

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
PRO-REITORIA PARA ASSUNTO DO INTERIOR
CENTRO DE CIENCIAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium
hirsutum* L.) SOB DIFERENTES PERCENTAGENS DE SÓDIO TROCÁVEL

por

MANOEL FERREIRA DE VASCONCELOS

CAMPINA GRANDE - PB

NOVEMBRO - 1990

MANOEL FERREIRA DE VASCONCELOS

COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum* L.) SOB DIFERENTES PERCENTAGENS DE SÓDIO TROCÁVEL

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

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Engenharia de Recursos Hídricos

ÁREA DE ESTUDO: Irrigação e Drenagem

Prof. HANS RAJ GHEYI (Doutor)
(Orientador)

OK
Profa. NORMA CESAR DE AZEVEDO (M.Sc.)
(Orientadora)

Napoleão E. de M. Beltrão
Pesq. NAPOLEÃO E. DE MACEDO BELTRÃO (Doutor)
(Co-Orientador)

CAMPINA GRANDE - PB

NOVEMBRO - 1990



V331c Vasconcelos, Manoel Ferreira de.
Comportamento de cultivares do algodoeiro herbáceo
(*Gossypium hirsutum* L.) sob diferentes percentagens de
sódio trocável / Manoel Ferreira de Vasconcelos. - Campina
Grande, 1990.
76 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) -
Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e
Tecnologia, 1990.
"Orientação: Prof. Dr. Hans Raj Gheyi, Profa. Dra. Norma
Cesar de Azevedo, Prof. Dr. Napoleão E. de Macedo Beltrão".
Referências.

1. Solos Sódicos - Algodão Herbáceo. 2. Algodão Herbáceo
- Cultura. 3. Recursos Hídricos. 4. Engenharia Civil -
Dissertação. I. Gheyi, Hans Raj. II. Azevedo, Norma Cesar
de. III. Beltrão, Napoleão E. de Macedo. IV. Universidade
Federal da Paraíba - Campina Grande (PB) V. Título
CDU 624:633.511(043)

COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium*
hirsutum L.) SOB DIFERENTES PERCENTAGENS DE SÓDIO TROCÁVEL

por

MANOEL FERREIRA DE VASCONCELOS

DISSERTAÇÃO APROVADA POR:



Prof. Hans Raj Gheyi
PRESIDENTE



Profa. Norma Cesar de Azevedo
EXAMINADOR



Pesq. Napoleão E. de Macedo Beltrão
EXAMINADOR

CAMPINA GRANDE - PB

NOVEMBRO - 1990

A meu Pai, minha Irmã e minha Filha

Antonio, Mariana e Arally

HOMENAGEM

A minha esposa MARLUCE
pela inestimável importância
que representa para mim.

A minhas filhas Ariadnny e
Arilane, em quem deposito
grandes esperanças.

A toda minha família, pela
amizade que nos mantém unidos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S/A - EMEPA/PB, representada pelos diretores :Paulo Roberto de Miranda, Severino Pessoa e José Aragão, pela oportunidade de realização do curso.

À Universidade Federal da Paraíba - UFPB, em especial aos departamentos de Engenharia Civil e de Agrícola do CCT, pelo ensinamento e apoio.

Ao CNPq/PROINE, pelo fornecimento de bolsa de estudo e CNPq/BID pelo apoio financeiro.

Ao Centro Nacional de Pesquisa do Algodão - CNPA, pelo acesso permitido aos laboratórios e à biblioteca.

Aos professores Hans Raj Gheyi e Norma Cesar de Azevedo e ao Doutor Napoleão Esberard de Macedo Beltrão, pelos ensinamentos, orientações e sugestões em todas as etapas do Curso.

A todos os colegas do Curso, especialmente a José Bezerra de Araújo, José Geraldo dos Santos, Euclidenor Jerônimo, Exidio Sánchez e Walter Santana, pela saudável convivência.

Ao Engenheiro João Augusto pela sincera amizade.

Ao Agrônomo Kenard Torres, pela indicação e estímulo para a realização do Curso.

Aos Pesquisadores do CNPA: Emídio Ferreira, José Gomes, José Mário, José Renato, Malaquias Amorim e Maria José da Silva, pelas sugestões e/ou informações prestadas em suas respectivas áreas de trabalho.

A todos os componentes da EMEPA de Patos, especialmente ao seu Coordenador, Zootecnista Francisco Gomes Fernandes, pelo inestimável apoio em todas as etapas do Curso; A Safira Edith, pela boa vontade demonstrada, na tiragem de inúmeras xerox e, aos colegas José Belarmino, João Felinto e Waldemar Aranha, pelas valiosas críticas e sugestões.

Aos agrônomos Elson Soares - EMEPA e José Wellington - CNPA, e aos professores Aderbal Azevedo e Olaf Bakke - UFPB, pelas orientações nas análises estatísticas dos dados.

Aos professores: Ana Catão, Gilvan Rodrigues, Hamilton Medeiros, Hugo Carvallo, José Dantas, José Elias e Maria José dos Santos, pelo eficiente ensinamento e bom relacionamento com os alunos dentro e fora da Universidade.

Ao pessoal do Laboratório de Irrigação e Salinidade: Dora, Lúcia, Rosário, Wilson, Francisco e José Maria.

Ao pessoal das Coordenações de Mestrado em Engenharia Civil e Engenharia Agrícola, Joséte, Josélia, Ruth, Aldaniza e Airon, pela amizade e apoio.

As bibliotecárias Maria das Graças Lima - EMEPA e Nívia Marta Gomes, Elizabete de Oliveira e Lusimar Santos do CNPA pelo valioso apoio na revisão bibliográfica.

A Demonsthenes Cardoso pela confecção de desenhos.

RESUMO

O presente trabalho, desenvolvido no período de julho de 1988 a março de 1989, em Casa de Vegetação, teve como objetivo identificar as cultivares mais produtivas em meio sódico, bem como os níveis de tolerância das mesmas. Utilizou-se como substrato oito quilos de material de um solo aluvial eutrófico de textura franco arenosa, proveniente do Perímetro Irrigado de Sumé, PB. Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial 5x5 com quatro repetições, sendo os fatores representados pelas cultivares do algodoeiro herbáceo CNPA Acala 1; CNPA Precoce 1; CNPA 2H; CNPA 3H e IAC 20, e pelas percentagens de sódio trocável (PST) de 1,4 (testemunha); 14,5; 27,8; 41,4 e 51,0 obtidas adicionando-se solução de $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{N}$ ao solo. Na ocasião do plantio procedeu-se a adubação em fundação usando-se 2,4 g de superfosfato triplo e 4,8 g de cloreto de potássio por vaso, enquanto que na adubação nitrogenada além de três aplicações foliares de uréia a 0,5%, utilizou-se 3,0 gramas de sulfato de amônio e 3,2 g de uréia.

Foram estudadas as variáveis: número de sementes germinadas, aos 15 dias após o plantio; abertura do primeiro capulho (dias); crescimento diametral do caule e altura de

plantas aos 30, 60, 90 e 110 dias após o plantio; percentagem de shedding; número médio de capulho; peso médio de capulho e produção de algodão em caroço.

Com relação as PST, foram observados efeitos significativos a nível de 0,01 de probabilidade para todas as variáveis estudadas. Quanto às cultivares verificou-se efeitos significativos a nível 0,01 de probabilidade para as variáveis altura de plantas, número de capulho e peso médio de capulho e a 0,05 para a abertura do primeiro capulho. A interação entre cultivar e PST não foi significativa em nenhuma variável.

As variáveis número de sementes germinadas, abertura do primeiro capulho e percentagem de shedding, alcançaram os melhores resultados em PST próximas a zero, entretanto, as demais variáveis se comportaram melhores na faixa de PST entre, 7 e 17. No tocante a produção de algodão em caroço as cultivares se comportaram de modo semelhante, entretanto, a diferença encontrada entre os tratamentos com PST 1,4 e 51,0 foi de 79% ou seja a produção na primeira foi 4,7 vezes mais que na última.

De uma maneira geral, as cultivares foram afetadas pelo sódio trocável a partir de níveis muito baixos, contudo, danos comprometedores da produção só ocorreram em PST superior a 27,8. No tratamento com PST de 51,0 todas as

variáveis de crescimento e produção, foram severamente afetadas, havendo inclusive, alongamento do ciclo da cultura.

ABSTRACT

This research was carried out during the period of July 1988 to March 1989 under greenhouse conditions with the purpose to identify more productive cotton cultivars for sodic conditions and to investigate levels of exchangeable sodium tolerance for those cultivars. Seeds of cotton were sown in pots containing 8 kg of an alluvial eutrophic, loamy-sand soil belonging to the Perímetro Irrigado de Sumé-PB. The experiment was set out in completely randomized 5 x 5 factorial design with four replications. The factors were represented by five cultivars of annual cotton (CNPA Acala 1, CNPA Precoce 1, CNPA 2H, CNPA 3H and IAC 20) and five levels of exchangeable sodium percentage (ESP), 1.4 (control); 14.5; 27.8; 41.4 and 51.0, obtained by adding Na_2CO_3 2N solution to soil. At the time of planting a basal dose of 2.4 g super phosphate (triple), 4.8 g potassium chloride per pot was applied whereas for nitrogen besides three foliar applications with 0.5% urea, 3.0 g of ammonium sulphate and 3.2 g of urea were applied. Data were recorded for the following variables: numbers of germinated seeds (15 days after planting); cotton boll opening; stem diameter and plant height at 30, 60, 90 and 110 days after planting; shedding percentage, mean number of cotton bolls, boll weight and cotton yield.

The results demonstrated that there was a significant response ($p < 0.01$) of cotton variables to ESP levels. As far as cultivars are concern, significant effect was verified only for plant height and boll weight ($p < 0.01$) and for boll opening ($p < 0.05$). The interaction between cultivar and ESP was not observed to be significant for none of the variables.

For the variables, number of germinated seeds, boll opening and shedding percentage, the best results were obtained at ESP near to zero, however, for the other variables the best values were obtained between ESP 7 and 17. Concerning yield, cotton cultivars did not differ significantly from each other, however, it was observed that treatments with ESP 1.4 were 4.7 or 79 % more productive than the ones grown under the highest ESP level (51.0).

In short, cotton cultivars were affected by ESP at very low levels, nevertheless compromising yield damage was observed only at levels beyond 27.8. In treatment with ESP 51.0 all the computed cotton variables were severelly affected, causing even delay in harvesting.

LISTA DE TABELAS

	PAGINA
TABELA 01 - Classificação dos solos de acordo com a PST segundo MASSOUD.	08
TABELA 02 - Relação de culturas segundo suas tolerâncias relativas a sódio trocável.	16
TABELA 03 - Percentagem de germinação de algumas culturas, sob diferentes percentagens de sódio trocável.	18
TABELA 04 - Fitomassa por planta, ao final do ciclo, de algumas culturas sob diferentes percentagens de sódio trocável.	18
TABELA 05 - Características física, hídrica e química do solo utilizado no estudo.	28
TABELA 06 - Relação das adubações nitrogenadas efetuadas no experimento.	31
TABELA 07 - Resumo das análises de variância dos dados das variáveis número de sementes germinadas $(X + 0,5)^{1/2}$, diâmetro do	

caule (mm) e altura de plantas (cm) aos 110 dias após o plantio, de cultivares do algodoeiro herbáceo, sob diferentes percentagens de sódio trocável.

38

TABELA 08 - Valores médios das variáveis: número de sementes germinadas; diâmetro do caule e altura de plantas aos 110 dias após o plantio; abertura do primeiro capulho; número de capulho; percentagem de shedding; peso médio de capulho e produção de algodão em caroço, para diferentes cultivares do algodoeiro herbáceo sob diferentes percentagens de sódio trocável.

42

TABELA 09 - Resumo das análises de variância das variáveis; abertura do primeiro capulho (dias após o plantio); número de capulhos colhidos por vaso e percentagem de shedding, de cultivares do algodoeiro herbáceo, sob diferentes percentagens de sódio trocável .

46

TABELA 10 - Resumo das análises de variância do peso médio de capulho (g) e produção de algodão em caroço (g) de cultivares do algodoeiro herbáceo, sob diferentes percentagens de sódio trocável.

50

APENDICE

PAGINA

TABELA 01 - Número de sementes germinadas, aos 15 dias após o plantio de cultivares do algodoeiro herbáceo sob diferentes percentagens de sódio trocável.	69
TABELA 02 - Crescimento diametral médio de cultivares do algodoeiro herbáceo aos 110 dias após o plantio, sob diferentes percentagens de sódio trocável.	70
TABELA 03 - Altura de plantas (cm) de cultivares do algodoeiro herbáceo aos 110 dias após o plantio, sob diferentes percentagens de sódio trocável.	71
TABELA 04 - Abertura do primeiro capulho (dias após o plantio) de cultivares do algodoeiro herbáceo sob diferentes percentagens de sódio trocável.	72

TABELA 05 - Percentagem de shedding de cultivares do algodoeiro herbáceo sob diferentes percentagens de sódio trocável.	73
TABELA 06 - Número de capulho por vaso, de cultivares do algodoeiro herbáceo sob diferentes percentagens de sódio trocável.	74
TABELA 07 - Peso médio de capulho (g) de cultivares do algodoeiro herbáceo sob diferentes percentagens de sódio trocável.	75
TABELA 08 - Produção de algodão em caroço (g) de cultivares do algodoeiro herbáceo sob diferentes percentagens de sódio trocável.	76

LISTA DE FIGURAS

	PAGINA
FIGURA 01 - Curva de sodificação do solo, obtida por meio da adição de volumes crescentes de solução de Na_2CO_3 2N em 300 g de solo seco.	30
FIGURA 02 - Altura média, em cm de cultivares do algodoeiro herbáceo, aos 30, 60, 90 e 110 dias pós-plantio, sob diferentes percentagens de sódio trocável.	36
FIGURA 03 - Altura relativa média de diferentes cultivares do algodoeiro herbáceo, aos 110 dias pós-plantio, sob diferentes percentagens de sódio trocável.	40
FIGURA 04 - Altura relativa média do algodoeiro herbáceo aos 110 dias pós-plantio, sob diferentes percentagens de sódio trocável.	41

- FIGURA 05 - Curva de regressão para abertura do primeiro capulho (dias após o plantio), em função das percentagens de sódio trocável. 44
- FIGURA 06 - Curva de regressão para peso médio de capulho (g) em função das percentagens de sódio trocável. 49
- FIGURA 07 - Curva de regressão para produção de algodão em caroço (g) em função das percentagens de sódio trocável. 53
- FIGURA 08 - Produção relativa de algodão em caroço de cultivares do algodoeiro herbáceo, sob diferentes percentagens de sódio trocável. 54

INDICE

	PAGINA
CAPITULO I - INTRODUÇÃO	01
CAPITULO II - REVISÃO DE LITERATURA	04
1. SOLOS SÓDICOS	04
1.1. Considerações Gerais	04
1.2. Características	07
2. EFEITOS DO SÓDIO TROCÁVEL	08
2.1. Efeitos no Solo	08
2.2. Efeitos na Planta	10
2.2.1. Efeitos tóxicos	11
2.2.2. Efeitos relacionados com outros cátions	12
3. TOLERANCIA DAS CULTURAS AO SÓDIO TROCÁVEL	14
CAPITULO III - MATERIAIS E MÉTODOS	23
1. LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	23
2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	23
3. ANÁLISE ESTATÍSTICA	24
4. METODOLOGIA DE CONDUÇÃO	26
4.1. Sementes	26
4.2. Solo	27

	PAGINA
4.3. Sodificação do Solo	27
4.4. Plantio e Desbaste	29
4.5. Adubação	29
4.6. Irrigação	31
5. VARIÁVEIS ESTUDADAS	32
CAPÍTULO IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
1. EFEITOS DE DIFERENTES PERCENTAGENS DE SÓDIO TROCÁVEL (PSO) NA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DO ALGODOEIRO HERBÁCEO.	33
1.1. Germinação das Sementes	33
1.2. Diâmetro do Caule	35
1.3. Altura de Planta	35
2. EFEITOS DE DIFERENTES PERCENTAGENS DE SÓDIO TROCÁVEL NOS COMPONENTES DE PRODUÇÃO DO ALGODOEIRO HERBÁCEO.	39
2.1. Abertura do Primeiro Capulho.	39
2.2. Shedding das Flores e Maçãs.	45
2.3. Número de Capulho.	46
2.4. Peso Médio de Capulho.	47
2.5. Produção de Algodão.	50

PAGINA

CAPÍTULO V - CONCLUSÕES	55
LITERATURA CITADA	57
APÊNDICE	68

CAPITULO I

INTRODUÇÃO

As regiões de clima árido e semi-árido, compreendem aproximadamente um terço da superfície da Terra, sendo que no Nordeste do Brasil existem 850.000 Km² com essa classificação (SUDENE, 1977). Nestas regiões, devido às condições edafoclimáticas propícias, o problema de salinidade dos solos vem se tornando preocupante, principalmente nas áreas irrigadas.

A comissão Internacional de Irrigação e Drenagem estimou que em 1970, aproximadamente 25% das áreas totais irrigadas no mundo, apresentavam problemas de salinidade (SANTOS, 1981). De acordo com GOES (1978), nos diversos perímetros irrigados do Nordeste brasileiro, as áreas salinizadas atingem esse mesmo percentual, destacando-se os perímetros de São Gonçalo na Paraíba e Ceraíma na Bahia, com índices superiores a esse valor.

A acumulação de sais solúveis e/ou de sódio trocável no solo, principalmente na zona radicular das plantas, provoca prejuízos inestimáveis ao crescimento e

produtividade destas. Neste contexto, ACHARYA & ABROL (1976), estimaram que na planície Indo-Gangetic no Norte da Índia, em torno de 2,5 milhões de hectares estavam severamente afetados por sódio trocável, limitando ou impedindo completamente o estabelecimento de muitas culturas.

✕ Diante da importância sócio-econômica dos problemas gerados pelos sais, especialmente pelo sódio trocável, nas áreas irrigadas, torna-se urgente a intensificação de pesquisas sobre o comportamento das culturas em meios salinos e/ou sódicos, com o propósito de encontrar alternativas que viabilizem a reutilização desses solos a partir de variedades de plantas tolerantes. Estudos desta natureza assumem grande importância no Nordeste do Brasil, sobretudo com a cultura algodoeira, uma vez que esta, além de ser relativamente tolerante a salinidade, ocupa posição de destaque na economia da região e que nos últimos anos, vem se expandindo significativamente nas áreas irrigadas, depois que o bicudo (Anthonomus grandis Bohem) dizimou em grande parte os algodoads de sequeiro.

As concentrações de sais solúveis e/ou sódio trocável, acima das quais os rendimentos das culturas são afetados, dependem de diversos fatores tais como: textura do solo, distribuição de sais no perfil do solo, composição ou tipos de sais e, sobretudo, espécies de plantas (RICHARDS, 1954). Convém lembrar que SANTOS(1981) e SOARES(1985),

constatarem em meios salinos, diferenças significativas na germinação e vigor das cultivares de algodoeiro mais usadas no Nordeste.

Considerando-se a importância da cultura algodoeira nesta região, bem como a sua relativa tolerância aos meios salinos e/ou sódicos, este trabalho se propôs a estudar os efeitos de diferentes percentagens de sódio trocável em cultivares de algodão herbáceo, com o objetivo de identificar as cultivares mais produtivas em solos sódicos, bem como os níveis de tolerância das mesmas.

CAPITULO II

REVISÃO DE LITERATURA

1. SOLOS SÓDICOS

1.1. Considerações Gerais

Os principais elementos químicos responsáveis pela salinização dos solos são os sais de cálcio, magnésio e sódio em forma de cloretos e sulfatos, encontrando-se ainda, em concentrações menores, potássio, carbonatos, bicarbonatos e nitratos (RICHARDS, 1954). Os sais no solo, exceto o bicarbonato que é formado a partir da dissolução do bióxido de carbono pela água, o qual pode ter origem atmosférica ou biológica (RICHARDS, 1954), surgem principalmente, da gradual solubilização dos produtos resultantes de intemperização dos materiais primários originados da decomposição das rochas expostas da crosta terrestre (GORBUNOV & DOKUCHAYEV, 1976).

Nas regiões de clima árido e semi-árido, normalmente os cátions cálcio e magnésio aparecem em maiores quantidades na solução do solo e nos complexos sortivos. Porém, quando ocorrem acumulações excessivas de sais solúveis no solo, os carbonatos de cálcio e de magnésio e o sulfato de

cálcio, devido a baixa solubilidade, precipitam-se elevando a concentração relativa de sódio na solução do solo (FAO/UNESCO, 1973), como consequência, ocorre a substituição de cálcio e de magnésio por sódio no complexo sortivo do solo (PIZARRO, 1978), dando origem a formação de solos salinos-sódicos, os quais se forem submetidos a sucessivas lavagens com água desprovida de gesso ou predominantemente sódica, transformam-se em solos sódicos (RICHARDS, 1954).

Segundo BOWER (1969), a sodificação acontece quando o material do solo recebe água com relação de adsorção de sódio (RAS) maior que $5 \text{ (mmoles/litro)}^{1/2}$ ou com altas concentrações de HCO_3^- . De acordo com a FAO (1971) as causas mais comuns da sodificação ou alcalinização dos solos são em geral, a dessalinização dos solos com consequente redução dos cátions divalentes; águas subterrâneas com grandes conteúdos de Na_2CO_3 e NaHCO_3 ; redução de sulfatos sob condições anaeróbicas e intemperização de silicatos alumino-sódicos.

Geralmente, os solos sódicos estão presentes em determinadas áreas de solo em estado avançado de salinização, encontradas com frequência, nas regiões de clima árido e/ou semi-árido, devido sobretudo, a ação de fatores climáticos, geomorfológicos, topográficos e hidrológicos, entre outros (RICHARDS, 1954).

A presença de Na_2CO_3 provoca a precipitação de cálcio e magnésio e conseqüentemente, a elevação da RAS na

solução do solo, resultando em altas PST que, por sua vez, reduzem significativamente a permeabilidade e aeração dos solos, assim como, a disponibilidade de nutrientes para as plantas, implicando, desta forma, em um baixo potencial produtivo do solo.

Quando o complexo sortivo contém quantidades apreciáveis de sódio, o solo pode dispersar-se e tornar-se lamascento quando no estado úmido, causando aeração deficiente e baixa disponibilidade de água para as plantas. Por outro lado, no estado seco, o solo fica compacto e bastante fendado (McGEORGE & BREAZEALE, 1938). De acordo com THORNE (1945), quando o complexo de intercâmbio encontra-se saturado com sódio na ordem de 40 a 50%, podem ocorrer desordens nutricionais nas plantas.

Um dos principais problemas detectados nos solos sódicos é a formação de crosta superficial, que impede de maneira considerável a emergência das plântulas. Todavia, estudos desenvolvidos por Kanwar & Chaudhri, citados por CHAUDHRI & DAS (1978), mostraram que a remoção do sódio trocável através do uso do gesso e álcool polyvinil, aliado ao efeito de irrigações frequentes, de baixa intensidade, reduziu a resistência da crosta formada e melhorou a disponibilidade de água à planta. Eles observaram ainda que o uso de uma mesma lâmina de água dividida em três aplicações, em dias sucessivos, foi mais eficiente para a

eliminação dos efeitos da crosta, que a mesma lâmina aplicada de uma só vez. Segundo GHEYI (1983), os solos sódicos têm cor escura/negra; no estado seco são compactados e, quando o teor de argila é elevado, podem apresentar rachaduras, às vezes, até um metro de profundidade ou mais. Por outro lado, na presença de água, se tornam pegajosos e dispersos.

1.2. Características

De acordo com RICHARDS (1954), solos sódicos ou alcalinos, também chamados de alcali negro por Hilgard e solonetz por autores russos, são aqueles que apresentam condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) menor que 4 mmhos/cm a 25 °C, percentagem de sódio trocável (PST) maior que 15 e pH da pasta de saturação entre 8,5 e 10.

As plantas que se desenvolvem nesses solos, em geral, têm folhas espessas com coloração verde-azulada e são dotadas de aspecto ceroso. MASSOUD (1971), relacionou diferentes classes de solo baseado na PST e seus efeitos no rendimento das culturas, conforme Tabela 1.

Segundo ABROL et alii, (1975) solos sódicos ou alcalinos, são aqueles que apresentam quantidades excessivas de sódio no seu complexo sortivo. Conforme (Glossary of Soil Science Terms 1975), os solos que apresentam valor de RAS no extrato de saturação acima de 13 (mmoles/l)^{1/2} podem ser considerados solos sódicos.

TABELA 1 - Classificação dos solos de acordo com PST segundo MASSOUD (1971)

CLASSE	PST	PRODUÇÃO RELATIVA (%)
Não sódico	< 7	100
Ligeiramente sódico	7 a 15	60 a 80
Medianamente sódico	15 a 20	40 a 60
Fortemente sódico	20 a 30	20 a 40
Muito fortemente sódico	> 30	< 20

2. EFEITOS DO SÓDIO TROCÁVEL

2.1. Efeitos no Solo

Os solos sódicos, em virtude da instabilidade ou má estrutura dos seus agregados, quase sempre são densos, duros, e rachadiços quando secos, e quando molhados, se dispersam, desmoronam, e têm baixa condutividade hidráulica (RICHARDS, 1954). A presença de crosta superficial nesses solos, dificulta consideravelmente a emergência das plântulas e, em certas espécies vegetais, tem se constituído na principal causa de baixas densidades populacionais obtidas (RICHARDS, 1954).

Quase toda a água recebida pelos solos sódicos, fica retida entre a camada impermeável que geralmente se forma a poucos centímetros de profundidade no solo e a crosta

superficial, submetendo-os assim, a um excesso de umidade permanente nessa delgada faixa, enquanto o resto do perfil permanece praticamente seco. Esse excesso de umidade, sem dúvida, afeta de modo adverso, a disponibilidade de oxigênio para as raízes das plantas e possivelmente, favorece os ataques de fungos na fase de germinação das sementes, podendo desta forma, se constituir numa das principais causas dos baixos índices de germinação em solos com altas PST.

MILJKOVIC *et alii* (1959), constataram que os danos causados por excesso de sódio trocável são mais intensos nos solos com textura argilosa que nos de textura arenosa. Para SZABOLCS & LESTAK (1967), altas concentrações de sódio trocável reduzem drasticamente a permeabilidade do solo, podendo deixa-la a níveis próximos de zero, além de tornar o solo mal estruturado.

PEREIRA (1977), relatou que a argila dispersa pode ser transportada através dos poros e acumular-se nas camadas inferiores do perfil, formando um sub-horizonte denso, com estrutura prismática ou colunar de baixa permeabilidade, enquanto a capa superficial do solo pode apresentar uma textura arenosa e quebradiça, dando a impressão de um perfil de boa drenagem (DAKER, 1988). Para Szabolcs, citado por CABREJOS (1973), os maiores acúmulos de sesquióxidos, matéria orgânica e sódio trocável dos solos sódicos, encontram-se no horizonte B.

2.2. Efeitos nas Plantas

De acordo com PEARSON (1960), as plantas podem ser adversamente afetadas pelo sódio trocável através dos efeitos diretos, em casos de espécies sensíveis, e dos efeitos indiretos, devido à estrutura do solo deteriorada pelo sódio trocável e pelas deficiências nutricionais. Segundo BRADY (1983), o sódio trocável exerce efeitos adversos no solo e na planta, por meio dos efeitos cáusticos de elevada alcalinidade, provocada pelo carbonato e bicarbonato de sódio; pelos efeitos tóxicos do carbonato e outros íons e pelos efeitos prejudiciais dos íons ativos de sódio sobre o metabolismo e maturação dos vegetais.

BOWER & WADLEIGH (1948), usando resina para simular os efeitos de diferentes níveis de sódio trocável no acúmulo de cátions pelas plantas, verificaram que esses efeitos variaram entre espécies e entre as partes aéreas e radiculares de mesmas espécies. Segundo Epstein, citado por TORRES (1987), a maioria das halófitas absorvem sódio do meio e o acumulam nas folhas, onde toleram altas concentrações, enquanto que as glicófitas depositam quase todo o sódio absorvido, nas raízes e parte inferior do caule, translocando apenas uma pequena fração do mesmo para as folhas.

2.2.1. Efeitos tóxicos

Apesar da maioria dos pesquisadores considerar o sódio como um dos íons mais tóxicos dentre aqueles encontrados no complexo sortivo (TABOSA, 1982), há poucas evidências de casos de toxidez de plantas provocadas por este elemento (DAKER, 1988).

Os sintomas típicos de toxidez pelo sódio, são caracterizados basicamente por queimaduras nas folhas, crestamento e morte de tecidos ao longo das bordaduras das mesmas. Estes sintomas surgem primeiro nas folhas mais velhas, iniciando pelas bordaduras e aumentando progressivamente entre as nervuras, em direção ao centro da folha (AYERS & WESTCOT, 1985). As plantas sensíveis a sódio tais como abacateiro (Persea gratissima, Gaentim), amêndoa (Prunus amygdalus, Stockes), fruteiras caducas e citros, podem apresentar sintomas de toxidez pelo sódio a partir de 0,3% a 0,4% nas folhas. Para CHAPMAN (1949), concentração de sódio de 0,25% em folhas de plantas cítricas é considerada excessiva. AYERS (1950), detectou queimaduras em folhas de abacateiro quando essas continham 0,5% de sódio por peso seco. Sintomas idênticos aos apresentados pelo abacateiro, foram observados por BROWN et alii (1953), em plantas cujos frutos têm o endocarpo pétreo.

BROWN (1953), constatou que nas folhas de amêndoa (Prunus amygdalus, Stockes) e de ameixa (Prunus domestica, L.)

apareciam sintomas incipientes de queimaduras quando estas concentravam de 0,4 a 0,5% de sódio respectivamente, LILLELAND *et alii* (1945), observaram sintomas similares aos encontrados por Brown, quando o sódio se concentrava a razão de 0,3% nas folhas de amêndoa. Wadleigh & Gauch, citados por RICHARDS (1954), reportaram que as queimaduras observadas em folhas de cultivares de algodoeiro sensíveis a sal, estão estreitamente relacionadas com o conteúdo de sódio nas folhas, especialmente, se a concentração for superior a 0,2%.

2.2.2. Efeitos relacionados com outros cátions

MAGISTAD (1945), sugeriu que sódio e potássio trocáveis devem ser considerados conjuntamente ao definir-se solos sódicos. Para ele, os solos sódicos que apresentam altos conteúdos de potássio trocável, têm melhores propriedades físicas e são mais facilmente recuperados do que aqueles que contêm quantidades elevadas de sódio e pouco potássio.

RATNER (1944), afirmou que quando o complexo sortivo do solo se encontra saturado por íons de sódio na ordem de 40 a 50%, há remoção de cálcio dos tecidos das raízes e, conseqüentemente, as plantas podem morrer devido à deficiências desse nutriente. Por outro lado, BOWER & TURK (1946), demonstraram, em experimento de laboratório, que a adição de cálcio e, raramente, de magnésio, ao solo sódico, melhora consideravelmente o desenvolvimento das plantas.

Lagerwerff & Holland (1960) citado por ALLISON (1964), trabalhando em boas condições físicas de solo na zona radicular das plantas, utilizando areia e resina trocável para simular as propriedades de adsorção do solo, observaram que a PST exerce efeitos positivos no crescimento das mesmas, quando o nível de sal é baixo.

Muitos autores afirmam que o sódio, embora não seja considerado como nutriente essencial para as plantas, quando se encontra no solo em pequenas quantidades, pode estimular o rendimento de algumas culturas.

HARMER & BENNE (1941), atribuíram ao sódio os aumentos de rendimentos observados em beterraba (Beta vulgaris L.), aipo (Apium graveolens L.) e nabo (Brássica napus L.). Eles descobriram que o sódio tem quase a mesma importância do potássio para essas plantas. Outros autores acham que o efeito nutricional do sódio é mais amplo, seja limitando o acúmulo excessivo de cálcio, que no caso da beterraba, resulta na descalcificação da planta, caracterizada por coloração verde-azulada e por nanismo (LEHR, 1942), seja substituindo o potássio quando este é deficiente (LEHR, 1949), DORPH-PETERSON & STEENBERG (1950).

Funções não específicas do potássio, tais como, manutenção do turgor vegetal e despolarização de membranas biológicas, podem ser parcialmente substituídas por cátions

sódicos em determinadas espécies de plantas, principalmente nas *Beta* sp e *Lolium* sp, que absorvem sódio do solo e transportam-no para as partes superiores das plantas, em taxas muito altas (MENDEL, 1982).

Pfluger, citado por MENDEL (1982), verificou em cloroplastos de espinafre (*Spinacea oleracea*) ricos em potássio e sódio, que o último parecia favorecer a translocação do primeiro. Makmur et alii, citados por MENDEL (1982), selecionando linhagens de tomateiro, verificaram que as linhagens que apresentaram rendimento de matéria seca significativamente maiores, tinham muito mais sódio do que potássio em seus tecidos.

Wallace et alii (1948) & Johan (1955), citados por BALAGURU & KHANNA (1982), constataram que o crescimento do algodoeiro em solos deficientes em potássio, melhorou consideravelmente, com a aplicação de sódio.

3. TOLERANCIA DAS CULTURAS AO SÓDIO TROCÁVEL

Os efeitos adversos de altas PST do solo no crescimento das plantas são medidos através dos efeitos nas propriedades físicas do solo; desordens nutricionais relacionadas com alto pH; efeitos tóxicos diretos do excesso de sódio, ou a combinação desses fatores (RICHARDS, 1954). Muitos trabalhos envolvendo vários pesquisadores, têm sido

desenvolvidos com o objetivo de avaliar a tolerância das culturas à sodicidade. A Tabela 2 apresenta a tolerância de algumas culturas ao sódio trocável, na qual, o algodoeiro é considerado como uma cultura tolerante.

+ Em geral, a capacidade de crescimento e desenvolvimento dos vegetais em solos com problemas de sal, depende sobretudo, da constituição fisiológica da planta; do seu habitat radicular; e estágio de crescimento (BRADY, 1983). Segundo MAAS & HOFFMAN (1977), as leguminosas com raízes profundas se revelam mais tolerantes do que as plantas com sistemas radiculares superficiais. Por outro lado, espécies de crescimento lento se comportam melhor nesses solos que as de crescimento rápido (SILVA, 1983).

Algumas plantas tolerantes são dotadas de mecanismos de proteção tipo glândulas, encontrados na epiderme das folhas e do caule por onde expelem sais, Scholander, citado por THOMSON (1975). Entre os elementos expelidos, encontram-se o sódio, o carbonato e o cloro (Ruhlande, citado por THOMSON, 1975).

Segundo PEARSON (1960), o algodoeiro está classificado entre as plantas tolerantes a sódio trocável, sobrevivendo em PST de 40 a 60%.

DAS & MEHROTRA (1972), estudando o efeito das PST 02, 22, 37, 58, 78 e 99, na germinação e rendimento de

TABELA 02 - Relação de culturas segundo suas tolerâncias relativas a sódio trocável.

SENSÍVEIS	SEMI-TOLERANTES	TOLERANTES
Abacate (<u>Persea gratissima</u>)	Cenoura (<u>Daucus carota</u>)	Alfafa (<u>Medicago sativa</u>)
Fruteira caducas	Cravo-da-india (<u>Trifolium repens</u>)	Cevada (<u>Hordeum vulgare</u>)
Nozes (<u>Myristica fragans</u>)	Capim comprido (<u>Paspalum dilatatum</u>)	Beterraba (<u>Beta vulgaris</u>)
Feijão (<u>Phaseolus vulgaris</u>)	Alface (<u>Lactuca sativa</u>)	Capim de burro (<u>Cynodon dactylon</u>)
Milho (<u>Zea mays</u>)	Cana-de-açúcar (<u>Saccharum officinarum</u>)	Algodão (<u>Gossypium hirsutum</u>)
Ervilha (<u>Pisum sativum</u>)	Mostarda-de-sarepta (<u>Brassica juncea</u>)	Capim-de-rhodes (<u>Chloris gayana</u>)
Pomelo (<u>Citrus paradisi</u>)	Aveia (<u>Avena sativa</u>)	
Laranja (<u>Citrus sinensis</u>)	Cebola (<u>Allium cepa</u>)	
Pera (<u>Prunus persica</u>)	Rabanete (<u>Rapbanus sativus</u>)	
Tangerina (<u>Citrus reticulata</u>)	Arroz (<u>Oryza sativa</u>)	
Lentilha (<u>Lens culinaria</u>)	Centeio (<u>Cecale cereale</u>)	
Amendoim (<u>Arachis hypogaea</u>)	Sorgo (<u>Sorghum vulgare</u>)	
Grão-de-bico (<u>Cicer arietinum</u>)	Espinafre (<u>Spinacea oleracea</u>)	
Caupi (<u>Vigna sinensis</u>)	Tomate (<u>Lycopersicum esculentum</u>)	
	Trigo (<u>Triticum vulgare</u>)	

Fonte: FAO/UNESCO (1973); PEARSON (1960); ABRDL (1982).

matéria seca de várias culturas (Tabelas 3 e 4), observaram que não houve efeito adverso do sódio trocável na germinação do algodoeiro (Gossypium sp) até PST de 22, enquanto o rendimento de matéria seca só decresceu a partir de PST 37. Observa-se ainda, nas referidas tabelas, que no nível mais alto de sodicidade (PST de 99), a germinação do algodoeiro se igualou a do trigo e a do sorgo, foi 50% maior que a da aveia, sendo superada em 100% pela cevada.

Mckenzie & Bolton (citados por FORSBERG (1953), estudando o comportamento de diversas culturas em meio alcalino, na região do Vale Marie, em Saskatchewan no Canadá, constataram que aveia (Avena sativa L.), sorgo (Sorghum vulgare L.) e milho (Zea mays L.) foram as que apresentaram maiores rendimentos.

MALIWAL & PALIWAL (1967), investigando a tolerância de cultivares de trigo e cevada, em condições salinas e sódicas, simultaneamente, observaram que durante a fase de germinação, as plântulas foram mais sensíveis à salinidade, havendo no entanto, diferenças de comportamento entre as cultivares de cada espécie. Neste estágio, a cevada foi mais tolerante tanto à salinidade quanto à alcalinidade.

RAMAKRISHNAN & NAGPAL (1972), testando o nível de tolerância do capim de burro (Cynodon dactylon (L) Pers) em solos afetados por sódio observaram que a população cultivada

TABELA 3 - Percentagem de germinação de algumas culturas, sob diferentes percentagem de sódio trocável (PST).

	PST					
	2	22	37	58	78	99
Algodão	100	100	80	60	20	10
Trigo	100	100	90	70	40	10
Cevada	100	100	100	60	40	20
Aveia	95	100	80	60	30	5
Ervilha	100	100	60	30	10	-
Grão-de-bico	100	90	50	25	10	-
Lentilha	95	70	30	10	-	-
Milho	90	100	80	50	20	-
Sorgo	100	100	70	40	10	10
Arroz	100	80	60	40	20	-

Fonte: DAS & MEHROTRA (1971).

TABELA 4 - Fitomassa por planta (g), ao final do ciclo, de algumas culturas, sob diferentes percentagem de sódio trocável (PST)

	PST					
	2	22	37	58	78	99
Algodão	8,2	10,0	5,3	3,3	0,4	traço
Trigo	3,8	4,5	3,0	1,6	0,2	traço
Cevada	4,0	4,8	3,4	1,9	0,3	traço
Aveia	4,5	4,9	2,3	1,1	traço	traço
Ervilha	3,0	2,5	1,1	0,5	traço	---
Grão-de-bico	2,6	1,8	0,8	0,3	traço	---
Lentilha	2,3	1,4	0,6	0,1	---	---
Milho	12,8	14,2	6,6	3,2	0,5	traço
Sorgo	13,5	14,5	6,0	2,7	0,2	---
Arroz	7,5	9,0	4,7	2,9	0,4	traço

Fonte: DAS & MEHROTRA (1971).

nesses solos, são mais tolerante a excessos de sais do que aquelas exploradas em solos inicialmente normais e que no decorrer do tempo, se tornaram sodificados.

BERNSTEIN (1975), testando os efeitos negativos do sódio trocável em leguminosas e gramíneas, simultaneamente, verificou que enquanto plantas de feijão (Phaseolus vulgaris, L.) são adversamente afetadas em PST 10, alguns capins toleram PST em torno de 50.

CHHABRA & ABROL (1977), concluíram que o cultivo de arroz resultou em remoção cumulativa de sódio trocável do solo, pela mobilização do carbonato de cálcio nativo insolúvel, como consequência principalmente, do aumento da hidrólise e da liberação de dióxido de carbono pelas raízes das plantas.

Ratner et alii citados por RICHARDS, (1954), ao estudarem os efeitos de várias proporções de sódio e de cálcio trocáveis no crescimento de cevada e de trigo, em experimento de vaso, constataram que as plantas foram sensivelmente afetadas em PST de 60 a 70. Eles atribuíram esse fato à deficiência de cálcio para a devida nutrição das plantas.

Thorner, citado por RICHARDS (1954), observou em cultura de tomateiro (Lycopersicon esculentum, Mill) que quando a PST atingia 40% no meio de cultura, a absorção do

cálcio e o desenvolvimento das plantas eram reduzidos.

CHHABRA et alii (1979), estudando o efeito do sódio trocável no comportamento do girassol (Helianthus annuus L.), verificaram que todas as variáveis de crescimento e produção foram sensivelmente afetadas em PST maior que 24,8. Constataram ainda, que os efeitos adversos da PST diminuíram com a idade das plantas, sendo mínimos no período de maturação. Eles observaram também, que a maturação foi antecipada com o aumento da PST.

SINGH et alii (1980b), estudando o comportamento de goiabeira (Psidium guajava L.) e ber (Zizyphos jujuba) em solos altamente sódicos, verificaram que quando a PST aumentou, houve um decréscimo considerável no rendimento de matéria seca de ambas as culturas, tendo sido a goiabeira a mais afetada. Com PST de 66 e pH 9,8, apenas as plantas de ber conseguiram sobreviver. Por outro lado, em PST de 40, o acúmulo de sódio nos ramos e folhas da goiabeira foi três vezes maior que na ber.

Estudos realizados por KUMAR & ABROL (1979), evidenciaram que os capins rhodes (Chloris gayana, Kunth), Capim Angola (Brachiaria mutica, Stapf) e Capim de burro (Cynodon dactylon, Pers) foram altamente tolerantes a condições alcalinas, podendo ser cultivados com sucesso nesses solos. Nos locais onde essas gramíneas foram cultivadas, houve uma redução contínua na PST do solo, bem

como uma acentuada melhoria nas propriedades físicas do mesmo, devido à ação biológica de suas raízes.

SINGH et alli (1980b), pesquisando os efeitos adversos da sodicidade na germinação e rendimento de forragem verde do caupi (Vigna unguiculata L.), verificaram que o aumento da PST tendeu a diminuir e a atrasar a germinação dessa cultura. Todavia, redução significativa dessa variável, só ocorreu em PST de 44,2, provocando atraso de 3 a 4 dias, em média, na germinação em relação ao solo normal, tendo germinado apenas 70% das sementes. O rendimento de massa verde, 30 dias após o plantio, sofreu redução de 50 a 78%, respectivamente, em PST de 23 e 44,2.

Estudos de Bernstein & Pearson; Abrol & Bhumbla; Chhabra et alli e Singh et alli, citados por SINGH et alli (1980), evidenciaram que o caupi é mais sensível a sodicidade do que as culturas de arroz, girassol, mostarda-de-sarepta e cevada, porém, é mais tolerante que a lentilha e o grão-de-bico.

SANDHU & ABROL (1981), pesquisando o comportamento do eucalipto (Eucalyptus tereticornis, J.E.Smith) e da acácia (Acácia nilótica), em solos altamente sódicos, observaram, após 16 meses do plantio, que 100% das plantas de eucalipto haviam morrido, enquanto 38% das de acácia, apesar de pouco desenvolvidas permaneceram vivas.

Testes feitos com arroz (Oryza sativa L.) e trigo (Triticum vulgare), em diferentes níveis de sodicidade, evidenciaram que em PST de 55, a produtividade do arroz sofreu uma redução de 10% apenas, enquanto o trigo falhou completamente (ABROL, 1984). Uma das causas da alta tolerância do arroz à sodicidade, é a presença constante de lâmina de água que, em parte, reduz a má estrutura dos solos sódicos (ABROL, 1984).

Para muitos estudiosos, a baixa permeabilidade dos solos sódicos se constitui numa vantagem para a cultura do arroz, pois reduz as perdas d'água por percolação profunda sem, contudo, afetar a lixiviação dos sais solúveis existentes na zona radicular da cultura. Estas peculiaridades fazem do arroz, a cultura ideal para ser explorada em solos sódicos durante a fase de recuperação.

SINGH & ABROL (1985), avaliando os efeitos da PST no rendimento de bulbos e na composição química de cebola (Allium cepa L.) e do alho (Allium sativum L.), constataram diminuições significativas no diâmetro, peso e número de bulbos, bem como, na produção de matéria seca de ambas as culturas com o gradual aumento da PST. Quando a PST aumentou de 8 para 35, houve uma redução no rendimento de bulbos da ordem de 65 e 62%, respectivamente, para cebola e alho.

CAPITULO III

MATERIAIS E MÉTODOS

1. LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O presente trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba (CCT/UFPB), no período de julho de 1988 a março de 1989, em Campina Grande/PB, situada aproximadamente no ponto de coordenadas geográficas 7°15'18'' S e 35°52'36'' W, Greenwich, a uma altitude de 550 m.

2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 5 x 5 com quatro repetições, sendo os fatores representados por cultivares de algodão herbáceo e percentagem de sódio trocável (PST) conforme o esquema seguinte:

Cultivar (C)

C₁ - CNPA Acala 1

C₂ - IAC 20

C₃ - CNPA 3H

C_4 - CNPA Precoce 1

C_5 - CNPA 2H

Percentagem de Sódio Trocável (PST)

PST_1 - 1,4 (testemunha)

PST_2 - 14,5

PST_3 - 27,8

PST_4 - 41,4

PST_5 - 51,0

3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis número de sementes germinadas, diâmetro do caule e altura de plantas aos 110 dias após o plantio, abertura do primeiro capulho, percentagem de shedding, número e peso de capulho e produção de algodão em caroço, foram submetidas a análise de variância através do modelo matemático:

$$Y_{ijk} = M + C_i + N_j + (CN)_{ij} + E_{ijk}$$

onde: Y_{ijk} ==> valor observado da i -ésima cultivar, no j -ésimo nível de sodicidade, na k -ésima unidade experimental;

M ==> efeito da média geral da característica na população;

C_i ==> efeito fixo do i -ésimo nível de cultivar, com $i = 1, 2, 3, 4, 5$;

N_j ==> efeito fixo do j -ésimo nível de sodicidade, com $j = 1, 2, 3, 4, 5$;

$(CN)_{ij}$ ==> efeito fixo da interação entre o i-ésimo nível de cultivar e o j-ésimo nível de sodicidade;

E_{ijk} ==> erro experimental, aleatório, associado a cada observação Y_{ijk} , suposto NID $(0, \sigma^2)$, com $k = 1, 2, 3, 4$.

Os graus de liberdade associados a níveis de sodicidade foram desdobrados em componentes ortogonais, testando-se a significância apenas para componentes linear e quadrático, através da metodologia de análise de regressão polinomial, conforme modelo de regressão:

$$Y = B_0 + B_1X + B_2X^2$$

onde: Y ==> valor observado referente a cada nível de sodicidade;

B_0, B_1, B_2 ==> interação, coeficientes de regressão linear e quadrático, respectivamente;

X ==> nível de sodicidade representado por PST.

As variáveis número de sementes germinadas e número de capulho foram submetidas a transformação $(X + 0,5)^{1/2}$ previamente às análises de variância, com o propósito de estabilizar as variações entre os tratamentos (SNEDECOR & COCHRAN, 1980 e STEEL & TORRIE, 1980), enquanto a percentagem de shedding foi transformada em $\arcsen(X\%)^{1/2}$. As médias de cultivares foram comparadas pelo teste de Tukey, a nível de significância de 5% (GOMES, 1978).

4. METODOLOGIA DE CONDUÇÃO

4.1. Sementes

As sementes das cultivares usadas neste trabalho, foram provenientes dos campos de produção de sementes básicas do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPA) da EMBRAPA, colhidas em 1987. As sementes foram deslintadas com ácido sulfúrico concentrado, de acordo com metodologia de GODDY (1975) e lavadas em água corrente. Em seguida, foram desinfestadas com solução 10% (v/v) de água sanitária, contendo 5,2% de hipoclorito de sódio, por um período de 5,0 minutos (MILLAR, 1966). Durante o processo de desinfestação, foram descartadas as sementes de densidades menores que 1 g/cm^3 , e, após secagem a temperatura ambiente, foram eliminadas as sementes quebradas e aquelas de tamanho inferior a média.

Utilizando-se a metodologia do papel toalha, fez-se o teste de germinação em germinador do tipo FANEM. No referido teste, foi utilizado como substrato, três folhas de papel germitest umedecidas em água destilada. Trinta e cinco sementes de cada cultivar, foram distribuídas na posição vertical, em fileiras equidistantes e com as radículas voltadas para baixo, sobre duas folhas do mencionado papel e cobertas com uma terceira folha. Em seguida, as sementes foram embrulhadas, de modo que permanecessem na mesma posição em que foram distribuídas, e logo após, foram colocadas no

germinador a uma temperatura de $28 \pm 1^\circ \text{C}$, por um período de oito dias. Quatro dias depois, foi feita a primeira contagem e eliminação das sementes germinadas, e no oitavo dia foi feita a contagem final. Neste teste, todas as cultivares apresentaram índice de germinação igual ou superior a 80%.

4.2. Solo

Neste trabalho foi utilizado material de um solo Aluvial Eutrófico, de textura franco arenosa, proveniente do Perímetro Irrigado de Sumé/PB, coletado na profundidade de 0 - 30 cm, num local próximo ao escritório do extinto Projeto Sertanejo. O solo após secagem, foi destorroado e passado em peneira de 2,0 mm de malha.

As características físicas, hídricas e químicas do solo utilizado no estudo, estão apresentadas na Tabela 5.

4.3. Sodificação do solo

Utilizou-se como testemunha, o material do solo coletado no campo, no entanto, para atingir as percentagens de sódio trocável desejadas, o mesmo foi sodificado artificialmente adaptando-se metodologia utilizada por LINS (1989). O processo de sodificação consistiu em adicionar volumes de solução de Na_2CO_3 2N ao solo, para obtenção das percentagens de sódio pre-estabelecidas. Esses volumes foram determinados através da curva de sodificação apresentada na

TABELA 5 - Características físicas, hídricas e químicas do solo utilizado no estudo.

ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	VALOR
Granulometria:	%	
Areia		63,28
Silte		28,72
Argila		8,00
Classificação textural	-	franco arenosa
Densidade:	g/cm ³	
Real		2,74
Global		1,45
Características hídricas:	%(w/w)	
Umidade equivalente		11,57
Capacidade de campo		15,00
Ponto de murchamento		7,90
Porcentagem de saturação		32,00
pH da pasta de saturação	--	7,70
Carbono orgânico	%	0,64
Análise do extrato de saturação:		
Condutividade elétrica	dS/m a 25°C	1,18
Ions solúveis:	me/l	
Cátions - Cálcio + Magnésio		9,50
Sódio		2,40
Potássio		0,86
Ânions - Cloreto		3,50
Carbonato		0,00
Bicarbonato		4,00
Sulfato	qualitativo	presente
Relação de adsorção de sódio	(mmoles/l) ^{1/2}	1,40
Complexo sortivo: Cálcio + Magnésio	me/100g	12,58
Sódio		0,18
Potássio		0,63
Porcentagem de sódio trocável	%	1,40
Fósforo assimilável	mg/100g	3,40

Figura 1, elaborada por meio da adição de quantidades crescentes da mencionada solução a 300g de solo seco, e posterior determinação da PST. O solo foi deixado em repouso por um período de 30 dias, após adição de Na_2CO_3 .

4.4. Plantio e Desbaste

Logo após o período de repouso do material do solo, foram colocados 8,0 kg do mesmo por vaso, de acordo com o delineamento experimental. Os vasos foram distribuídos aleatoriamente na casa de vegetação e, em seguida, foi feita a primeira irrigação, deixando-se o solo com umidade em torno de capacidade de campo (CC). Logo após, no dia 12 de outubro de 1988, foi efetuado o plantio, colocando-se 15 sementes por vaso. O desbaste foi realizado 15 dias após o plantio, deixando-se duas plantas por vaso.

4.5. Adubação

Na ocasião do plantio, procedeu-se a primeira adubação, usando-se em cada vaso, 2,4 g de superfosfato triplo e 4,8 g de cloreto de potássio. As adubações nitrogenadas, feitas de acordo com as necessidades apresentadas pelas plantas, estão relacionadas na Tabela 6.

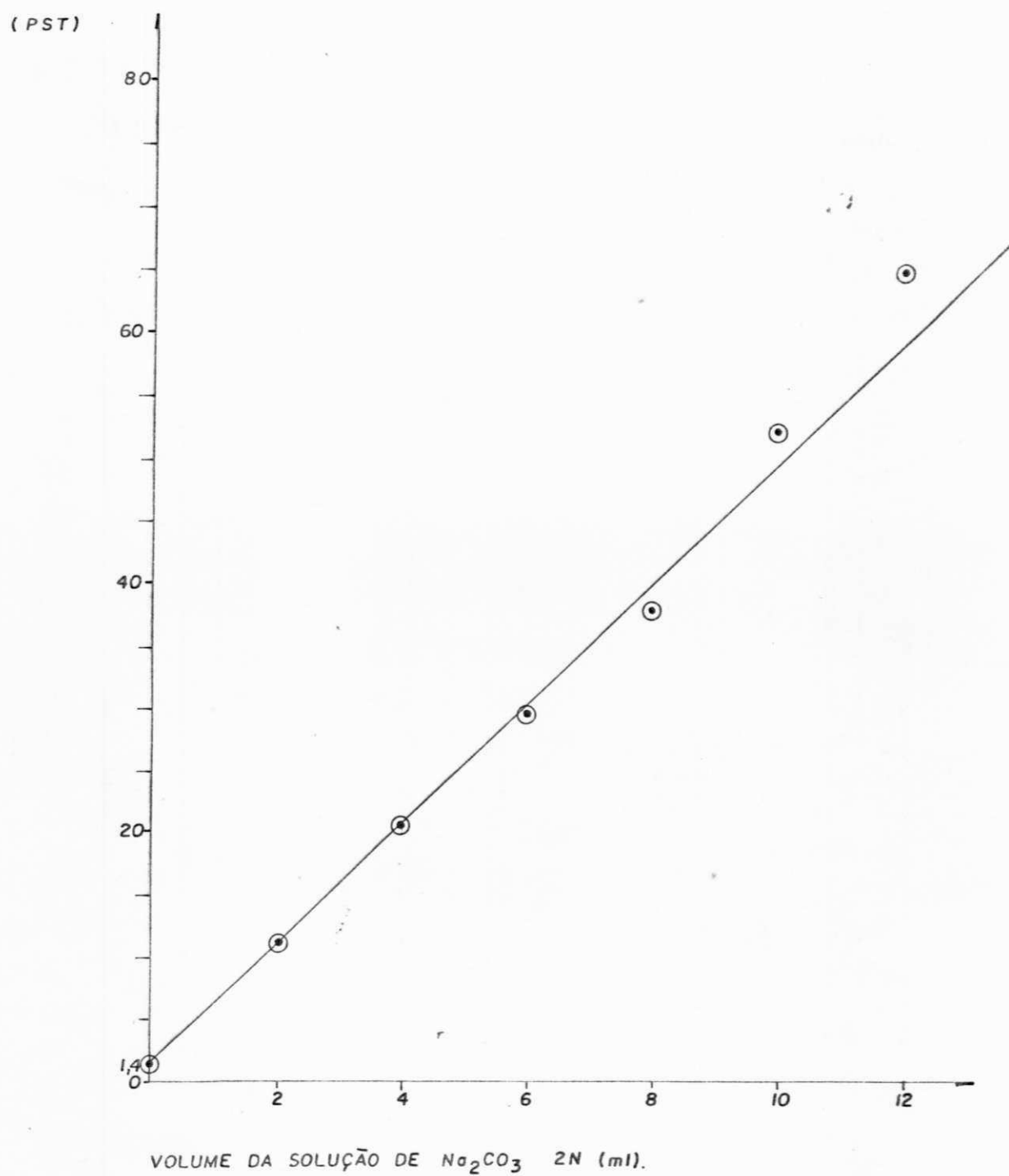


FIGURA 1 - *Cúvra de sodificação do solo, obtida por meio da adição de volumes crescentes de solução (2N) de Na_2CO_3 a 300g de solo seco*

TABELA 6 - Relação das adubações nitrogenadas efetuadas no experimento.

IDADE DA PLANTA (dias)	PRODUTO UTILIZADO	QUANTIDADE POR VASO (g)	VIA DE APLICAÇÃO
30	Sulfato de amônio	2,0	solo
35	Sulfato de amônio	1,0	solo
57	Uréia 0,5%	---	foliar
64	Uréia 0,5%	---	foliar
70	Uréia	2,0	solo
79	Uréia 0,5%	---	foliar

4.6. Irrigação

As irrigações foram feitas pelo método das pesagens, cujo procedimento foi o seguinte: Fez-se uma irrigação inicial, deixando-se o solo com umidade em torno da capacidade de campo, marcaram-se e pesaram-se 25 vasos, contemplando todos os tratamentos, anotaram-se os valores das pesagens, a partir daí, procederam-se as irrigações futuras baseadas nas diferenças entre esses valores e aqueles obtidos por novas pesagens dos vasos no momento de irrigar. A cada 20 dias, foram feitas pesagens de plantas e determinação de umidade do solo, pelo método gravimétrico com a finalidade de ajustar os volumes de água a repor em cada irrigação.

Saliente-se que, uma vez que, o consumo de água revelou-se menor a medida em que a PST do solo aumentou, as

quantidades de água a repor em cada irrigação, bem como os intervalos entre irrigações, foram diferenciados entre os tratamentos.

5. VARIÁVEIS ESTUDADAS

As variáveis estudadas neste trabalho foram as seguintes:

- número de sementes germinadas, aos 15 dias após o plantio;
- abertura do primeiro capulho (dias);
- crescimento diametral do caule das plantas (mm) aos 30, 60, 90 e 110 dias após o plantio;
- altura das plantas (cm) aos 30, 60, 90 e 110 dias após o plantio;
- percentagem de shedding; (*)
- número médio de capulho por vaso com duas plantas;
- peso médio de capulho (g);
- produção de algodão em caroço (g).

(*) A percentagem de shedding (SZ), foi determinada pela fórmula $SZ = [F / (F + C)] \times 100$, em que F corresponde ao número de botões florais, flores e maçãs caídas, e C a capulhos colhidos (DUNLAP, 1945).

CAPITULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1 . EFEITO DE DIFERENTES PERCENTAGENS DE SÓDIO TRÓCAVEL NA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DO ALGODOEIRO HERBÁCEO.

1.1. Germinação das Sementes

O índice de germinação das sementes, obtido em laboratório por meio de teste em germinador, usando papel germitest umedecido em água destilada como substrato, foi da ordem de 84%, enquanto no plantio definitivo em casa de vegetação esse índice foi em média 73,6% para os tratamentos com PST de 1,4 a 27,8 e 43,2% para aqueles com PST de 41,4 e 51,0 (Tabela 1 do apêndice). Vale salientar que nos três primeiros tratamentos o processo de germinação ocorreu em apenas cinco dias, enquanto nos dois últimos, levou quinze dias para se concretizar.

Essa defasagem na percentagem de germinação dos dois últimos tratamentos, bem como o atraso, pode ter sido uma consequência do excesso de umidade presente na camada

próxima a superfície, causada pela má infiltração da água no solo e da presença de crosta na superfície do mesmo, dificultando e, às vezes, impedindo completamente a emergência de muitas plântulas.

Entre as cultivares a percentagem de germinação foi em torno de 60% (Tabela 1 do apêndice). De acordo com o resultado da análise de variância (Tabela 7), baseada no número de sementes germinadas, não houve efeito significativo de cultivares ($P > 0,05$) para a variável em estudo, no entanto, os efeitos das PST foram significativos a nível de 0,01 de probabilidade e se relacionaram de forma quadrática com o número de sementes germinadas.

Pelo coeficiente de determinação (R^2) conclui-se que 85,93% dos efeitos do sódio trocável do solo na variabilidade da germinação do algodoeiro herbáceo podem ser explicados pela equação quadrática apresentada a seguir:

$$Y = 3,4528 - 0,00146X - 0,0003233X^2.$$

Comparando-se as médias pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade não se observou diferenças significativas entre os tratamentos de T_1 , T_2 e T_3 , no entanto, esse tratamentos diferiram estatisticamente dos T_4 e T_5 , os quais não diferiram entre si (Tabela 8). Os efeitos negativos de percentagens de sódio trocável na germinação do algodoeiro também foram observados por DAS & MEHROTRA (1972), sendo que os danos só foram observados a partir da PST 37,

tendo se tornado mais drásticos em PST iguais ou superiores a 58 (Tabela 3). Ressalte-se que eles trabalharam com algodão *Gossypium* sp.

1.2. Diâmetro do Caule

Quanto ao crescimento diametral do caule, aos 110 dias após o plantio, praticamente não houve diferenças entre as cultivares, o mesmo acontecendo entre as percentagens de sódio trocável, exceto a PST 51,0, que apresentou valor médio 17,22% inferior em relação a média das quatro primeiras PST (Tabela 2 do apêndice).

Com relação a esta variável verifica-se na Tabela 8 que as cultivares tiveram comportamentos semelhantes independentes dos níveis de sodicidade testados, todavia foi observado efeito quadrático significativo ($P < 0,01$) para PST. O coeficiente de determinação (R^2) indica que 93,27% das variações no diâmetro do caule do algodoeiro sob diferentes percentagens de sódio trocável são explicadas pela equação

$$\hat{Y} = 5,2638 + 0,02538 X - 0,00075 X^2.$$

1.3. Altura das Plantas

Através da Figura 2 são apresentadas as alturas médias das cultivares do algodoeiro sob diferentes percentagens de sódio trocável, aos 30, 60, 90 e 110 dias após o plantio. Observa-se que o sódio trocável provocou uma

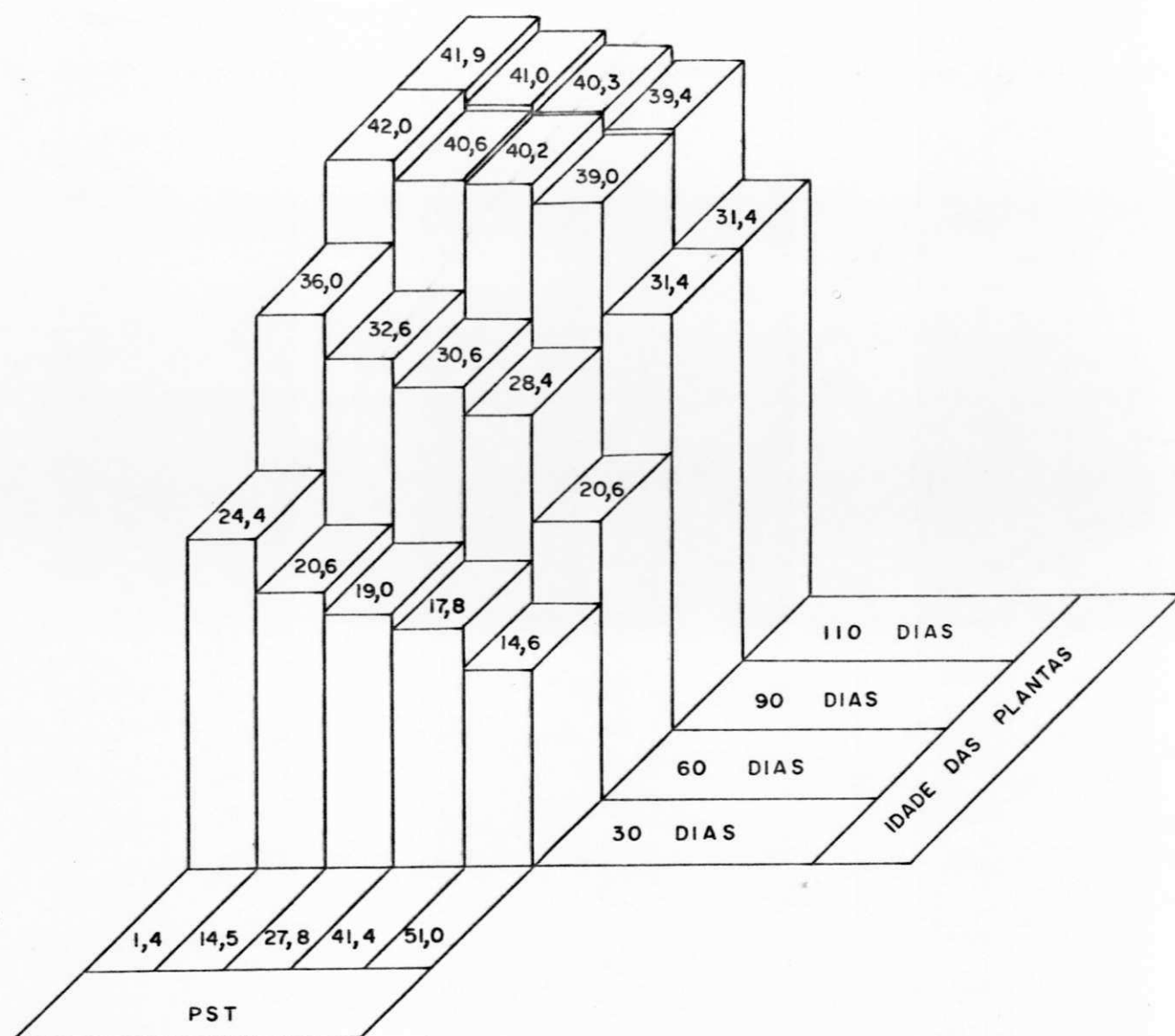


FIG. 2 - Altura média, em cm, do algodoeiro herbáceo aos 30,60,90 e 110 dias pós plantio, sob diferentes percentagens de sódio trocável (PST).

redução acentuada no crescimento das plantas, principalmente, nos primeiros 60 dias, todavia, a partir dessa idade as diferenças de alturas entre os tratamentos, diminuíram consideravelmente, mostrando assim, que para o algodoeiro herbáceo, em casa de vegetação, os efeitos danosos das altas PST no crescimento das plantas parecem ser mais drásticos até o período de floração, diminuindo a partir daí. Comportamento idêntico ao do algodoeiro, foi constatado no girassol por CHHABRA et alii (1978).

Observando-se os dados da Tabela 3 do apêndice, constata-se que as cultivares atingiram alturas finais muito inferiores aos seus portes normais (aproximadamente 1,0 m) em condições de campo, todavia, este fato não chega a surpreender pois além dos efeitos adversos causados as plantas pelas altas percentagens de sódio trocável, outros fatores tais como: baixo teor de matéria orgânica no solo; volume limitado de material do solo nos vasos; e temperatura elevada (34°C em média), também devem ter afetado o crescimento e desenvolvimento do algodoeiro.

Não obstante as pequenas diferenças entre tratamentos nesta variável, verificou-se efeitos significativos a 0,01 de probabilidade, para cultivar e para PST (Tabela 7). A interação "cultivar x PST" não foi significativo, indicando que esses dois fatores atuaram independentemente.

TABELA 7 - Resumo das análises de variância dos dados das variáveis número de sementes germinadas ($\bar{x} + 0,5)^{1/2}$, diâmetro do caule (mm) e altura de plantas (cm) aos 110 dias após o plantio, de cultivares do algodoeiro herbáceo sob diferentes percentagens de sódio trocável. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, 1990.

FONTE DE VARIACÃO	GL	Quadrados Médios		
		Nº de Sementes germinadas	Diâmetro do caule	Altura da planta
Tratamento	(24)	0,6549**	0,8320**	120,7500**
Cultivar (C)	4	0,0018ns	0,3639ns	314,4250**
PST	4	3,8623**	3,4482**	349,9250**
Linear	1	12,4401**	8,3641**	999,0450**
Quadrática	1	0,8360**	4,5009**	290,0893**
Desvio de Regressão	2	1,0866**	0,4638ns	55,2828ns
Interação (CxPST)	16	1,0163ns	0,2950ns	15,0375ns
Resíduo	75	0,734	0,1733	19,76
Coeficiente de variação		8,85	8,10	11,46

n.s ==> Não significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

* e ** ==> Significativo a nível de 5% e de 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A comparação das médias pelo teste de Tukey ordenou as cultivares segundo a semelhança estatística da seguinte maneira: CNPA 3H e CNPA Acala 1; CNPA Acala 1 e CNPA 2H; CNPA 2H, CNPA Precoce 1 e IAC 20. (Tabela 8).

Quanto à PST, os quatro primeiros níveis não

diferiram entre si, porém diferiram significativamente em relação a PST 51,0 (Tabela 8).

Os efeitos da PST na altura do algodoeiro, podem ser explicados pela equação quadrática seguinte:

$$\hat{Y} = 41,0282 + 0,15816X - 0,006023X^2 \text{ com } R^2 = 92,10\% \text{ e } P < 0,01.$$

Na Figura 3, onde se apresentam as curvas de alturas relativas finais obtidas considerando-se as alturas das respectivas cultivares na testemunha (PST = 1,4) como 100%, observa-se que as cultivares CNPA 3H e IAC 20, praticamente não exibiram diminuição em altura com o aumento da PST, enquanto que a CNPA Acala 1 decresceu apenas no nível mais alto de sodicidade. Por outro lado, as cultivares CNPA Precoce 1 e CNPA 2H sofreram reduções de alturas a partir das PST 14,5 e 27,8, respectivamente, entretanto, pela média geral das cultivares (Figura 4) é possível observar uma ligeira redução de alturas no sentido da maior PST.

2. EFEITO DE DIFERENTES PERCENTAGENS DE SÓDIO TROCÁVEL NOS COMPONENTES DE PRODUÇÃO DO ALGODOEIRO HERBÁCEO.

2.1. Abertura do Primeiro Capulho

Na Tabela 4 do apêndice, estão apresentados os números médios de dias para abertura do primeiro capulho.

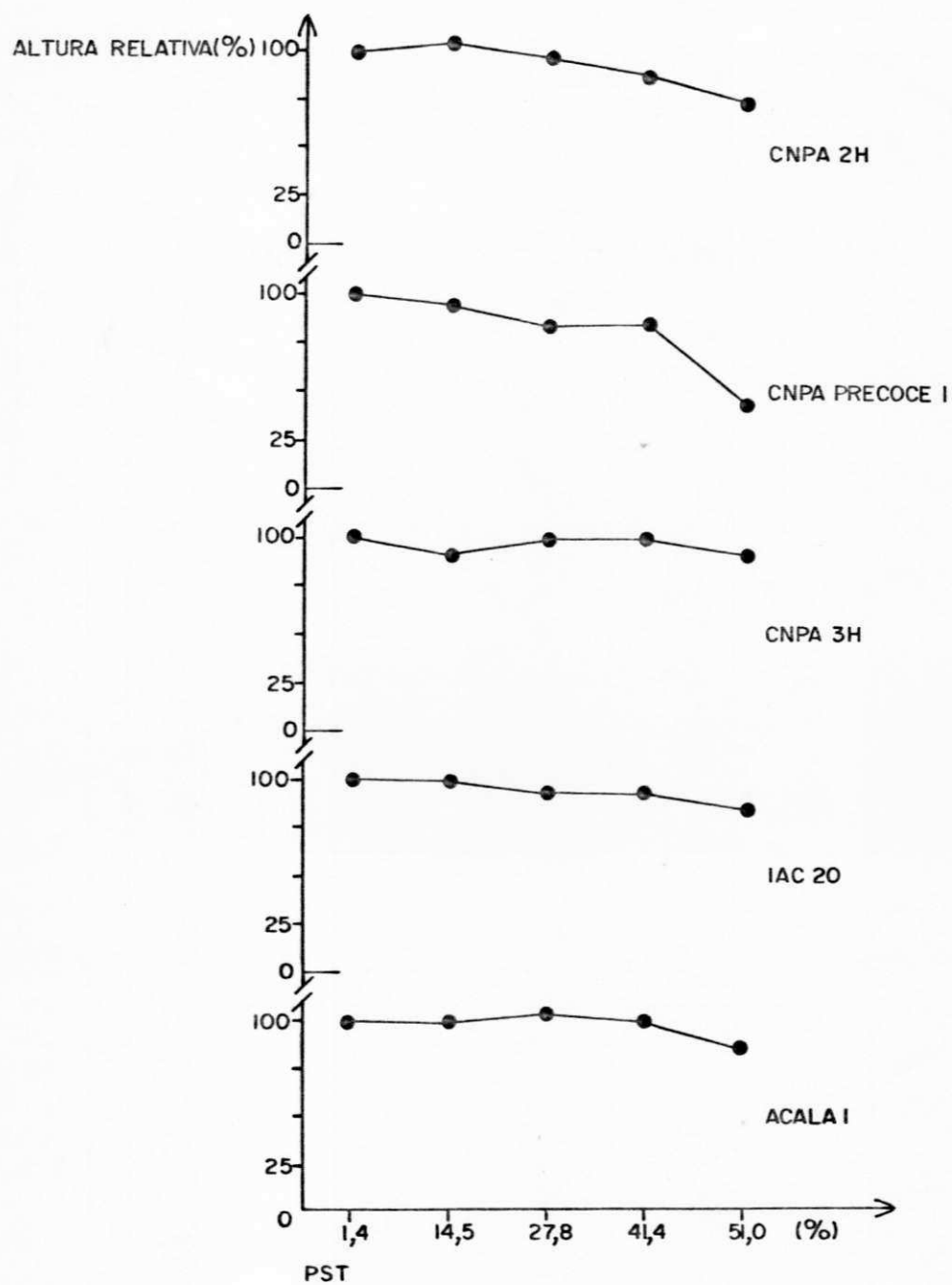


FIG. 3 - Altura relativa média das diferentes cultivares do algodoeiro herbáceo aos 110 dias pós-plantio sob diferentes percentagens de sódio trocável (PST).

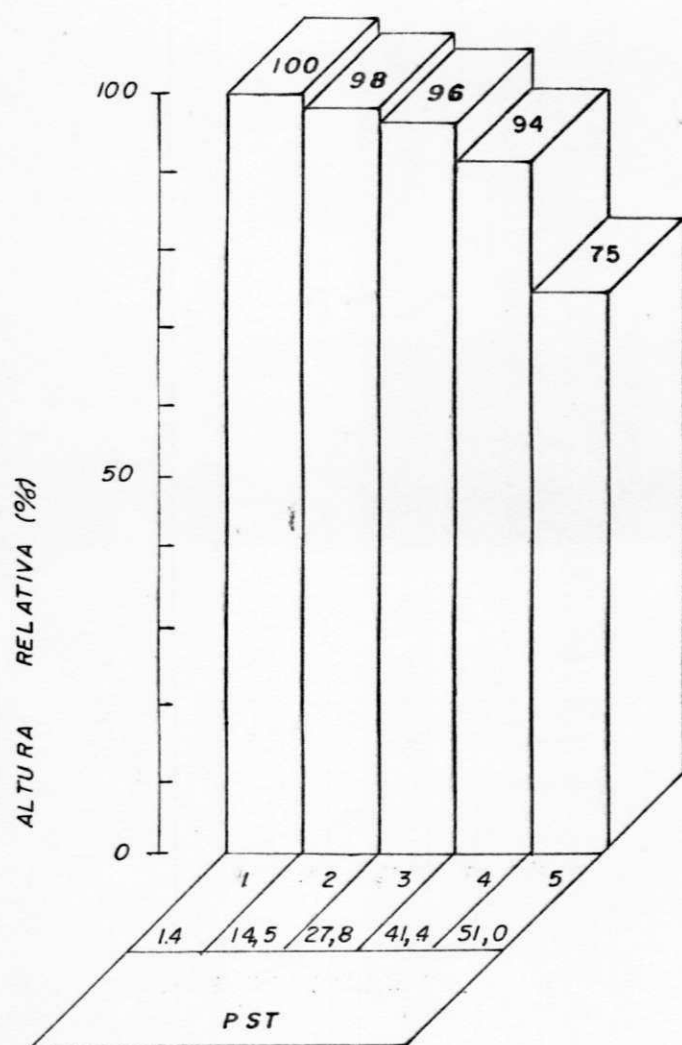


FIGURA 4 — *Altura relativa média do algodoeiro herbáceo aos 110 dias pós-plantio, sob diferentes porcentagens de sódio trocável (PST).*

TABELA 8 - Valores médios¹ das variáveis: número de sementes germinadas; diâmetro do caule e altura de plantas aos 110 dias após o plantio; abertura do primeiro capulho; número de capulhos; porcentagem de shedding; peso médio de capulho e produção de algodão em caroço, para diferentes cultivares do algodoeiro herbáceo e porcentagens de sódio trocável. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, 1990.

VARIÁVEIS	Cultivar ² (C)					Porcentagem de sódio trocável ³ (PST)				
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	PST ₁	PST ₂	PST ₃	PST ₄	PST ₅
Número de sementes germinadas (X+0,5) ^{1/2}	3,06a	3,05a	3,07a	3,07a	3,06a	3,42a	3,37a	3,36a	2,61b	2,55b
Diâmetro do caule (mm)	5,25a	5,19a	5,19a	4,91a	5,19a	5,34a	5,43a	5,30a	5,24a	4,41b
Altura final das plantas (cm)	41,10ab	36,05c	44,30a	34,40c	38,15bc	41,85a	41,00a	40,30a	39,35a	31,50b
Abertura do 1º capulho (dias após o plantio)	114,30b	114,40b	114,60b	111,30a	116,25b	106,90a	109,20ab	113,45bc	114,90cd	126,40d
Número de capulho	3,80b	4,00b	4,80a	4,45ab	4,70a	6,65a	4,95b	4,80b	4,10c	2,25d
Porcentagem de Shedding	56,46a	51,84a	53,24a	53,08a	51,86a	48,90a	52,63a	52,07ab	54,35ab	58,53b
Peso médio de capulho (g)	4,52ab	4,93a	3,85c	4,32bc	4,09bc	4,74ab	5,14a	4,89ab	4,31b	2,64c
Produção de algodão em caroço (g)	18,28a	20,38a	19,08a	19,82a	19,50a	26,69a	24,33a	22,86ab	17,47b	5,71c

1. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si.

2. C₁ = CNPA Acaia 1; C₂ = IAC 20; C₃ = CNPA 3H; C₄ = CNPA Precoce 1 e C₅ = CNPA 2H.

3. PST₁ = 1,4; PST₂ = 14,5; PST₃ = 27,8; PST₄ = 41,4 e PST₅ = 51,0.

Observa-se semelhança entre os tratamentos com PST 1,4 e 14,5 e entre aqueles com PST 27,8 e 41,4. As médias desses dois grupos foram 18,35 e 12,22 dias, respectivamente, mais precoces que o tratamento com PST 51,0.

As cultivares CNPA Precoce 1 e CNPA 2H emitiram os primeiros capulhos, respectivamente, aos 111,3 e 116,25 dias após o plantio, enquanto que as demais cultivares testadas os apresentaram em torno dos 114 dias.

De acordo com dados experimentais de campo apresentados em várias publicações do CNPA, a cultivar CNPA Precoce 1 geralmente emite os primeiros capulhos aos 80 dias após o plantio, enquanto a CNPA 2H os emite em torno dos 108 dias. Desta forma, embora a primeira tenha sido mais precoce, neste trabalho, sofreu um atraso de 39,13% para a emissão do primeiro capulho, ao passo que a última atrasou apenas 7,67%, demonstrando assim, ter sido menos afetada nas condições em que foram exploradas.

Conforme os resultados da análise de variância (Tabela 9) houve efeito significativo a nível de 5% de probabilidade entre cultivares na abertura do primeiro capulho, sendo que a cultivar CNPA Precoce 1 apresentou média significativamente inferior as demais cultivares (Tabela 8). Quanto ao efeito da PST nesta variável, relacionou-se significativamente ($P < 0,01$) de forma quadrática (Figura 5) cujo ponto de mínima ocorreu na PST estimada de 1,3 aproximadamente aos 110 dias após o plantio, crescendo em seguida com o aumento da sodicidade. A PST 14,5 assemelhou-se com a testemunha e com a 27,8 enquanto a PST 41,4 apresentou semelhança com a 27,8 e com a 51,0 (Tabela 8).

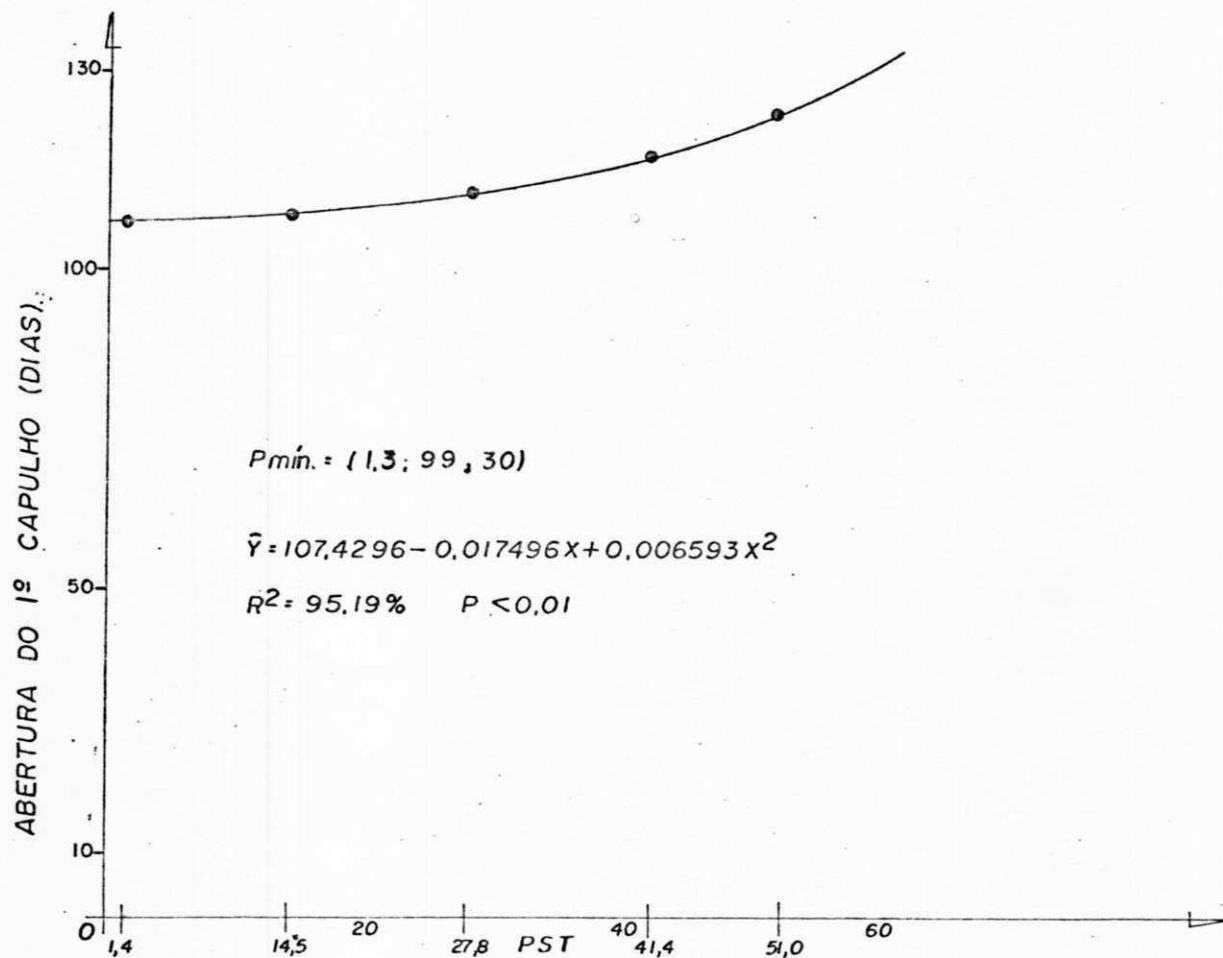


FIG. 5 - CURVA DE REGRESSÃO PARA ABERTURA DO PRIMEIRO CAPULHO (DIAS APÓS O PLANTIO) EM FUNÇÃO DAS PERCENTAGENS DE SÓDIO TROCÁVEL (PST).

2.2. Shedding das Flores e Maçãs

As percentagens de shedding foram da ordem de 49, 52, 52, 54 e 59%, respectivamente, para os cinco níveis de sodicidade testados, em ordem crescente (Tabela 5 do apêndice). A cultivar CNPA Acala 1 foi a mais afetada com aproximadamente 56% de shedding, contra 52% em média, das demais cultivares, que apresentaram comportamentos semelhantes.

De acordo com o resultado da análise de variância (Tabela 9) as cultivares apresentaram-se semelhantes verificando-se efeitos significativos ($P < 0,01$) apenas para PST.

Através da comparação das médias pelo teste de Tukey, não se constatou significância estatística entre as PST de 1,4 a 41,4. As diferenças entre as PST 27,8; 41,4 e 51,0 também não foram significativas (Tabela 8).

A percentagem de shedding relacionou-se de forma linear com as PST, conforme indica a equação seguinte:

$$\hat{Y} = 49,1135 + 0,1579X, \text{ com } R^2 = 87,07\% \text{ e } P < 0,01.$$

SILVA (1981) e COSTA (1985), observaram, shedding da ordem de 60 e 58%, respectivamente no algodoeiro herbáceo em meio salino.

TABELA 9 - Resumo das análises de variância das variáveis abertura do primeiro capulho, número de capulho colhido e percentagem de shedding, de cultivares do algodoeiro herbáceo, sob diferentes percentagens de sódio trocável. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, 1990. .

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	Quadrados Médios		
		Abertura do 1º capulho	Percentagem de shedding	Nº de capulho
Tratamento	(24)	212,5775**	105,2758ns	0,4139**
Cultivar (C)	4	64,0900*	65,8739ns	0,2215**
PST	4	1140,8900**	242,1148**	2,1331**
Linear	1	3996,1800**	834,2082**	7,0914**
Quadrática	1	347,6571**	9,7440ns	1,0152**
Desvio de Regressão	2	109,8615**	57,7486ns	0,2129**
Interação (CxPST)	16	17,6213ns	80,9165ns	0,0323ns
Resíduo	75	25,71	92,2332	0,0289 -
Coeficiente de variação		4,44	17,97	7,82

n.s ==> Não significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

* e ** ==> Significativo a nível de 5% e de 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

2.3. Número de Capulho

Observa-se na Tabela 6 do apêndice, que nas PST 14,5; 27,8; 41,4 e 51,0 as cultivares apresentaram

respectivamente números de capulhos em torno de 26, 28, 38 e 66%, inferiores a testemunha. O maior número médio de capulho (4,8) foi alcançado pela cultivar CNPA 3H e o menor (3,8) pela CNPA Acala 1.

Através da análise de variância (Tabela 9) verificou-se efeitos significativos a nível de 0,01 de probabilidade tanto para cultivar como para PST, no entanto, a interação "cultivar x PST" não foi significativa.

Comparando-se as médias pelo teste de Tukey não foram observadas diferenças significativas entre as cultivares CNPA 3H, CNPA 2H e CNPA Precoce 1 nem tampouco entre esta última, IAC 20 e CNPA Acala 1 (Tabela 8).

O número de capulho relacionou-se de forma quadrática com a PST, segundo equação apresentada a seguir

$$\hat{Y} = 2,4253 + 0,005033X - 0,0003563X^2 \quad \text{com } R^2 = 95,01\%$$

2.4. Peso Médio de Capulho

De acordo com os resultados de peso médio de capulho apresentados na Tabela 7 do apêndice, verifica-se que os efeitos danosos das PST inferiores a 41,4 foram pouco acentuados, porém a partir desse valor, cresceram drasticamente. Com relação às cultivares, os capulhos mais pesados foram produzidos pela IAC 20 (4,93g) e os mais leves pela CNPA 3H (3,85g).

Considerando-se que em condições de campo o peso médio de capulho das cultivares testadas varia entre 5 e 5,5g, exceto para a CNPA Acala 1 que chega a 7,0g (EMBRAPA sd. folder) conclui-se que as PST menores que 41,4 bem como os demais fatores que afetaram negativamente o desenvolvimento do algodoeiro, não prejudicaram muito o peso dos capulhos.

Pela análise de variância (Tabela 10) observa-se efeitos significativos a nível 0,01 de probabilidade tanto para PST como para cultivar, o mesmo não acontecendo com a interação entre estes dois fatores. Comparando-se as médias pelo teste de Tukey, nota-se semelhança estatística entre as cultivares CNPA Acala 1 e IAC 20; CNPA Acala 1, CNPA Precoce 1 e CNPA 2H; CNPA 3H, CNPA Precoce 1 e CNPA 2H (Tabela 8).

Com relação as PST, verificaram-se semelhanças entre as PST_1 , PST_2 e PST_3 e entre as PST_1 , PST_3 e PST_4 (Tabela 8).

Pela equação quadrática $\hat{Y} = 4,6265 + 0,064588X - 0,001885X^2$, significativa a 0,01 de probabilidade, pode-se estimar a variabilidade no peso médio dos capulhos com uma precisão de 99,08%. Observa-se na Figura 6, a concordância entre os resultados experimentais e a curva elaborada com base na equação citada.

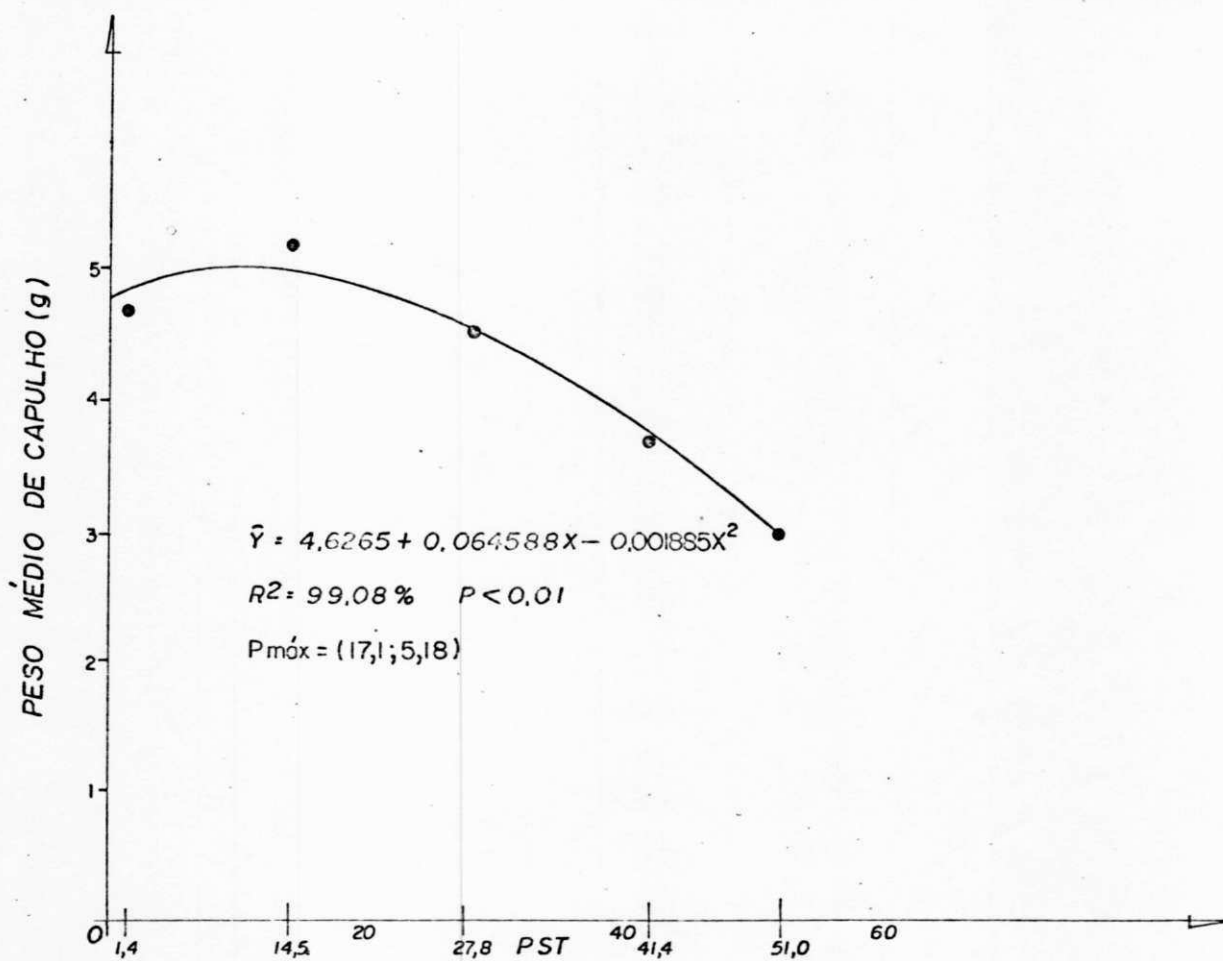


FIG. 6 - CURVA DE REGRESSÃO PARA PESO MÉDIO DE CAPULHO(g) EM FUNÇÃO DAS PERCENTAGENS DE SÓDIO TROCÁVEL (PST).

TABELA 10 - Resumo das análises de variância do peso médio de capulho (g) e produção de algodão em caroço de cultivares do algodoeiro herbáceo, sob diferentes percentagens de sódio trocável. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, 1990.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	Quadrados Médio	
		Peso de capulho	Produção de algodão em caroço
Tratamento	(24)	4,0967**	240,4580**
Cultivar (C)	4	3,4098**	12,4828ns
PST	4	19,9499**	1402,4645**
Linear	1	50,6420**	4767,8322**
Quadrática	1	28,4293**	738,0756**
Desvio de Regressão	2	0,3640ns	53,4751*
Interação (CxPST)	16	0,3052ns	6,9504ns
Resíduo	75	0,4554	8,925
Coeficiente de variação		15,54	15,39

n.s ==> Não significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

* e ** ==> Significativo a nível de 5% e de 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

2.5. Produção de Algodão

Na Tabela 8 do apêndice, estão apresentados os resultados de produção de algodão em caroço obtidos nos diferentes tratamentos, constituídos por cultivares e níveis de sódio trocável. Observa-se que os efeitos adversos do sódio trocável na produção do algodão começaram a aparecer em

PST ainda muito baixas, contudo, só se tornaram comprometedoras em níveis de sodicidade acima de 27,8%, verificando-se decréscimos da ordem de 34,5 e 78,6% respectivamente, para as PST de 41,4 e 51,0, em relação a testemunha.

No tocante ao comportamento das cultivares, constata-se na Tabela supra citada, que a diferença entre a mais produtiva IAC 20 e a menos produtiva CNPA Acala 1, foi de apenas 10,3%, diferença esta, devida principalmente, ao baixo rendimento da CNPA Acala 1 na testemunha.

Estes resultados são idênticos àqueles encontrados pelo CNPA, em ensaios de campo irrigados, em Boa Ventura/PB em 1986, quando essas mesmas cultivares, exceto a IAC 20, apresentaram produtividades estatisticamente semelhantes (EMBRAPA sd. folder).

Comparando-se os resultados das testemunhas com as produções, em condições de campo, das respectivas cultivares, comprova-se que os fatores: volume limitado de solo por vaso, temperatura elevada e baixo teor de matéria orgânica contribuíram juntamente com o sódio trocável para o mal desenvolvimento do algodoeiro, todavia, a produção foi a variável mais afetada.

De acordo com a análise de variância (Tabela 10) não se verificaram efeitos significativos ($P > 0,05$) entre

cultivares, enquanto entre as PST foram significativas ao nível 0,01 de probabilidade, apresentando uma relação quadrática com a produção de algodão em caroço.

A máxima produção, estimada (26,90g) ocorreu na PST de 24,9 decrescendo suavemente até PST de 41,4 e drasticamente a partir desse nível (Figura 7).

O coeficiente de determinação (R^2) indica que 98,02% da variação da produção pode ser explicada pela equação quadrática apresentada a seguir:

$$\hat{Y} = 25,7362 + 0,15096X - 0,009607X^2.$$

A Figura 8, representa com razoável precisão o efeito das diferentes percentagens de sódio trocável na produção relativa do algodoeiro herbáceo. Na qual, constata-se que na PST de 47 as cultivares produziram em média 50% de seus rendimentos na testemunha. Estes resultados estão de acordo com os citados por AYERS & WESTCOT (1985) quando afirmaram que o algodoeiro é uma cultura tolerante ao sódio trocável, sobrevivendo em PST maior que 40.

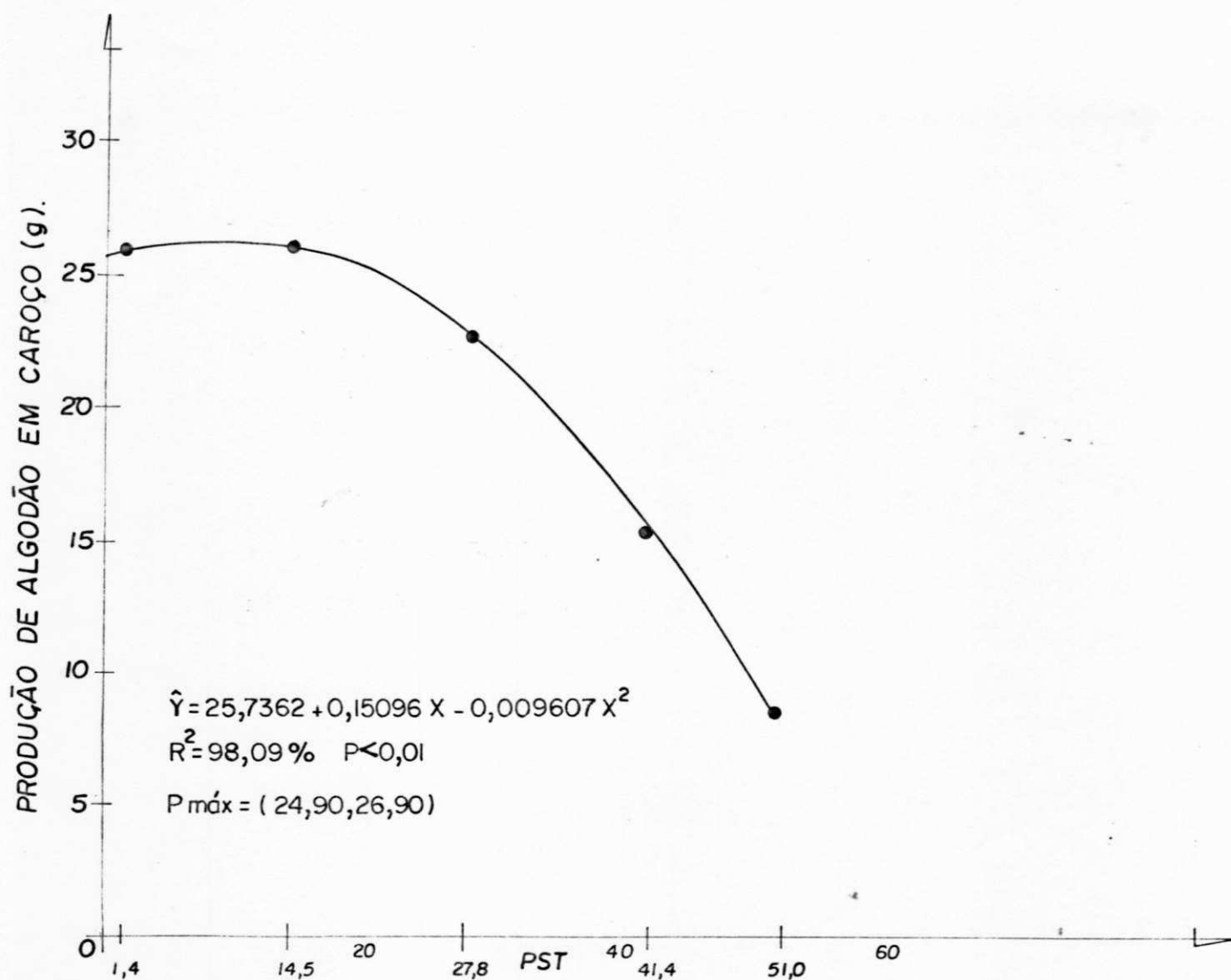


FIG. 7 - CURVA DE REGRESSÃO PARA PRODUÇÃO DE ALGODÃO EM CAROÇO (g), EM FUNÇÃO DAS PERCENTAGENS DE SÓDIO TROCÁVEL (PST).

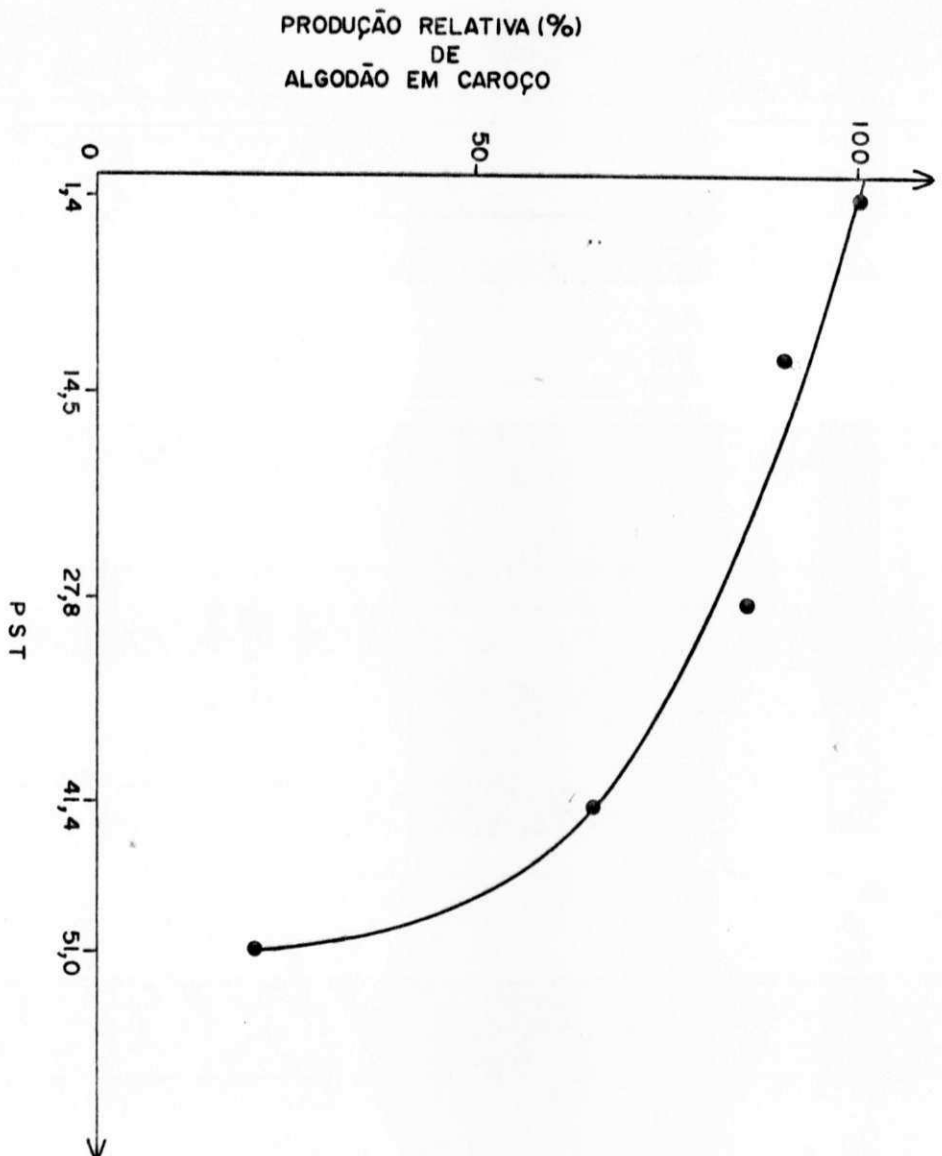


FIG. 8 - Produção relativa de algodão em caroço de cultivares do algodão herbáceo sob diferentes percentagens de sódio trocável (PST).

CAPITULO V

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem enumerar as seguintes conclusões:

1. Foram observados efeitos significativos das PST a nível 0,01 de probabilidade para todas as variáveis estudadas, sendo que na PST de 51,0 todas as variáveis de crescimento e produção foram severamente afetadas, havendo inclusive, alongamento do ciclo da cultura.
2. Com relação às cultivares, verificou-se efeitos significativos a nível de 0,01 de probabilidade para as variáveis altura de plantas, peso médio de capulho e a 0,05 para a abertura do primeiro capulho.
3. A interação cultivar x PST não foi significativa em nenhuma variável indicando que os fatores agiram independentemente.
4. As variáveis número de sementes germinadas, abertura do primeiro capulho, e percentagem de shedding, alcançaram os melhores resultados em PST próxima a zero. Entretanto, o crescimento diametral do caule, a altura de planta, o

número e o peso de capulho e a produção de algodão em caroço se comportaram melhores na faixa de PST entre 7 e 17.

5. As diferenças encontradas, relativas a produção entre os tratamentos com PST 1,4 (testemunha) e 27,8 foram inferiores a 15% enquanto que entre o primeiro e aqueles com PST 41,4 e 51,0 foram superiores a 34 e 78%, respectivamente.
6. O maior número de capulho e ao mesmo tempo os mais leves foram produzidos pela cultivar CNPA 3H, enquanto os capulhos mais pesados foram obtidos na cultivar IAC 20.
7. No tocante a produção de algodão em caroço foi observada a seguinte tendência decrescente, das cultivares: IAC 20 > CNPA Precoce 1 > CNPA 3H > CNPA 2H > CNPA Acala 1 todavia, do ponto de vista estatístico elas apresentaram comportamentos semelhantes.
8. De uma maneira geral as cultivares foram afetadas pelo sódio trocável a partir de níveis muito baixo, contudo, danos comprometedores da produção só ocorreram em PST superior a 27,8, sendo que na PST de 47 as cultivares produziram em média 50% dos seus rendimentos na testemunha.

LITERATURA CITADA

ABROL, I.P. Technology of chemical physical and biological amelioration of deteriorated soils. In: PANEL OF EXPERTS ON AMELIORATION AND DEVELOPMENT OF DETERIORATED SOILS, IN EGYPT, 1982.

ABROL, L.P. Alkali soils and their management - A case study from India. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON IRRIGATION AND DRAINAGE, 12., 1984. Fort Collins, USA. International Congress on Irrigation and Drainage. Delhi, India: ICID 1984. p.701-13.

-----, DAHIYA, I.S., BHUMBLA, D.R. On the method of determining gypsum requirement of soils. Soil Sci. V. 120, n-1, p. 30-6, 1975.

ACHARIA, C.L., ABROL, I.P. Effect of river sand on the permeability of a sodic soil. J. Indian Soc. Soil Sci. V. 24, n. 3, p. 245-52, 1976.

ALLISON, L.E. Salinity in relation to irrigation. Adv. Agron. V. 16, p139-179. 1964.

AYERS, A.D. Salt tolerance of avocado trees grown in culture solution. Calif. Avogado Soc. Yearbook: p. 139-48, 1950.

AYERS, R.S., WESTCOT, D.W. Water quality for agriculture.
Rome: FAO, 1985. 173p.

BALAGURU, T., KHANNA, S.S. Sodium substituting for potassium nutrition of cotton crop. J. Indian Soc. Soil Sci. V. 30, n.2, p. 170-5, 1982.

BERNSTEIN, L. Effects of salinity and sodicity on plant growth. Annu. Rev. Phytopathol. V. 13, p. 295-312, 1975.

BOWER, C.A., TURK, L.M. Calcium and magnesium deficiencies in alkali soils. Amer. Soc. Agron. Jour. V. 38, p. 723-27, 1946.

-----, WADLEIGH, C.A. Growth and cationic accumulation by four species of plants as influenced by various levels of exchangeable sodium. Soil Sci. Soc. Proc. v. 13, p. 218-23, 1948.

-----, Drigen, properties and amelioration of sodic soil.
California: USDA, Salinity Laboratory, 1969, p. 60-72.

BRADY, N. Natureza e Propriedade dos Solos. 7ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1983, 647 p.

BROWN, J.W., WADLEIGH, C.H., HAYWARD, H.E. Foliar analysis of stone fruit and almond trees on saline substrates. Amer. Soc. Hort. Proc. v. 61, p. 49-55, 1953.

- CABREJOS, J.P. Evaluación morfológica y química de suelos salino-sódico en zona áridas. IN: Evaluación y control de degradación de tierras en zonas áridas de América Latina. Roma. FAO/PNUD. R.L.A. 70/457. 1973, p. 151-163.
- CHAPMAN, H.B. Citrus leaf analysis. Calif. Agr. Expt. Sta Calif. V.3, n. 11, p. 10-14, 1949.
- CHAUDHRI, K.G., DAS, D.K. Emergence of soybean, cotton and maize seedlings as influenced by crust formation in salt affected soils. J. Indian Soc. Soil Sci. V. 26, n° 2, p. 106-11, 1978.
- CHHABRA, R., ABROL, I.P. Reclaiming effect of rice growth in sodic soils. Soil Sci. V. 124, n. 1, p. 49-55, 1977.
- , SINGH, S.B., ABROL, I.P. Effect of exchangeable sodium percentage on the growth, yield and chemical composition of sunflower. Soil Sci. V. 127, n° 4, p. 242-247, 1979.
- COSTA, F.F. da. Efeitos de déficits hídricos no crescimento, desenvolvimento e produção de cultivares do algodoeiro herbáceo. Campina Grande: UFPB, 1985. 92p. (Tese de Mestrado).
- DAKER, A. Água na Agricultura. 7ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1988. v.3, 543 p.

- DAS, S.K., MEHROTRA, C.L. Alkali tolerance of important agricultural crops of Uttar Pradesh. Indian. J. Agric. Sci. V. 42, p. 540-45, 1972.
- DORPH-PETERSON, K., STEENBJERG, F. Investigations of the effect of fertilizers containing sodium Plant and Soil. V.2, p. 283-300, 1950.
- DUNLAP, A.A. Fruiting and shedding of cotton in relation to light and other limiting factors. Texas. Texas Agricultural Experiment Station, 1945. 104p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande/PB) "CNPA Acala 1" nova cultivar de algodoeiro herbáceo de fibra longa para áreas irrigadas do Nordeste. Campina Grande, sd. (Folder).
- FAO. Salinity Seminar Baghdad. Roma, FAO 254 p. 1971, (Irrigation and Drainage - Paper. 7).
- FAO/UNESCO. Irrigation Drainage and Salinity. Paris. Hutchison, 1973, 510 p.
- FORSBERG, D.E. The response of various forage crops to saline soils. Canad. J. Agric. Sci. V. 33, p. 242-49, 1953.
- GHEYI, H.R. Recuperação e/ou utilização dos solos afetados por sais. Campina Grande, UFPB, 1983, 9p.

GLOSSARY of Soil Science Terms. Madison, Soil Science Society of America, 1975.

GODOY, R. Teste de vigor em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). Piracicaba, ESALQ, 1975. 125 p. (Tese de Mestrado).

GOES, E.S. O problema de salinidade e drenagem em projetos irrigados do Nordeste e a ação da pesquisa com vista a seu equacionamento. Recife/PE. SUDENE. DAA, 1978. 20p.

GOMES, F.P. Curso de Estatística Experimental 8ed. São Paulo Nobel. 1978. 410 p. ilustr.

GORBUNOV, N.L., DOKUCHAYEV, V.V. Essential problems concerning the mineralogy and physical chemistry of solonetz soils in relation to their reclamation. Sov. Soil soc. V.8, n. 4, p.447-56, 1976.

HARMER, P.M., BENNE, E.J. Effect of applying common salt to a muck soil on the yield, composition and quality of certain vegetable crops and on the composition of the soil producing them. Amer. Soc. Agron. Jour. V. 33, p. 952-79, 1941.

KUMAR, A., ABROL, I.P. Effect of exchangeable sodium on the yield and chemical composition of five forage grass species. Forage Res. V. 5, p. 101-8, 1979.

- LEHR, J.J. The importance of sodium for plant nutrition. III. The equilibrium of cations in the beet. Soil Sci. V. 53, p. 399-411, 1942.
- LEHR, J.J. Exploratory pot experiments on sensitivity of different crops to sodium. A: Spinach. Plant and Soil. V.2, p. 37-48, 1949.
- LILLELAND, O., BROWN, J.G., SWANSON, C. Research show excess sodium may cause leaf tip burn. Almond Facts. V.9, n. 2, p. 1-5, 1945.
- LINS, L.B.F. Estudos de condutividade hidráulica em solos com diferentes teores de sódio trocável. Campina Grande. Universidade Federal da Paraíba, 1989, 43 p. (Tese de Mestrado).
- MAAS, E.V., HOFFMAN, G.J. Crop salt tolerance: Current assessment. J. Irrigation and Drainage. V. 103, n. 2, p.115-134, 1977.
- MAGISTAD, O.C. Plant growth relations on saline and alkali soils. Bot. Rev. V. 11, p. 181-230, 1945.
- MALIWAL, G.L., PALIWAL, K.W. Salt tolerance studies on some varieties of wheat (Triticum sativum) and barley (Hordeum vulgare) at germination stage. Ind. J. Plant Physiol. V. 10, p. 26-35, 1967.

- MASSOUD, F.I. A note on the need for accepted definitions and methods of characterization of salt-affected soils. IRYDA: Informations. International Society of Soil Science. Servilha, May, 1971.
- McGEORGE, W.T., BREAZEALE, J.F. Studies on soil structure - Effect of puddled soils on plant growth. Ariz. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. 72. p. 431-47, 1978.
- MENGEL, K. Fatores e processos que afetam as necessidades de potássio das plantas. IN: SIMPOSIO SOBRE POTASSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA. Londrina/PR. 1982. Anais... Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato/Instituto Internacional da Potassa/Fundação IAPAR, 1982. p. 195-212.
- MILJKOVIC, N., AYERS, A.D., EBERHARD, D.L. Salt affected soils of Yugoslavia. Soil Sci. V. 88, n. 1, p. 51-5, 1959.
- MILLAR, R.L. General laboratory procedures. The American Biology Teacher. V. 28, p. 492-502, 1966.
- PEARSON, G.A. Tolerance of crops to exchangeable sodium. S.L. USDA, 1960. sp. (USDA. Bul. 216).
- PEREIRA, Z.M.P. Possibilidade do uso de água salina na recuperação de solos sódicos no perímetro irrigado de São Gonçalo/PB. In: SEMINARIO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. 3 Fortaleza/CE. 1976. Anais... Fortaleza/MINTER /DNOCS/ABLD 1977. V. 3, p. 186-98.

- PIZARRO, F. Drenage Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos. Madrid, ed. Agrícola Española, 1978. 521p.
- RAMAKRISHNAN, P.S., NAGPAL, R. Adaptation to excess salt in an alkaline soil population of (Cynodon dactylon (L) pers). s.n.t. 1972, 13 p.
- RATNER, E.I. Physiological effect of alkalinity of soils and the ameliorative role of plant root system on solonetz (alkali soils). *Pochvovedenie. (Pedology)* p. 205-27, 1944.
- RICHARDS, L.A. Ed. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. Washington, United States Salinity Laboratory Staff, 1954. 160p. (Agriculture Handbook, 60).
- *SANDHU, S.S., ABROL, I.P. Growth responses of (Eucalyptus tereticornis) and (Acacia nilotica) to selected cultural treatments in highly sodic soil. *Indian J. Agri. Sci.* 51(6): 437-43, 1981.
- SANTOS, J.A.S. Efeito da temperatura, pré-embebição e salinidade na germinação e vigor de sementes de algodão (Gossypium hirsutum L). Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 1981, 91p. (Tese de Mestrado).
- 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. 54p. (Tese de Mestrado).

SILVA, M. da S. Efeitos de diferentes pre-tratamentos de sementes na germinação, desenvolvimento e produção do algodoeiro (Gossypium hirsutum L) em meio salino. Campina Grande, UFPB/CCT, 1981, 84p. (Tese de Mestrado).

♦ SILVA, A.Q. da. Efeitos do cloreto de sódio no crescimento, concentração de nutrientes e de sódio, nas características tecnológicas de seis cultivares de sorgo sacarino (Sorghum bicolor (L) Moench). Piracicaba, ESALQ, 1983, 175p. (Tese de Doutorado).

SINGH, S.B., ABROL, I.P. Effect of exchangeable sodium percentage on growth, yield and chemical composition of onion and garlic. J. Indian Soc. Soil. V. 33, p. 358-61, 1985.

-----, CHHABRA, R., ABROL, I.P. Effect of soil sodicity on the yield and chemical composition of cowpea growth for fodder. J. Indian Agric. Sci. V. 50, n. 11, p. 852-6, 1980a.

-----, ABROL, I.P., CHHABRA, R. Performance of guava (Psidium guajava L) and ber (Zizyphus jujuba) seedlings in a highly sodic soils. In: ANNUAL REPORT, 1980b. Karnal, India, Central Soil Salinity Research Institute, 1980. p. 30-33.

- SNEDECOR, G.W., COCHRAN, W.G. Statistical Methods. Ames, Iowa State College, 1980. 593p.
- SOARES, K.T. Efeito de soluções salinas com diferentes potenciais osmóticos na germinação e vigor de sementes de algodão herbáceo (Gossypium hirsutum L). Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1985, 56 p. (Tese de Mestrado).
- STEEL, R.G.D., TORRIE, J.H. Principles and Procedure of Statistics. New York, Mc Graw-Hill Book, 1980. 481 p.
- SUDENE. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Relatório Anual. Recife/PE, 1977, 82p.
- SZABOLCS, L., LESTAK, V. Capillary movement of sodium salt solutions in soil columns. Sov. Soil Sci. V. 4, p. 483-8, 1967.
- TABOSA, J.N. Teste de tolerância à salinidade em graminhas forrageiras tropicais. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco. 1982, 135p. (Tese de Mestrado).
- THORNE, D.W. Growth and nutrition of tomatoes plants as influenced by exchangeable sodium, calcium and potassium. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. V. 9, p. 185-89, 1945.
- THOMSON, W.W. The structure and function of salt glands. In: POLJAKOFF.A & GALE.J. Plants in Saline Environments. New York. Springer - Verlag. 1975. p.117-146.

TORRES, G.E.M. Efeito das concentrações e tipos de sais na germinação e vigor de sementes de sorgo granífero (Sorghum bicolor L) Moench. Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 1987. 80p. (Tese de Mestrado).

APENDICE

TABELA 01 - Número de sementes germinadas, 15 dias após o plantio, de cultivares do algodoeiro herbáceo sob diferentes percentagens de sódio trocável (PST). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande - PB, 1990.

CULTIVAR	REPETIÇÃO (R)	Percentagem de Sódio Trocável (PST)					MÉDIA
		1,4	14,5	27,8	41,4	51,0	
CNPA	1	11	12	11	07	07	9,6
	2	11	09	09	06	04	7,8
	3	11	10	14	08	05	9,6
	4	10	11	12	06	08	9,4
MÉDIA		10,75	10,50	11,50	6,75	6,00	9,10
IAC-20	1	09	09	09	08	06	8,20
	2	14	13	15	05	07	10,80
	3	09	13	10	06	07	9,00
	4	13	10	08	06	04	8,20
MÉDIA		11,25	11,25	10,50	6,25	6,00	9,05
CNPA 3H	1	12	13	11	08	08	10,40
	2	10	11	13	06	08	9,60
	3	10	10	08	06	06	8,00
	4	12	08	13	06	04	8,60
MÉDIA		11,00	10,50	11,25	6,50	6,50	9,15
CNPA Precoce 1	1	10	10	11	07	06	8,80
	2	13	08	10	07	07	9,00
	3	12	15	11	06	07	10,20
	4	10	13	11	05	04	8,60
MÉDIA		11,25	11,50	10,75	6,25	6,00	9,15
CNPA 2H	1	10	11	10	06	06	8,60
	2	14	12	11	06	05	9,60
	3	10	11	10	06	07	8,80
	4	14	10	10	07	06	9,40
MÉDIA		12,00	11,00	10,25	6,25	6,00	9,10
MÉDIA GERAL		11,25	10,95	10,85	6,40	6,10	-

Obs. Foram usadas 15 sementes por vaso.

TABELA 02 - Crescimento diametral médio (mm) de cultivares do algodoeiro herbáceo, aos 110 dias após o plantio, sob diferentes percentagens de sódio trocável Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande - PB. 1990.

CULTIVAR	REPETIÇÃO (R)	Percentagem de Sódio Trocável (PST)					MÉDIA
		1,4	14,5	27,8	41,4	51,0	
CNPA Acala 1	1	5,5	6,0	5,0	5,2	5,0	5,34
	2	5,4	5,5	6,2	5,4	4,6	5,42
	3	5,3	5,0	5,6	5,4	5,0	5,26
	4	5,1	4,9	5,2	5,0	4,6	4,36
MÉDIA		5,33	5,35	5,30	5,25	4,80	5,10
IAC-20	1	5,5	5,5	5,2	6,2	4,4	5,56
	2	5,0	5,2	5,6	5,2	4,4	5,08
	3	5,0	4,9	4,9	6,2	4,5	5,10
	4	5,2	5,0	5,0	5,4	4,4	5,00
MÉDIA		5,18	5,40	5,18	5,75	4,43	5,19
CNPA 3H	1	6,2	6,1	5,2	5,0	4,5	5,40
	2	6,0	5,4	5,2	5,0	5,0	5,32
	3	5,1	5,1	5,0	5,0	4,2	4,88
	4	5,2	5,0	6,3	5,1	4,2	5,16
MÉDIA		5,63	5,40	5,43	5,03	4,48	5,19
CNPA Precoce 1	1	5,5	5,0	6,0	5,0	4,0	5,10
	2	5,4	5,0	4,0	5,5	4,0	4,78
	3	5,5	5,2	5,2	5,0	3,5	4,88
	4	5,5	5,2	5,0	4,8	3,8	4,88
MÉDIA		5,48	5,10	5,05	5,08	3,83	4,91
CNPA 2H	1	5,1	5,5	6,0	5,0	4,8	5,28
	2	5,2	5,8	5,2	5,3	4,7	5,24
	3	5,2	6,9	5,0	5,0	4,2	5,26
	4	4,8	5,4	5,2	5,0	4,4	4,96
MÉDIA		5,08	5,90	5,35	5,08	4,53	5,19
MÉDIA GERAL		5,34	5,43	5,26	5,24	4,41	-

TABELA 03 - Altura de plantas de cultivares (cm) do algodoeiro herbáceo, aos 110 dias após o plantio, sob diferentes percentagens de sódio trocável. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande - PB, 1990.

CULTIVAR	REPETIÇÃO (R)	Percentagem de Sódio Trocável (PST)					MÉDIA
		1,4	14,5	27,8	41,4	51,0	
CNPA Acala 1	1	41,0	48,0	40,0	41,0	39,0	41,80
	2	43,0	40,0	50,0	47,0	34,0	42,80
	3	41,0	41,0	47,0	44,0	36,0	41,80
	4	44,0	38,0	41,0	38,0	29,0	38,00
MÉDIA		42,25	41,75	44,50	42,50	34,50	41,10
IAC-20	1	36,0	38,0	43,0	38,0	27,0	36,40
	2	40,0	41,0	40,0	39,0	26,0	37,20
	3	39,0	41,0	34,0	40,0	27,0	36,20
	4	43,0	40,0	30,0	32,0	27,0	34,40
MÉDIA		39,50	40,00	36,75	37,25	26,75	36,05
CNPA 3H	1	42,0	45,0	39,0	48,0	33,0	41,40
	2	55,0	39,0	42,0	47,0	53,0	47,20
	3	41,0	41,0	46,0	49,0	27,0	40,80
	4	49,0	47,0	59,0	45,0	39,0	47,80
MÉDIA		46,75	43,00	46,50	47,25	38,00	44,30
CNPA Precoce 1	1	44,0	37,0	39,0	36,0	26,0	36,40
	2	41,0	42,0	36,0	34,0	31,0	36,80
	3	35,0	36,0	31,0	31,0	23,0	31,20
	4	38,0	36,0	31,0	33,0	28,0	33,20
MÉDIA		39,50	37,75	34,25	33,50	27,00	34,40
CNPA 2H	1	39,0	39,0	39,0	38,0	27,0	36,40
	2	45,0	42,0	42,0	33,0	31,0	38,60
	3	39,0	43,0	35,0	38,0	32,0	37,40
	4	42,0	46,0	42,0	36,0	35,0	40,20
MÉDIA		41,25	42,50	39,50	36,25	31,25	38,15
MÉDIA GERAL		41,85	41,00	40,30	39,35	31,50	-

TABELA 04 - Abertura do primeiro capulho (dias após o plantio) de cultivares do algodoeiro herbáceo, sob diferentes percentagens de sódio trocável. Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande - PB. 1990.

CULTIVAR	REPETIÇÃO (R)	Percentagem de Sódio Trocável (PST)					MÉDIA
		1,4	14,5	27,8	41,4	51,0	
CNPA	1	109	114	115	117	127	116,40
	2	108	100	114	114	135	114,20
	3	103	109	119	113	133	115,40
	4	105	106	107	115	123	113,20
MÉDIA		106,25	107,25	113,75	114,75	129,50	114,30
IAC-20	1	111	111	114	111	124	114,20
	2	109	114	111	111	122	118,40
	3	109	111	111	121	128	116,00
	4	108	109	109	109	135	114,00
MÉDIA		109,25	111,25	111,25	113,00	127,25	114,40
CNPA 3H	1	109	111	115	116	128	115,80
	2	106	114	111	114	122	113,40
	3	111	111	111	113	128	114,80
	4	106	103	121	115	127	114,40
MÉDIA		108,00	109,75	114,50	114,50	126,25	114,60
CNPA	1	107	108	115	117	121	113,60
	2	107	107	108	111	122	111,00
	3	103	113	107	109	122	110,80
	4	102	104	111	109	123	109,80
MÉDIA		104,75	108,00	110,25	111,50	122,00	111,30
CNPA 2H	1	109	110	111	115	126	114,20
	2	108	111	110	110	126	112,80
	3	106	108	138	139	128	123,80
	4	102	111	111	119	128	114,20
MÉDIA		106,25	109,75	117,50	120,75	127,00	116,25
MÉDIA GERAL		106,90	109,20	113,45	114,90	126,40	-

TABELA 05 - Percentagem de shedding de cultivares do algodoeiro herbáceo, sob diferentes percentagens de sódio trocável. Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande - PB. 1990.

CULTIVAR	REPETIÇÃO (R)	Percentagem de Sódio Trocável (PST)					MÉDIA
		1,4	14,5	27,8	41,4	51,0	
CNPA Acala 1	1	45,45	45,45	55,56	33,33	85,71	53,10
	2	44,44	50,00	63,64	66,67	50,00	54,95
	3	55,55	60,00	60,00	66,67	80,00	64,44
	4	44,44	50,00	55,56	50,00	66,67	53,33
MÉDIA		47,47	51,36	58,69	54,17	70,60	56,46
IAC-20	1	33,33	63,64	44,44	55,56	33,33	46,06
	2	60,00	55,56	50,00	60,00	50,00	55,11
	3	40,00	50,00	55,56	57,14	66,67	53,87
	4	50,00	58,33	44,44	57,14	60,00	53,98
MÉDIA		45,83	56,88	48,61	57,46	52,50	51,84
CNPA 3H	1	46,15	37,50	45,45	63,64	50,00	48,55
	2	50,00	57,14	40,00	50,00	50,00	49,43
	3	60,00	58,33	46,15	60,00	75,00	59,90
	4	50,00	58,33	63,64	60,00	50,00	56,39
MÉDIA		51,54	52,83	48,81	58,41	56,25	53,24
CNPA Precoce 1	1	40,00	50,00	50,00	54,55	50,00	48,91
	2	61,54	44,44	64,29	44,44	71,43	57,23
	3	44,44	50,00	37,50	60,00	71,43	52,67
	4	45,45	60,00	63,64	55,56	42,86	53,42
MÉDIA		47,86	51,61	53,86	53,66	58,93	53,08
CNPA 2H	1	57,14	54,55	40,00	44,44	50,00	49,23
	2	50,00	61,54	63,64	54,55	50,00	55,95
	3	50,00	46,15	50,00	60,00	60,00	53,23
	4	50,00	50,00	54,55	33,33	57,14	49,00
MÉDIA		51,76	53,06	52,05	48,08	54,29	51,86
MÉDIA GERAL		48,90	52,63	52,07	54,35	58,53	-

TABELA 06 - Número de capulho por vaso, de cultivares do algodoeiro herbáceo, sob diferentes percentagens de sódio trocável. Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande-PB. 1990.

CULTIVAR	REPETIÇÃO (R)	Percentagem de Sódio Trocável (PST)					MÉDIA
		1,4	14,5	27,8	41,4	51,0	
CNPA Acala 1	1	6	6	4	4	1	4,20
	2	5	5	4	4	2	4,00
	3	4	4	4	3	1	3,20
	4	5	5	4	4	1	3,80
MÉDIA		5,00	5,00	4,00	3,75	1,25	3,80
IAC-20	1	6	4	5	4	2	4,20
	2	6	4	4	4	2	4,00
	3	6	4	4	3	2	3,80
	4	5	5	5	3	2	4,00
MÉDIA		5,75	4,25	4,50	3,50	2,00	4,00
CNPA 3H	1	7	5	6	4	4	5,20
	2	5	6	6	5	4	5,20
	3	6	5	7	4	1	4,60
	4	6	5	4	4	2	4,20
MÉDIA		6,00	5,25	5,75	4,25	2,75	4,80
CNPA Precoce 1	1	6	5	5	5	3	4,80
	2	5	5	5	5	2	4,40
	3	5	5	5	4	2	5,25
	4	6	4	4	4	4	4,40
MÉDIA		5,50	4,75	4,75	4,50	2,75	4,45
CNPA 2H	1	6	5	6	5	3	5,00
	2	6	5	4	5	2	4,40
	3	6	7	5	4	2	4,80
	4	6	5	5	4	3	4,60
MÉDIA		6,00	5,50	5,00	4,50	2,50	4,70
MÉDIA GERAL		6,65	4,95	4,80	4,10	2,25	-

TABELA 07 - Peso médio de capulho (g) de cultivares do algodoeiro herbáceo sob diferentes percentagens de sódio trocável. Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande-PB. 1990.

CULTIVAR	REPETIÇÃO (R)	Percentagem de Sódio Trocável (PST)					MÉDIA
		1,4	14,5	27,8	41,4	51,0	
CNPA Acala 1	1	5,25	3,92	6,15	4,43	2,60	4,47
	2	2,82	6,64	5,35	4,13	2,10	4,21
	3	6,32	5,73	5,35	5,90	3,10	5,28
	4	4,58	4,68	5,35	3,75	2,30	4,13
MÉDIA		4,74	5,24	5,55	4,55	2,53	4,52
IAC-20	1	5,55	5,90	5,20	5,00	3,40	5,01
	2	4,77	6,48	6,15	4,68	4,05	5,23
	3	4,88	6,63	6,10	4,66	3,05	5,06
	4	4,92	4,78	4,52	4,73	3,15	4,42
MÉDIA		5,03	5,95	5,49	4,77	3,41	4,93
CNPA 3H	1	4,60	4,94	4,25	4,78	1,10	3,93
	2	4,80	4,20	4,17	3,94	2,35	3,89
	3	4,08	4,36	3,11	4,28	3,00	3,71
	4	4,30	4,40	4,38	3,43	2,55	3,81
MÉDIA		4,45	4,48	3,98	4,11	2,25	3,85
CNPA Precoce 1	1	5,45	5,24	4,66	5,22	3,63	4,84
	2	4,84	4,80	4,26	3,36	2,30	3,91
	3	5,34	4,40	4,44	4,33	3,35	4,37
	4	3,98	5,10	5,45	4,50	1,83	4,17
MÉDIA		4,90	4,89	4,70	4,35	2,78	4,32
CNPA 2H	1	5,12	4,76	4,06	3,34	2,03	3,86
	2	4,60	5,06	5,98	4,08	2,35	4,41
	3	4,37	5,16	4,66	4,03	2,10	4,06
	4	4,27	5,60	4,18	3,63	2,47	4,03
MÉDIA		4,59	5,15	4,72	3,77	2,24	4,09
MÉDIA GERAL		4,74	5,14	4,89	4,31	2,64	-

TABELA 08 - Produção de algodão em caroço (g) por vaso plantas, de cultivares do algodoeiro herbáceo sob diferentes percentagens de sódio trocável. Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande - PB. 1990.

CULTIVAR	REPETIÇÃO (R)	Percentagem de Sódio Trocável (PST)					MÉDIA
		1,4	14,5	27,8	41,4	51,0	
CNPA Acala 1	1	31,5	23,5	24,6	17,7	2,5	19,96
	2	14,1	33,2	21,4	16,5	4,2	17,88
	3	25,3	22,9	21,4	17,7	4,1	18,28
	4	22,9	23,4	21,4	15,0	2,3	17,00
MÉDIA		23,45	25,75	22,20	16,73	3,28	18,28
IAC-20	1	33,3	23,6	26,0	20,0	6,8	21,94
	2	28,6	25,9	24,6	18,7	8,1	21,18
	3	29,3	26,5	24,4	14,0	6,1	20,06
	4	24,6	23,9	22,6	14,2	6,3	18,32
MÉDIA		28,95	24,98	24,4	16,73	6,83	20,38
CNPA 3H	1	32,2	24,7	25,5	19,1	4,4	21,18
	2	24,0	25,2	25,0	19,7	9,4	20,66
	3	24,5	21,8	21,8	17,1	3,0	17,64
	4	25,8	22,0	17,5	13,7	5,1	16,82
MÉDIA		26,63	23,43	22,45	17,40	5,48	19,08
CNPA Precoce 1	1	32,7	26,2	23,3	26,1	10,9	23,84
	2	24,2	24,0	21,3	16,8	4,6	18,18
	3	26,7	22,0	22,2	17,3	6,7	18,98
	4	23,9	20,4	21,8	18,0	7,3	18,28
MÉDIA		26,88	23,15	22,15	19,55	7,38	19,82
CNPA 2H	1	30,7	23,8	24,4	16,7	6,1	20,34
	2	27,6	25,3	23,9	20,4	4,7	20,38
	3	26,2	25,8	23,3	16,1	4,2	19,12
	4	25,6	22,4	20,9	14,5	7,4	18,16
MÉDIA		27,53	24,33	23,13	16,93	5,60	19,50
MÉDIA GERAL		26,69	24,33	22,86	17,47	5,71	-