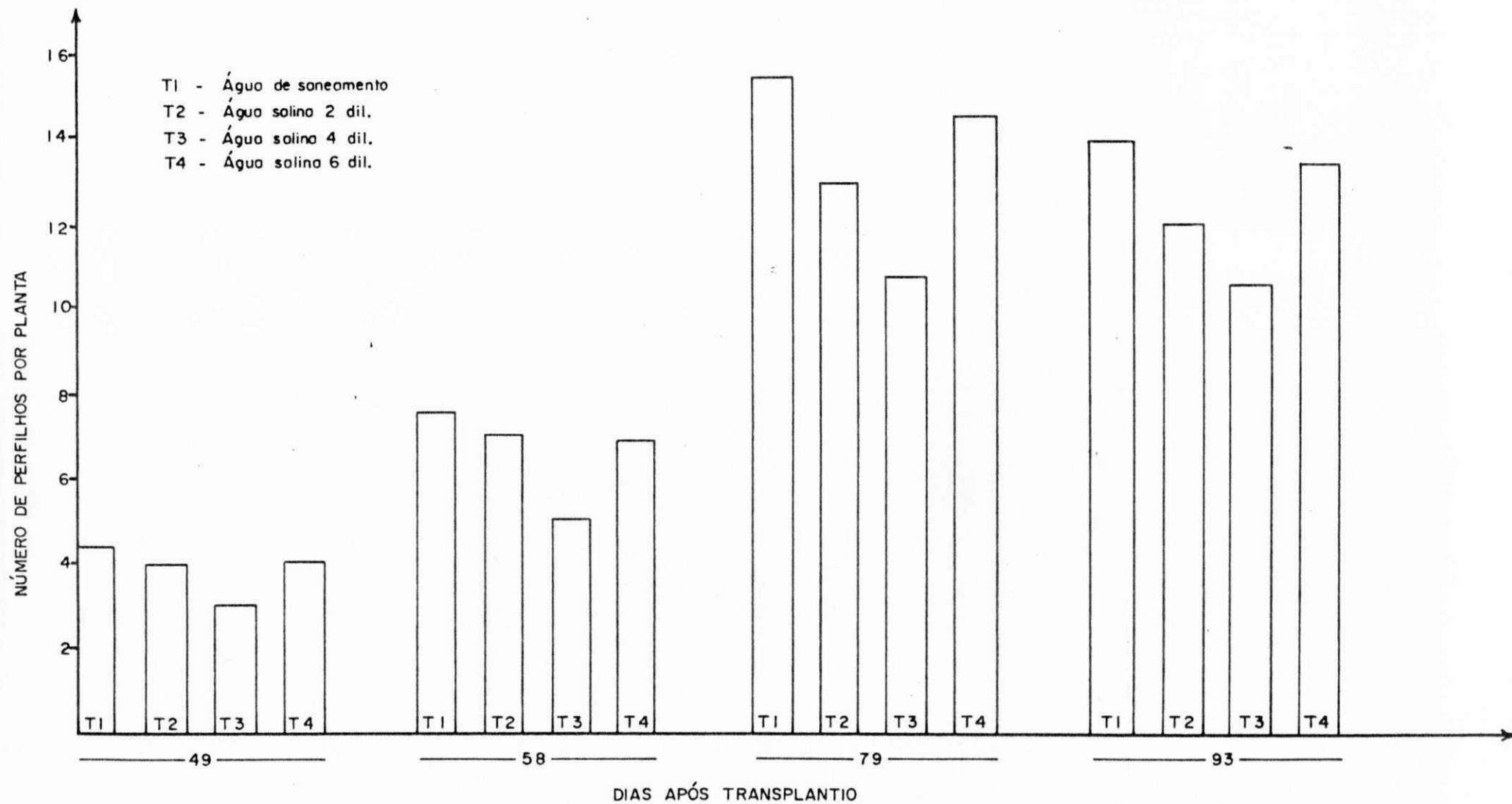


FIG. 3 - Efeitos dos tratamentos com águas salinas no número médio de perfilhos por planta em diferentes épocas.

iniciado o crescimento mas terem fenecido posteriormente.

O resumo da análise de variância da contagem do número de perfilhos por planta, na colheita, é apresentado no Quadro 8. Observaram-se diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, apenas para os tratamentos com água salina.

A comparação de médias pelo teste de Tukey (Quadro 9) revelou que os tratamentos T_1 e T_4 , foram superiores (31,6% em média) ao tratamento T_3 . O tratamento com água de saneamento (T_1), apesar de ter apresentado uma baixa percentagem de percolação na fase inicial (Quadro 5), teve efeito benéfico sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas, provavelmente devido ao maior tempo de contato da solução com o solo. Este fato pode ter ocasionado um melhor equilíbrio iônico do solo entre complexo sortivo e solução, pois na análise final do solo, este tratamento resultou nos menores valores médios de condutividade elétrica do extrato de saturação e da PSI (Quadro 18, B e C).

4.3 - EFEITO DE DIVERSOS TRATAMENTOS NA PRODUÇÃO E NOS COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.).

4.3.1 - Número de Panículas por Planta

A Figura 4 mostra os efeitos dos diversos tratamentos com água salina sobre o número médio de panículas por planta, aos 74, 80, 89 e 103 dias do transplântio. Observa-se que maiores números de panículas por plantas foram obtidos com

QUADRO 8 - Resumo da análise de variância do número de perfilhos por planta^ε, por ocasião da colheita, sob diferentes tratamentos em solo salino-sódico.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MAT. ORGÂNICA (M)	1	0,0847	0,0847	0,591
GESSO (G)	1	0,0298	0,0298	0,208
INTERAÇÃO (M)x(G)	1	0,0092	0,0092	0,064
CORRETIVOS (C)	3	0,1237	0,0412	0,287
TRATAMENTOS (T)	3	1,7786	0,5929	4,14 *
INTERAÇÃO (C)x(T)	9	0,5943	0,0660	0,461
TRATAMENTO	15	2,4966		
RESÍDUO	31	4,4423	0,1433	
TOTAL	46	6,9389		

CV = 10,71%

ε - Dados analisados após transformação em \sqrt{x}

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 9 - Número médio de perfilhos por planta*, por ocasião da colheita, sob diferentes tratamentos em solo salino-sódico.

CORRETIVOS	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	MÉDIA **
TRATAMENTOS	GESSO	MAT. ORG.	GESSO+M.O.	TESTE MUNHA	
T ₁ - A. SANEAMENTO	13,17	13,83	15,20	13,33	13,88a
T ₂ - A.SAL. (2 dil)	12,17	10,75	13,67	11,67	12,06ab
T ₃ - A.SAL. (4 dil)	10,20	10,40	10,33	10,80	10,43b
T ₄ - A.SAL. (6 dil)	13,67	14,75	13,67	12,20	13,57a
Média	12,30	12,43	13,22	12,00	12,48

(*) Média de 3 repetições cada uma com duas plantas.

(**) As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

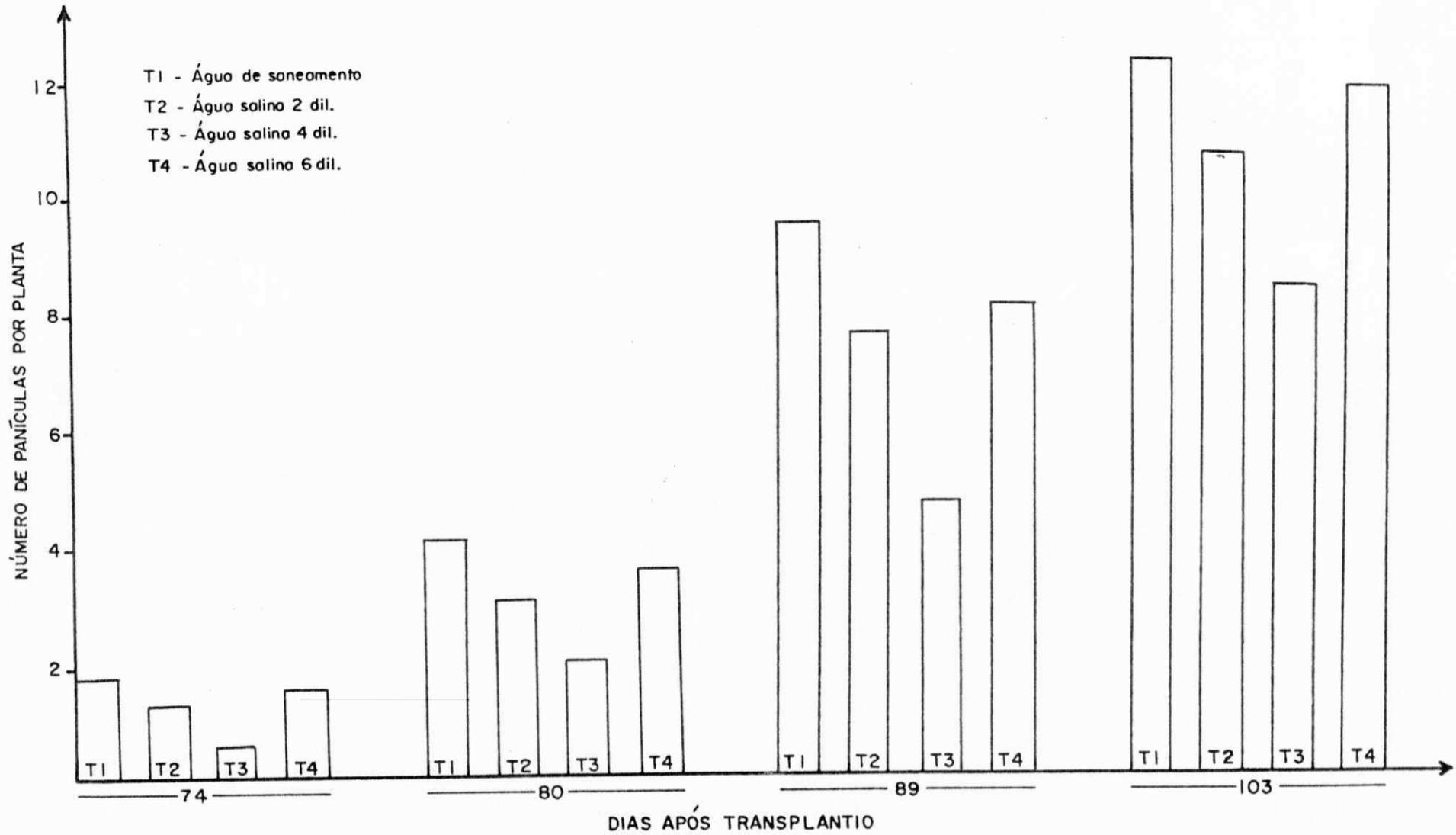


FIG.4 - Efeitos dos tratamentos com águas salinas no número médio de panículas por planta em diferentes épocas.

os tratamentos T_1 e T_4 . Este resultado é uma consequência dos resultados de crescimento e número de perfilhos por planta, que também foram influenciados de forma positiva pelos tratamentos T_1 e T_4 .

A análise de variância dos números de panículas por planta por ocasião da colheita, indicou diferenças significativas entre os tratamentos com água salina ao nível de 5% de probabilidade, mas para os corretivos não foram observadas diferenças significativas (Quadro 10). Todavia, independente dos tratamentos, o maior número médio de panículas por planta foi obtido no caso do corretivo C_3 (gesso + matéria orgânica), tendo superado os demais em cerca de 13,4%.

A comparação de médias pelo teste de Tukey (Quadro 11) revelou diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos T_1 e T_3 para o número de panículas por planta. Os resultados obtidos para este parâmetro apresentam semelhança com aqueles obtidos para os parâmetros anteriores, demonstrando assim a correlação existente entre eles. O menor número de panículas produzidas pelas plantas submetidas ao tratamento T_3 foi entre outros fatores devido ao fato de, neste tratamento, apenas 79% dos perfilhos terem emitido panículas, enquanto 85% dos perfilhos das plantas submetidas a T_1 , foram produtivos.

4.3.2 - Produção

A análise de variância da produção de grãos de arroz em casca por vaso, conforme Quadro 12, revelou diferenças sig

QUADRO 10 - Resumo da análise de variância do número de panículas por planta^E na colheita, sob diferentes tratamentos em solo salino-sódico.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MAT. ORGÂNICA (M)	1	0,21	0,21	0,928
GESSO (G)	1	0,11	0,11	0,486
INTERAÇÃO (M)x(G)	1	0,1782	0,1782	0,787
CORRETIVOS (C)	3	0,4994	0,1665	0,736
TRATAMENTOS (T)	3	2,7930	0,9310	4,11 *
INTERAÇÃO (C)x(T)	9	1,3529	0,1510	0,667
TRATAMENTO	15	4,6453		
RESÍDUO	31	7,014	0,2263	
TOTAL	46	11,6593		

C.V. = 14,54

E - Dados analisados após transformados em \sqrt{x}

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 11 - Número médio de panículas por planta* na colheita, sob diferentes tratamentos em solo salino-sódico.

CORRETIVOS	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	MÉDIA **
TRATAMENTO	GESSO	MAT. ORG.	GESSO+M.ORG.	TESTEMUNHA	
T ₁ - A. SANEAMENTO	11,33	12,67	13,20	11,83	12,26a
T ₂ - A. SAL. (2 di1)	11,33	8,00	12,83	10,50	10,66ab
T ₃ - A. SAL. (4 di1)	6,80	9,20	9,00	8,80	8,45b
T ₄ - A. SAL. (6 di1)	12,33	12,25	12,33	10,20	11,78ab
Média	10,45	10,53	11,84	10,33	10,79

(*) Média de 3 repetições cada uma com duas plantas.

(**) As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 12 - Resumo da análise de variância da produção de arroz em casca por vaso[£], sob diferentes tratamentos, em solo salino-sódico.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MAT. ORGÂNICO (M)	1	43,1536	43,1536	0,54
GESSO (G)	1	347,5258	347,5258	4,36*
INTERAÇÃO (M)x(G)	1	156,1784	156,1784	1,96
CORRETIVOS (C)	3	546,8578	182,2859	2,28
TRATAMENTOS (T)	3	2.345,3389	781,7796	9,80**
INTERAÇÃO (C)x(T)	9	597,1794	66,3533	0,83
TRATAMENTO	15	3.489,3761		
RESÍDUO	31	2.473,1733	79,7798	
TOTAL	46	5.962,5494		

C.V = 32,6%

£ - Ajustado a 13% de umidade.

(*)- Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

(**)- Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 13 - Produção média de arroz em casca por vaso(g)^{*}, sob diferentes tratamentos, em solo salino-sódico.

CORRETIVOS	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	MÉDIA**
TRATAMENTOS	GESSO	MAT. ORG.	GESSO+MAT.ORG.	TESTE MUNHÃ	
	g				
T ₁ - A.SANEAMENTO	32,57	40,47	35,30	38,63	36,74a
T ₂ - A.SAL. (2 dil)	30,10	22,00	33,97	26,27	28,08a
T ₃ - A.SAL. (4 dil)	16,77	9,80	26,03	15,67	17,07b
T ₄ - A.SAL. (6 dil)	30,07	21,63	35,90	21,83	27,36a
Média	27,38	23,47	32,80	25,60	27,31

(*) Média de 3 repetições.

(**) As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

nificativas ao nível de 1% entre os tratamentos. Embora o efeito dos diferentes corretivos não tenha sido significativo, observa-se que o uso de gesso revelou efeito significativo a 5% de probabilidade.

A comparação de médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, não mostrou diferenças significativas entre os tratamentos T₁, T₂ e T₄, os quais foram superior 80% (em média) em relação ao T₃ (Quadro 13). Entre os tratamentos, a relação entre as produções médias de T₁ e T₃ foi de 2,15. Com relação aos corretivos, a aplicação de matéria orgânica (C₂), apresentou a maior e a menor média de produção para os tratamentos T₁ e T₃, respectivamente. Os resultados de produção alcançados com estes dois tratamentos já eram de certa forma esperados, devido aos dados obtidos também com T₁ e T₃ para número de perfilhos e de panículas por planta, parâmetros que, segundo Murata (1969), estão estreitamente correlacionados com a capacidade produtiva do arroz. As amplitudes de diferenças obtidas podem ser atribuídas, entre outros fatores, aos diferentes níveis de recuperação do solo em estudo, como se pode verificar pelas características do solo analisado após a colheita (Quadro 18-A, B e C). O estudo da correlação entre a percentagem de sódio intercambiável (PSI) do solo após o experimento e a produção do arroz, apresentou coeficiente de correlação (r) de -0,82% (Figura 5), o que mostra ser a produção de arroz inversamente proporcional à PSI do solo.

O gesso (isolado ou em combinação com matéria orgânica) teve um efeito significativo (cerca de 22,7%) sobre a

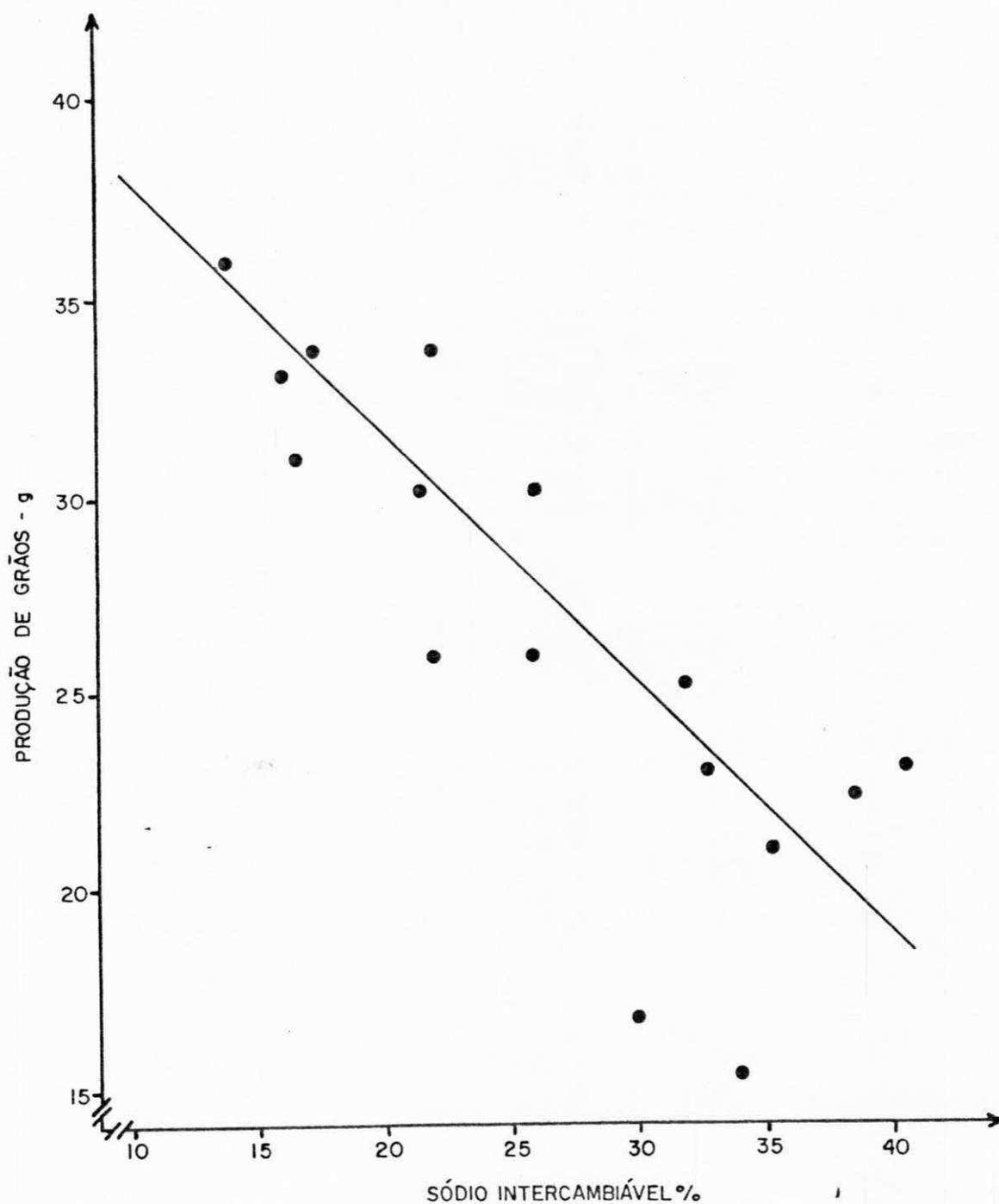


FIG.5 - Correlação entre a percentagem de sódio intercambiável do solo após o experimento e a produção de grãos por vaso.

produção, quando comparado aos demais tratamentos (matéria orgânica ou testemunha). A média de produção de tratamento com gesso mais matéria orgânica (C₃) superou, em aproximadamente 40%, a média do tratamento com matéria orgânica (C₂), apesar de a análise de variância não ter revelado diferenças significativas entre estes tratamentos.

Esse resultado mostra que, para obter máxima produção em solos salino-sódicos a incorporação combinada de gesso e matéria orgânica é melhor que a incorporação individual.

4.3.3 - Peso de Grãos

O peso de 1000 grãos, conforme resumo da análise de variância no Quadro 14, apresentou diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade para os corretivos, enquanto entre os tratamentos as diferenças foram significativas apenas ao nível de 5% de probabilidade. O efeito da interação matéria orgânica x gesso foi significativo ao nível de 1% de probabilidade. O desdobramento da análise de variância revelou efeitos significativos da matéria orgânica dentro do gesso.

A comparação de médias pelo teste de Tukey (Quadro 15), revelou superioridade de T₁ em relação a T₃. Com relação aos corretivos, observou-se que C₂, C₃ e C₄ não apresentaram diferenças significativas entre si, no entanto os dois últimos diferiram significativamente de C₁. O estudo da interação matéria orgânica x gesso, revelou ação positiva da matéria orgânica principalmente na presença de gesso.

O peso médio global de 1000 grãos foi de 19,89g, sendo

QUADRO 14 - Resumo da análise de variância do peso de 1000 (mil) grãos, sob diferentes tratamentos, em solo salino-sódico.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MAT. ORGÂNICO (M)	1	3,1154	3,1154	3,12
GESSO (G)	1	0,2043	0,2043	0,20
INTERAÇÃO (M)x(G)	1	11,4693	11,4693	11,48**
CORRETIVOS (C)	3	14,7890	4,9297	4,93**
TRATAMENTOS (T)	3	12,0951	4,0317	4,04*
INTERAÇÃO (C)x(T)	9	0,4124	0,0458	0,05
TRATAMENTO	15	27,2965		
RESÍDUO	31	30,9733	0,9991	
TOTAL	46	58,2698		
(M) d. (G ₀)	1	1,3831	1,3831	1,38
(M) d. (G ₁)	1	13,2016	13,2016	13,21**
GESSO	1	0,2043	0,2043	0,20

C.V = 5,02

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 15 - Peso médio* de 1000 (mil) grãos (g), sob diferentes tratamentos, em solo salino-sódico.

CORRETIVOS	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	MÉDIA**
TRATAMENTOS	GESSO	MAT. ORG.	GESSO+M.ORG.	TESTEMUNHA	
	g				
T ₁ - A. SANEAMENTO	19,8	20,4	21,3	21,0	20,6A
T ₂ - A. SAL. (2 dil)	18,8	19,7	20,5	20,0	19,7AB
T ₃ - A. SAL. (4 dil)	18,5	19,1	19,8	19,6	19,2B
T ₄ - A. SAL. (6 dil)	19,2	19,8	20,6	20,1	19,9AB
Média**	19,1b	19,7ab	20,6a	20,2a	19,8

TRATAMENTO C/GESSO	G ₀ - SEM GESSO	G ₁ - COM GESSO	MÉDIA
TRAT.C/MAT.ORGÂNICO			
M ₀ - SEM MAT. ORG.**	20,2Aa	19,09Bb	19,64
M ₁ - COM MAT.ORG.**	19,71Ab	20,57Aa	20,14
Média	19,95	19,83	19,89

(*) Média de 3 repetições.

(**) As seguidas da mesma letra (maiuscula nas colunas e minúsculas nas linhas) não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

consideravelmente inferior aos obtidos por Luz (1983) para a mesma cultivar em condição de campo (25,2g), num solo salino-sódico e por Barreto (1981) em solo normal (27,05g). As diferenças observadas são provavelmente devidas aos níveis de salinidade do solo e/ou ao volume limitado de solo explorado pelas plantas no experimento.

4.3.4 - Peso Seco da Parte Aérea

A análise de variância do peso seco médio da parte aérea das plantas de arroz por vaso, indicou diferenças significativas entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade (Quadro 16).

A comparação de médias entre os tratamentos pelo teste de Tukey (Quadro 17), revelou diferenças significativas entre T₁ e T₃, ao nível de 5% de probabilidade, mas os outros tratamentos não diferiram estatisticamente entre si.

Embora a análise de variância não tenha revelado diferenças significativas entre os corretivos, em concordância com os parâmetros discutidos anteriormente, o peso médio da parte aérea parece ter sido favorecido por C₃ (gesso + matéria orgânica), que produziu em média 10% a mais de matéria seca que os outros tratamentos.

4.4 - EFEITOS DE DIVERSOS TRATAMENTOS E CULTURA DE ARROZ NAS CARACTERÍSTICAS DE SOLO.

4.4.1 - pH

O Quadro 18-A apresenta os valores médios de pH da

QUADRO 16 - Resumo da análise de variância do peso da parte aérea das plantas de arroz por vaso, sob diferentes tratamentos em solo salino-sódico.

F.V.		G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MAT. ORGÂNICO	(M)	1	25,2267	25,2267	0,677
GESSO	(G)	1	34,3558	34,3558	0,922
INTERAÇÃO	(M)x(G)	1	63,4405	63,4405	1,70
CORRETIVOS	(C)	3	123,0229	41,0076	1,10
TRATAMENTOS	(T)	3	463,6863	154,5621	4,15*
INTERAÇÃO	(S)x(T)	9	445,1352	49,4595	1,33
TRATAMENTO		15	1.031,8444		
RESÍDUO		31	1.155,5450	37,2756	
TOTAL		46	2.187,3894		

C.V = 19,50%

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 17 - Peso médio* da parte aérea de arroz obtida na colheita, sob diferentes tratamentos, em solo salino-sódico.

CORRETIVOS TRATAMENTOS	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	MÉDIA**
	GESSO	MAT.ORG.	GESSO+M.ORG.	TESTEMUNHA	
	g				
T ₁ - A. SANEAMENTO	31,0	40,8	33,3	35,3	35,1a
T ₂ - A. SAL. (2 dil)	32,6	27,9	37,1	32,1	32,4ab
T ₃ - A. SAL. (4 dil)	22,9	23,5	31,8	28,4	26,6b
T ₄ - A. SAL. (6 dil)	34,7	26,9	33,9	27,9	30,8ab
Média	30,3	29,8	34,0	30,9	31,2

(*) Média de 3 repetições.

(**) As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 18 - Análise do solo pertencente aos diferentes tratamentos após a colheita de arroz*.

TRATAMENTOS	CESSO	MAT. ORG.	CESSO+M.ORG.	TESTE MUNHA	MÉDIA**
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	
A - pH					
T ₁ - A. SANEAMENTO	7,9	7,9	7,9	7,8	7,9
T ₂ - A. SAL. (2 dil)	7,9	7,8	7,8	7,8	7,8
T ₃ - A. SAL. (4 dil)	7,8	8,0	8,0	7,8	7,9
T ₄ - A. SAL. (6 dil)	7,9	8,0	8,0	7,9	7,9
Média	7,9	7,9	7,9	7,8	7,9

C.V = 1,02%

B - CEes (m mhos/cm a 25°C)					
T ₁ - A. SANEAMENTO	6,15	5,55	5,54	6,15	5,85
T ₂ - A. SAL. (2 dil)	6,17	6,35	7,14	7,75	6,85
T ₃ - A. SAL. (4 dil)	5,55	6,07	5,18	7,17	5,99
T ₄ - A. SAL. (6 dil)	5,38	5,83	5,36	7,32	5,97
Média	5,81	5,95	5,80	7,10	6,16

C.V = 28,80%

C - PSI					
T ₁ - A. SANEAMENTO	25,94	24,16	22,03	23,23	23,84a
T ₂ - A. SAL. (2 dil)	18,07	26,47	17,44	26,23	22,05a
T ₃ - A. SAL. (4 dil)	30,83	39,49	29,77	32,74	33,21c
T ₄ - A. SAL. (6 dil)	25,51	30,25	25,67	32,85	28,57b
Média	25,09ab	30,09c	23,73a	28,76bc	26,92

C.V = 7,5%

* Originalmente o solo apresentava os valores de pH, CEes e PSI com 7,9; 10,9 e 39,79%, respectivamente.

** As médias seguidas da mesma letra, na coluna e na linha, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

pasta de saturação do solo sob os diversos tratamentos com água salina e corretivos após a colheita do arroz. Observa-se que os diversos tratamentos e o cultivo do arroz teve pouca influência sobre esta característica do solo, uma vez que o seu valor inicial (antes do experimento = 7,9) e final (depois do experimento \approx 7,8 - 8,0) não mostraram grandes diferenças entre si.

4.4.2 - Condutividade Elétrica do Extrato de Saturação (CEes)

O Quadro 18-B mostra os valores médios da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (m mhos/cm a 25°C) sob os diversos tratamentos após a colheita do arroz. Analisando-se os dados dos tratamentos com corretivos podemos observar que a maior redução foi verificada nos tratamentos em que o gesso estava presente, verificando-se novamente a semelhança com os parâmetros relacionados com o desenvolvimento e produção do arroz, discutidos anteriormente.

Embora a análise de variância não tenha revelado diferenças significativas entre os tratamentos, o menor valor médio de condutividade elétrica foi obtido quando submeteu-se o solo à lavagem com água de saneamento (T₁). Os melhores resultados relativos obtidos por T₁ para diversos parâmetros, é provavelmente devido ao fato desse tratamento ter permitido maior tempo de contato entre a água e o solo, e conseqüentemente uma maior diminuição da PSI em comparação aos tratamentos com águas salinas (T₂, T₃ e T₄), onde a rápida percolação de água, não permitiu um equilíbrio en

tre cátions solúveis e adsorvidos. Esses resultados ainda são corroborados pelo fato de haver maior volume de água percolado durante o cultivo de arroz sob o tratamento T1 em relação aos demais (Quadro 2 do anexo) que é uma indicativa da diminuição do PSI.

No Quadro 18-B observa-se que os valores de CEes apresentaram variações relativamente grandes dentro das repetições, uma vez que se obteve um alto coeficiente de variação (28,8%). Esses resultados mostram que, nos vasos a lixiviação dos sais não ocorreu de maneira semelhante, provavelmente devido ao pouco volume de água utilizado.

4.4.3 - Percentagem de Sódio Intercambiável

Os valores médios da PSI do solo sob diversos tratamentos e após cultivo de arroz são apresentados no Quadro 18-C, verificando-se diferenças entre as médias obtidas nos diversos tratamentos. A análise de variância (Quadro 19), revelou diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade entre os tratamentos com água salina e corretivos e para a utilização do gesso.

A comparação de médias pelo teste de Tukey, indicou inferioridade do tratamento com água salina em 4 diluições (T3) em relação aos demais tratamentos, seguido do tratamento com água salina em 6 diluições (T4) quando comparados aos tratamentos com água de saneamento e água salina em 2 diluições. Em relação aos corretivos, a maior redução da PSI foi observada no tratamento que recebeu gesso mais matéria orgânica, enquanto a menor, foi observada no tratamento que

Quadro 19 - Resumo da análise de variância dos valores da percentagem de sódio intercambiável do solo* sob diferentes tratamentos após a colheita de arroz.

F.V		G.L	S.Q	Q.M	F
MAT. ORGÂNICO	(M)	1	0,0213	0,0213	0,004
GESSO	(G)	1	129,4618	129,4618	23,71 **
INTERAÇÃO (M) x (G)		1	8,6445	8,6445	1,58
CORRETIVOS	(C)	3	138,1276	46,0425	8,43 **
TRATAMENTOS	(T)	3	377,5183	125,8394	23,04 **
INTERAÇÃO (C) x (T)		9	90,2811	10,0312	1,84
TRATAMENTO		15	605,927		
RESÍDUO		32	174,7483	5,4609	
TOTAL		47	780,6753		

C.V = 7,5%

* Dados analisados após transformação em arc. sen $\sqrt{0,01x\%}$

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

recebeu apenas matéria orgânica. O teste de Tukey não revelou diferenças significativas entre os tratamentos com gesso (C1 e C3), nem entre os tratamentos sem gesso (C2 e C4), porém estes últimos apresentavam valores de PSI significativamente superiores a C3. Estes dados destacaram a influência que a incorporação do gesso teve sobre o abaixamento da PSI, resultado já esperado devido à substituição do sódio pelo cálcio.

De maneira geral, observou-se uma correlação negativa entre os índices da PSI do solo após o experimento e os valores obtidos para os parâmetros de desenvolvimento e produção de arroz. Azevedo (1983) trabalhando em solo salino-sódico sob diversos tratamentos, observou, também, maiores valores para crescimento e produção de arroz (*Oryza sativa* L.), no tratamento que apresentou menor PSI do solo após a colheita de arroz.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES

- 1 - O uso limitado de águas salinas mostrou um aumento significativo na permeabilidade do solo e a incorporação de gesso favoreceu ainda mais esse processo, inclusive no tratamento com água de saneamento.
- 2 - Os tratamentos estudados não apresentaram efeitos significativos nas alturas médias das plantas por ocasião da colheita, entretanto os números de perfilhos e de panículas por planta, mostraram efeitos significativos, tendo o tratamento T₁ (água de saneamento) destacado-se dos outros.
- 3 - A produção do arroz foi influenciada significativamente pelo uso do gesso e pelos tratamentos com águas salinas, embora estes últimos, também tenham apresentado efeito significativo para o peso seco da parte aérea.
- 4 - A produção de arroz obtida e a percentagem do sódio intercambiável do solo após o experimento, mostraram uma correlação ($r = -0,82$) significativa a nível de 1% de probabilidade.
- 5 - O cultivo de arroz e os tratamentos estudados não influenciaram o pH do solo, entretanto para os valores de condutividade elétrica do extrato de saturação e percentagem de

sódio intercambiável do solo, observou-se uma redução significativa, principalmente nos tratamentos com gesso.

6 - Pelos resultados deste trabalho, conclui-se que a utilização de águas salinas em pequeno volume não mostra efeito significativo na recuperação do solo estudado, no entanto o solo pode ser utilizado para cultivo de arroz com água de irrigação de qualidade semelhante à do presente estudo.

LITERATURA CITADA

- ABROL, I.P. & BHUMBLA, D.R. Field studies on salt leaching in a highly saline sodic soil. Soil Sci. 115: 429-33, 1973.
- ABROL, I.P., DAHIYA, I.S. & BHUMBLA, D.R. On the method of determining gypsum requirement of soils. Soil Sci., 102: 30-5, 1975.
- ALLISON, L.E. Salinity in relation to irrigation. Advances in Agronomy, 16: 139-80, 1964.
- AMEMYIA, M. & ROBINSON, C. W. The use of undisturbed soil cores to investigate the reclamation of saline and alkaline soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 22: 76-8, 1958.
- AWAD, A. & ABBOT, T. S. Gypsum requeriment of sodic soils and water. Agri. Gaz., London, 87(2): 55-7, 1976.
- AYRES, A. D. & HAYWARD, H.E. A method for measuring the effects of soil salinity on seed germination with observation on several crop plants. Soil. Sci. Am. Soc. Proc., 13:224-6, 1948.
- AYRES, A.D; VAZQUEZ, A.; RUBIA, J de la; BLASCO, F.& SAMPLON, S. Saline and sodic soils of Spain. Soil Sci. 90: 133 - 38, 1960.
- AZEVEDO, N.C. Influência de vários corretivos nas propriedades físico-químicas de um solo salino-sódico e seus efei-

- tos na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. Campina Grande, UFPB-CCT, 1983. 66p. (Tese de Mestrado).
- BARI, G.; HAMID, A. & AWAN, M.A. Effect of salinity on germination and seedling growth of rice varieties. International Rice Commission Newsletter, 22: 32-6, 1973.
- BARRETO, A.N. Indicação de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado para o estado da Paraíba. Campina Grande, UFPB-CCT, 72p. 1981 (Tese de Mestrado).
- BERNSTEIN, L. & HAYWARD, H.E. Physiology of salt tolerance. Ann. Rev. Plant. Physiol., 9: 25-46, 1958.
- BHUMBLA, D.R. & ABROL, I.P. Saline and sodic soils. In: IRRI, Soils and rice. Los Baños, 1978. p. 719-38.
- DAKER, A. A Água na agricultura. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1973. 453 p. v.3.
- DAY, P.R. Fractionation and particle size analysis. In: BLACK, C. A. Methods of soil analysis. Madison, Am Soc. Agr., 1965, p. 546-67. (Agronomy, 9).
- DHAWAN, C.L. & MAHAJAN, V.P. Melhoramento dos solos salinos e alcalinos pelo emprego da palha do arroz. Fertilidade, 32: 27-36, 1968.
- EMBRAPA-CNPAP. Manual de métodos de pesquisa em arroz. Goiânia, 1979. 105p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e conservação de solos. Manual de Mé

todos de Análise de Solo. Rio de Janeiro, 1979. n.p.

FAGERIA, N.K.; B. FILHO, M.P. & GHEYI, H.R. Avaliação de cultivares de arroz para tolerância a salinidade. Pesq. agropec. brasileira, 16:667-81. 1982.

FAO/UNESCO. Irrigation drainage and salinity. Paris. Hutchison 1973. 510 p.

FORSYTHE, W. Física de suelo. San José, Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1971. p.39-45.

GHEYI, H.R.; BARREIRO, A.N.; GARRI, A.C.R.C. & ALMEIDA, A. M. de. Avaliação preliminar de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) para solos afetados por sais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 12., Ilhéus, 1982. Anais... Ilhéus, 1982.

GOERTZEN, J.O. & BOWER, C.A. Carbon dioxide from plant root as a factor in the replacement of adsorbed sodium in calcareous soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 22:36-7, 1958.

GOES, E.S. O problema de salinidade e drenagem em projetos irrigados do Nordeste e a ação da pesquisa com vistas a seu equacionamento. In: REUNIÃO SOBRE SALINIDADE EM ÁREAS IRRIGADAS, Fortaleza, 1978. Anais. Fortaleza, 1978.

GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 8 ed., São Paulo, Nobel, 1978. 429 p.

HOFFMAN, G.J. & PHENE, C. Effect of constant salinity levels on water use efficiency of bean and cotton. Transactions

of the ASAE, 14:1102-06, 1971.

IKEHASHI, H. & PONNAMPERUMA, F.N. Varietal tolerance of rice to adverse soils. In: SYMPOSIUM SOILS AND RICE. Los Baños, Philippines, 1977. Los Baños, International Rice Research, 1977.

KELLEY, W.P. Alkali soil; their formation properties and reclamation. New York, Reinhold Publishing Corporation, 1951. 176 p.

LOVEDAY, J. Relative significance of electrolyte and cation exchange effects when gypsum is applied to a sodic clay soil. Aust. J. Soil Res., 14: 361-71, 1976.

LUZ, E. B. Influência do uso de gesso e matéria orgânica no desenvolvimento e produção de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado em solo salino-sódico. Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 1983. 59p. (Tese de Mestrado).

MCNEAL, B. L., PEARSON, G.A. & BOWER; C.A. Effect of rice culture on the reclamation of sodic soils. Agronomy Journal, 58: 238-40, 1966.

MILJKOVIC, N.; AYRES, A.D. & EBERHARD, D.L. Salt affected soils of Yugoslavia. Soil Sci., 88:51-5, 1959.

MOHITE, A. U. & SHINGTE, A. K. Evaluation of high-salt-water dilution schedule for reclamation of saline-sodic and sodic soils. J. Indian. Soc. Soil Sci., 29: 55-60, 1981a.

- Use of high-salt water dilution method in conjunction with FYM and gypsum for reclamation of sodic soils. J. Indian Soc. Soil Sci., 29: 512-7, 1981b.
- MURATA, Y. Physiological responses to nitrogen in plants. In: EASTIN. Physiological aspects of crop growth., Madison, Am. Soc. Agro., 1969 p.
- PEARSON, G. A. & BERNSTEIN, L. Salinity effects at several growth stages of rice. Agron. J., 51: 534-37, 1959.
- PEREIRA, E. & SILVA J.F. da. Efeito de diferentes níveis de gesso na correção de solos salino-sódicos do perímetro irrigado de Poço da Cruz. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 3., Fortaleza, 1976. Anais ... Fortaleza, MINTER/DNOCS/ABID, 1977. p. 219-34. V.3.
- PEREIRA, Z. M. P. Possibilidade de uso de água salina na recuperação de solos sódicos do Perímetro Irrigado de São Gonçalo. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 3., Fortaleza, 1975. Anais ... Fortaleza, MINTER/DNOCS / ABID, 1977. p.208-18 V.3.
- PIZARRO, F. Drenaje Agrícola y Recuperación de suelos salinos. Madrid, Agrícola Española, 1978. 521 p.
- PRISCO, J. T.; BARBOSA, L. & FERREIRA, L.G.R. Efeitos da salinidade na germinação e vigor de plântulas de Sorghum bicolor (L) Moench. Ciênc. Agron., 513-7; 1975.
- PUTTASWAMYGOWDA, B.S. & PRATT, P.F. Effects of straw, calcium

- chloride and submergence on sodic soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 37: 208-12, 1973.
- PUTTASWAMYGOWDA, B.S. & WALLIHAN, E.F. & PRATT, P.F. Effects of drainage and organic amendments on the reclamation of a sodic soil cropped with rice. Soil Sci. Am. Proc., 36 : 621-5, 1972.
- QUIRK, J.P. & SCHOFIELD R.K. The effect of electrolyte concentration on soil permeability. J. Soil Sci., 6:163-78, 1955.
- REEVE, R.C. & BOWER, C.A. Use of high salt waters as a flocculant and source of divalent cations for reclaiming sodic soils. Soil Sci., 90:139-44. 1960.
- REEVE, R.C. & FIREMAN, M. Salt tolerance in relation to irrigation. In: HAGAN, R.M.; HAISE, R.H. & EDMINSTER, T. N. Irrigation of agricultural lands. Madison, Am. Soc. Agro, 1967. p.998-1003. (Agronomy, 11).
- RICHARDS, L.A. Ed. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington, United States Salinity Laboratory Staff, 1954. 160 p. (Agriculture Handbook, 60).
- SHARMA, R.A.; BHARGAVA, B.S.; RASTOGI, S.K.; GHURAYYA, R. S. . Amelioration of nonsaline alkali soil of Gwalior by gypsum and improvement of soil productivity as measured by rice. Indian J. Agric. Res., 9: 111-16, 1975.
- SILVA, M.J. Efeito de diferentes métodos de recuperação num solo com problemas de sódio, no projeto de irrigação de

São Gonçalo-PB. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa ,
1978. 54 p. (Tese de Mestrado).

SNEDECOR, G. W. & COCHRAN, W. G. Statistical methods. Ames ,
Iowa State College, 1974. 593 p.

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

SUDENE, Relatório Anual. Recife, PE, 1977. 82 p.

SZABOLC, L. & LESTAK, V. Capillary movement of sodium salt
solutions in soil columns. Sov. Soil Sci, 483-8. .
1966.

THOMAS, J. R. Osmotic and specific salt effects on growth of
cotton. Agron. J., 72:407-12, 1980.

ANEXOS

QUADRO 1 - Descrição do perfil do solo utilizado no experimento (lote 23 - Perímetro Irrigado de Sumé (Sumé-PB).

HORIZONTE	PROFUNDIDADE (cm)	DESCRIÇÃO
A ₁	0 - 20	Textura argila limosa; cor úmida - 10 R 5/1; estrutura forte, grande, blocos subangulares; poros poucos, finos; transição abrupta, ondulada; filme de argila muito poucos nos pedos; raízes muito poucas finas.
C ₁	20 - 33	Textura argila; cor úmida - 7,5 R 2,5/2; estrutura média, grande, blocos subangulares; poros poucos, finos; transição gradual, ondulada; filme de argila muito poucos nos pedos; raízes muito poucas finas.
C ₂	33 - 47	Textura argila limosa; cor úmida 7,5 R 3/0; estrutura média, moderada, blocos subangulares; poros muito poucos, muito finos; transição gradual, ondulada; filme de argila muito poucos nos pedos; raízes muito poucas finas.
C ₃	47 - 100	Textura barro limosa argilosa; cor úmida 7,5 R 2,5/2; estrutura média, moderada, blocos subangulares; poros muito poucos, muito finos; transição gradual ondulada; filme de argila muito pouco pedos; raízes muito poucas finas.
II C ₁	100-121	Textura barro argila areia; cor úmida 10 R 3/2; estrutura média, moderada, blocos subangulares; poros muito poucos, muito finos; transição clara, ondulada; filme de argila muito poucos nos pedos; raízes poucas finas.
II C ₂	121-142	Textura argila limosa; cor úmida 10 R 3/1; estrutura média, moderada, blocos subangulares; poros

continuação do QUADRO 1.

HORIZONTE	PROFUNDIDADE (cm)	DESCRIÇÃO
II C ₂	121 - 142	Muito poucos, muito finos; transição abrupta plana; filme de argila comum, Slickensides.
III C	142 - 165+	Textura material intemperizado arenoso com cascalhos; cor úmida 10 R 5/4; estrutura pedregosa, forte, pedras.

Quadro 2 - Volume total médio* de água percolada por vaso, sob os diversos tratamentos de solo, durante o cultivo de arroz.

CORRETIVOS	GESSO	MAT. ORG.	GESSO+M.ORG.	TESTE MUNHA	MÉDIA
TRATAMENTOS	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	
	ℓ				
T ₁ - A. SANEAMENTO	3,39	7,67	4,21	8,04	5,83
T ₂ - A.SAL. (2 dil)	3,08	1,14	3,53	1,80	2,39
T ₃ - A.SAL. (4 dil)	1,91	1,05	3,82	1,46	2,06
T ₄ - A.SAL. (6 dil)	4,88	2,49	6,84	1,64	3,96
MÉDIA	3,32	3,09	4,6	3,24	3,56

* Média de três repetições.

QUADRO 3 - Temperaturas máximas e mínimas anotadas durante a condução da cultura de arroz (*Oryza sativa*, L.).

DIAS	NOV.		DEZ.		JAN.		FEV.		MAR.	
	MAX	MIN								
01			30,6	20,0	29,7	19,4	30,7	20,1	31,2	21,9
02			30,4	20,0	30,0	20,2	31,1	20,4		
03			30,2	20,5	30,2	19,6	31,3	21,1		
04			29,2	19,8	30,7	20,6	28,6	20,7		
05			30,4	20,0	31,3	21,0	29,5	20,5		
06			30,4	20,5	31,4	21,0	31,0	19,3		
07			30,3	20,4	30,3	21,1	29,4	20,9		
08			30,5	20,7	25,3	20,9	30,8	21,5		
09			31,4	20,3	30,5	19,4	30,7	19,9		
10			31,3	20,3	29,5	19,6	31,2	20,4		
11			32,0	20,2	31,7	18,9	31,2	21,0		
12			30,5	21,1	27,3	20,7	30,2	20,9		
13			30,5	20,5	28,2	20,7	29,9	21,1		
14			31,4	20,1	29,3	20,0	29,8	21,1		
15	30,2	19,9	31,2	20,2	30,8	19,5	30,6	21,2		
16	30,5	20,3	30,4	20,5	29,4	19,7	31,2	20,9		
17	30,0	19,6	30,2	20,1	31,4	20,7	32,5	21,1		
18	30,5	20,1	29,7	20,0	31,2	21,0	32,4	20,6		
19	30,3	19,1	30,2	19,9	30,7	23,6	32,2	22,0		
20	30,6	20,1	31,0	20,7	31,2	20,1	32,3	21,6		
21	30,9	20,3	31,7	20,1	31,2	20,8	30,8	20,3		
22	31,6	20,1	31,7	21,0	31,9	21,0	32,4	21,2		
23	31,7	19,7	30,2	20,6	30,7	21,0	31,8	20,7		
24	30,1	20,5	30,5	20,2	31,1	19,9	31,4	20,7		
25	29,7	19,9	31,0	20,3	31,5	21,5	31,5	21,1		
26	30,5	20,2	31,0	21,8	30,2	20,5	31,2	20,2		
27	30,7	19,7	30,5	20,2	30,7	21,3	32,9	20,7		
28	30,6	20,7	30,4	19,1	27,5	21,1	32,5	21,0		
29	29,8	20,1	28,4	20,4	30,5	21,5				
30	31,1	20,4	30,7	20,4	30,9	20,1				
31			31,2	19,3	29,8	20,0				