

RELAÇÕES HÍDRICAS E COMPOSIÇÃO MINERAL DE DUAS CULTIVARES DE  
ALGODÃO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum*, L.) SUBMETIDOS AO  
"STRESS" SALINO

IVAN MARTINS DE ALBUQUERQUE


DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO  
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO  
EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE


UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ


FORTALEZA - 1984


Esta Dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários a obtenção do Grau de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Irrigação e Drenagem, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se a disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.


A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

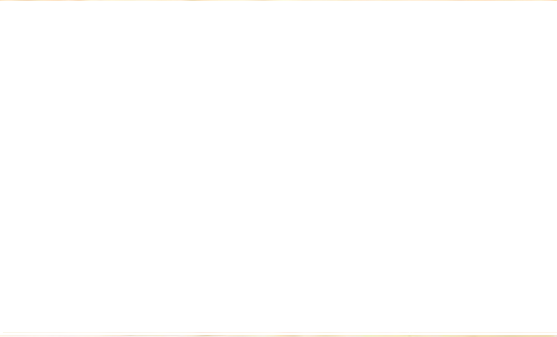
  
Ivan Martins de Albuquerque

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 

  
Luiz Gonzaga Rebouças Ferreira, Ph.D.  
Orientador da Dissertação

  
Francisco Luciano de Paiva, Ph.D.  
Conselheiro

  
José Osório Costa, M.S.  
Conselheiro



Aos meus pais, meus irmãos  
e minha estimada esposa,  
que com muito carinho e  
compreensão esperaram.

AGRADEÇO

A Memória de Minha Madrinha  
CARMEM MARTINS DE ALBUQUERQUE  
Que muito me quis e estimou

DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Professor Dr. LUIZ GONZAGA REBOUÇAS FERREIRA, pela brilhante orientação, esmero e dedicação que nos proporcionou a realização desta dissertação.

Levamos nossos agradecimentos aos Professores Dr. JOSÉ TARQUÍNIO PRISCO, Dr. JOSÉ OSÓRIO COSTA e Dr. FRANCISCO LUCIANO DE PAIVA, pelas valiosas sugestões e esclarecimentos que recebemos para elaboração deste trabalho.

Somos gratos ao Professor ROBERTO CLÁUDIO FROTA BEZERRA, do Departamento de Estatística e Matemática e ao Dr. EDNART DE ALMEIDA CARVALHO, do SINE/CE, pela orientação na parte estatística contida no presente trabalho.

Apresentamos agradecimentos aos Professores Dr. JOSÉ RONALDO COELHO SILVA e Dr. FERNANDO FELIPE FERREYRA HERNÁNDES, do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, pelas preciosas sugestões que nos foram prestadas.

Desejamos agradecer aos colegas OLIVIER FRANÇOIS CHARLES ROUAULT e FERNANDO MONTEIRO DE PAULA, pela colaboração e incentivo que recebemos durante a execução deste trabalho.

Estendemos nossos agradecimento aos Professores Dr. MOISÉS CUSTÓDIO SARAIVA LEÃO e Dr. FRANCISCO DE SOUZA, do Departamento de Engenharia Agrícola, pela esmerada coordena-

ção do Curso de Mestrado em Agronomia - Irrigação e Drenagem, os quais nos ofereceram a oportunidade desta realização.

De maneira muito especial, apresentamos ao Professor Dr. JOSÉ MATIAS FILHO, nossa gratidão pela presteza e clareza de seus ensinamentos quanto iniciamos nossos estudos.

Nossos agradecimentos à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao Convênio CNPq/FCPC/UFC - DESSALINIZAÇÃO, pelo suporte financeiro.

Agradecemos, em especial, ao Professor Dr. LUIS CARLOS UCHÔA SAUNDERS, Chefe do Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da UFC, pela colaboração e incentivo demonstrados durante a realização deste trabalho.

Ampliamos nossos gratos reconhecimentos aos Departamentos de Bioquímica e Biologia Molecular, de Ciências do Solo e ao Engenharia Agrícola, pela colaboração recebida e utilização de suas dependências.

Queremos agradecer a MARIA ELIZABETH CORREIA SOUSA e a MARIA DAS GRAÇAS DA CRUZ PEREIRA, do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, pela constante colaboração.

Agradecidos que somos, levamos a FRANCISCA WILLA DE SOUSA DA SILVA, nosso reconhecimento pela maneira eficaz e solícita com que vem nos prestando ajuda na Secretaria da Coordenação do Curso de Mestrado.

Especialmente nossa gratidão para com a amiga GERALDA DE CARVALHO FEITOSA, do Departamento de Engenharia Agrí-

cola, que sempre nos deu crédito.

A todos, que de maneira direta ou indireta muito nos ajudaram para a conclusão deste trabalho, somos gratos.

Enfim, obrigado SENHOR, por chegarmos até aqui.

## SUMÁRIO

	Página
<u>LISTA DE FIGURAS</u> .....	xi
<u>LISTA DE TABELAS</u> .....	xiv
<u>DEFINIÇÕES E ABREVIATURAS</u> .....	xvii
<u>RESUMO</u> .....	xviii
<u>ABSTRACT</u> .....	xix
1 - <u>INTRODUÇÃO</u> .....	1
2 - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u> .....	5
2.1 - <u>O balanço hídrico e a salinidade</u> .....	5
2.2 - <u>Adaptação das plantas à salinidade</u> .....	7
3 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u> .....	10
3.1 - <u>Condições de cultivo</u> .....	10
3.2 - <u>Determinação do potencial hídrico</u> .....	11
3.3 - <u>Determinação dos potenciais osmótico e de tur- gescência</u> .....	12
3.4 - <u>Determinação do teor relativo de água</u> .....	13
3.5 - <u>Determinação da produtividade biológica</u> .....	14
3.6 - <u>Análise da composição mineral</u> .....	15



	Página
3.7 - <u>Delineamento experimental e análise estatística</u> .....	15
4 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u> .....	16
4.1 - <u>Variações no potencial hídrico de folhas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino</u> .....	16
4.2 - <u>Variações no potencial osmótico em folhas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino</u> .....	17
4.3 - <u>Variações no potencial de turgescência em folhas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino</u> .....	23
4.4 - <u>Variações no teor relativo da água (TRA) de folhas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino</u> .....	24
4.5 - <u>Variações da transpiração total das folhas de algodão quando submetido ao "stress" salino</u> .	30
4.6 - <u>Variações na área foliar de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino</u> .....	33
4.7 - <u>Variações no peso seco total de plantas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino</u> .....	36
4.8 - <u>Variações na relação parte aérea/raiz em algodão herbáceo quando submetido ao "stress"</u>	

salino .....	30
4.9 - <u>Variações na percentagem de nitrogênio nas folhas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino</u> .....	40
4.10 - <u>Variações na percentagem de fósforo nas folhas de algodão herbáceo submetido ao "stress" salino</u> .....	43
4.11 - <u>Variações na percentagem de potássio nas folhas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino</u> .....	48
4.12 - <u>Variações na percentagem de cloretos solúveis nas folhas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino</u> .....	51
4.14 - <u>Variações na percentagem de sódio nas folhas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino</u> .....	54
5 - <u>CONCLUSÕES</u> .....	58
6 - <u>LITERATURA CITADA</u> .....	62

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Mecanismo de adaptação das plantas a salinidade .....	8
2	Variações no potencial hídrico (MPa) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino .....	19
3	Variações no potencial osmótico (MPa) nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coleta C <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino .....	22
4	Variações no potencial de turgescência (MPa) nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> submetidas ao "stress" salino .....	26
5	Variações no teor relativo de água (MPa) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino .....	29
6	Variações na transpiração total (l/planta/período experimental) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C <sub>1</sub> e	

FIGURA	Página
$C_2$ quando submetidas ao "stress" salino ....	32
7 Variações na área foliar ( $\text{dm}^2$ ) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas $C_1$ e $C_2$ quando submetidas ao "stress" salino .....	35
8 Variações no peso seco total (g/planta/período experimental) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas $C_1$ e $C_2$ quando submetidas ao "stress" salino ....	38
9 Variações nas relações parte aérea/raiz das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas $C_1$ e $C_2$ quando submetidas ao "stress" salino .....	42
10 Variações na percentagem de nitrogênio nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas $C_1$ e $C_2$ quando submetidas ao "stress" salino .....	45
11 Variações na percentagem de fósforo nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas $C_1$ e $C_2$ quando submetidas ao "stress" salino .....	47
12 Variações na percentagem de potássio nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas $C_1$ e $C_2$ quando subme-	

FIGURA		Página
	tidas ao "stress" salino .....	50
13	Variações na percentagem de cloretos solúveis nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino .....	53
14	Variações na percentagem de sódio nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino .....	56

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Percentagem de germinação de diversas cultivares de algodão herbáceo ( <i>Gossypium hirsutum</i> L.) em água destilada (0 MPa) e em solução de NaCl (- 0,9 MPa) 4 dias após a semeadura .....	9
2	Variações no potencial hídrico (MPa) das cultivares de algodão herbáceo Texas e Br-1 nas coletas C <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino .....	18
3	Variações no potencial osmótico (MPa) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino .....	21
4	Variações no potencial de turgescência (MPa) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino .....	25
5	Variações no teor relativo de água (TRA) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino .....	28

## TABELA

## Página

6	Variações na transpiração total (l/planta/período experimental) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino ....	31
7	Variações na área foliar (dm <sup>2</sup> ) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino .....	34
8	Variações no peso seco total (g/planta/período experimental) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino ....	37
9	Variações nas relações parte aérea/raiz das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino .....	41
10	Variações na percentagem de nitrogênio nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino .....	44
11	Variações na percentagem de fósforo nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino .....	46

TABELA	Página
12      Variações na percentagem de potássio nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas $C_1$ e $C_2$ quando submetidas ao "stress" salino .....	49
13      Variações na percentagem de cloretos solúveis nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas $C_1$ e $C_2$ quando submetidas ao "stress" salino .....	52
14      Variações na percentagem de sódio nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas $C_1$ e $C_2$ quando submetidas ao "stress" salino .....	55



## DEFINIÇÃO E ABREVIATURA

- $C_1$  - coleta 1 (26 dias após o transplante)
- $C_2$  - coleta 2 (35 dias após o transplante)
- $^{\circ}C$  - graus centígrados
- cm - centímetro
- $CO_2$  - gás carbono
- $dm^2$  - decímetro quadrado
- g - grama
- Kg - quilograma
- ℓ - litro
- log - logaritmo decimal
- lux - unidade de intensidade luminosa, correspondente a um lúmen por metro quadrado (1 lux = 0.093 velas pés)
- mesh - medida de número de furos na peneira por unidade de área
- ml - mililitro
- mm - milímetro
- MPa - megapascal - unidade de pressão (1 MPa = 10 bar ou 9,87 atm)
- NaCl - cloreto de sódio
- $Na_2SO_4$  - sulfato de sódio

## RESUMO

Sementes de algodão das cultivares Texas e BR-1 foram semeadas em areia grossa lavada, sendo transplantadas para solução nutritiva após dez dias. As adições de NaCl foram feitas oito dias após o transplante, sendo adicionado - 0,1 MPa a cada dois dias até serem alcançados as concentrações correspondentes por potenciais hídricos de - 0,4 MPa e - 0,8 MPa. As plantas foram coletadas em duas etapas, a primeira com 36 dias e a segunda com 45 dias após a semeadura.

Os potenciais hídricos e osmóticos das folhas apresentaram uma redução progressiva entre os tratamentos a partir do controle, no potencial de turgescência, na coleta C-1, ocorreu o aparecimento de valores mais altos indicando uma osmoregulação, mas a permanência por mais tempo induziu a uma diminuição. Foram observadas diminuições no teor relativo de água, na transpiração total e na relação parte aérea/raiz entre os tratamentos, havendo também diferenças entre as coletas. Nas percentagens de nitrogênio, fósforo e potássio das folhas, as diferenças que ocorreram foram pequenas, mas nos cloretos solúveis houve um aumento significativo dos tratamentos em relação ao controle. Em relação a percentagem de sódio nas folhas observamos que a medida que aumentávamos a concentração de NaCl na solução nutritiva aumentava também a percentagem deste elemento.

## ABSTRACT

Cotton seeds, cultivars Texas and BR-1, were sown in washed coarse sand and transplanted to nutrient solution after 10 days. Sodium chloride was added 8 days after transplanting, at increments of  $-0,1$  MPa at 2 days interval, up to a hydric potential of  $-0,4$  MPa and  $-0,8$  MPa. The plants were collected in two stages: the first stage at 36 days and the second at 45 days after sowing.

Hydric and osmotic potentials of the leaves have shown a progressive reduction among treatments when compared to the control. At the turgor pressure, C-1 stage, higher values occurred indicating osmoregulation, but this turgor pressure decreased with time. Relative water content, total transpiration and shoot/root ration, decreased when compared to the control, in all samplings. Only small differences were determined for the percentage of nitrogen, phosphorous and potassium in the leaves, but a significant increase in percentage of chlorides was observed. The percentage of sodium in the leaves increased as the concentration of NaCl also increased in the nutrient solution.

## 1 - INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro é uma região semi-árida, caracterizada por chuvas preponderantemente convectivas e orográficas, irregulares distribuídas no tempo e no espaço e concentradas em uma grande parte da região, em um único período de uns poucos meses, durante o qual se precipitam mais de 80% da pluviosidade média anual. Consta-se que nas regiões de precipitação média anual abaixo de 750 mm, o período de chuvas varia de 3 a 5 meses, enquanto naquelas onde a precipitação média anual é superior a 1000 mm, essa variação é de 6 a 10 meses. Sua temperatura média anual varia de 23 a 27°C chegando em determinados locais a apresentar uma temperatura máxima absoluta em torno de 40°C. Taxas elevadas de evaporação são comuns nesta região, sendo sua média anual em torno de 2000 mm (MATIAS, 1980).

Em regiões úmidas, os sais solúveis originariamente presentes nos componentes do solo e os formados por intemperização das rochas, geralmente desaparecem devido a percolação para as camadas inferiores, onde encontram as águas subterrâneas que os levam até os oceanos. Por este motivo, os solos salinos praticamente não existem nestas áreas, com exceção dos locais cercados ou expostos ao mar e nos deltas dos rios.

Os solos salinos se encontram principalmente em zo-

nas de clima árido e semi-árido. Nas terras áridas, estes sais são lixiviados quando existe na precipitação ou quando há uma irrigação. Mas, como a quantidade de água que normalmente atinge o solo é pequena e a evaporação bastante elevada, os sais não alcançam as camadas inferiores, retornando à superfície. Outro fator que frequentemente contribui para a salinização do solo e a má drenagem, que impede o movimento descendente dos sais. As áreas irrigadas geralmente localizadas nos vales dos rios devido a facilidade de instalação de projetos de irrigação. Mesmo que estas sejam naturalmente bem drenadas e sem problemas de sais, podem, contudo, não estarem adequadamente prontas para receber águas adicionais da irrigação. Mas devido suas características favoráveis tais como (superfície plana, textura do solo e disponibilidade de água) estas áreas são utilizadas pelos agricultores que, visando reduzir os custos, não utilizam uma drenagem artificial para regular o fluxo de água adicional e os sais solúveis. Com isto, em poucos anos, há uma ascensão do lençol freático até a superfície causando a salinização da camada superficial do solo.

Para agravar mais o problema, existe a possibilidade de um manejo inadequado da água, que a maioria das vezes é utilizada em abundância, o que acelera a elevação do lençol freático. Além disto, as águas utilizadas para a irrigação contêm sais, fazendo com que em um pequeno espaço de tempo sejam adicionadas quantidades consideráveis de sais aos solos, salinizando-os.

Devido os fatores até agora mencionados, pode não

ser economicamente viável se manter um solo com baixos teores de sais ou corrigir os solos já salinizados. Em tais circunstâncias, a melhor solução seria selecionar culturas que pudessem produzir com bons rendimentos em solos salinizados (plantas tolerantes aos sais), definindo conjuntamente práticas de manejos adequados para reduzir ao mínimo os teores de sais. Nesta abordagem pode estar a causa determinante do êxito da exploração agrícola racional destes solos.

#### Objetivo do presente trabalho

FERREIRA et al, (1984) procederam um "screening" de 29 cultivares de algodão herbáceo na fase germinativa. Os dados obtidos mostraram que as cultivares estudadas diferiram na capacidade de germinar em substrato salino (- 0,9 MPa de NaCl), sendo que a BR-1 se mostrou mais tolerante à salinidade com uma redução na percentagem de germinação em relação ao controle de 28,2% sendo a cultivar Texas mais vulnerável, com uma redução de 78,6% em relação ao controle (TABELA 1). Como as plantas apresentam diferentes respostas aos sais durante o seu ciclo vital, torna-se imprescindível que além da fase germinativa, as demais sejam também estudadas antes de se proceder a seleção de cultivares tolerantes a salinidade.

No presente trabalho foi realizado estudo comparativo, durante a fase vegetativa, entre duas cultivares de algodão que na fase germinativa demonstraram níveis opostos de

tolerância ao NaCl. Para tanto, procedemos a determinação de produtividade biológica, composição mineral, e modificação do potencial hídrico e de seus componentes nas cultivares Texas e BR-1 quando cultivadas em soluções nutritivas salinizadas com NaCl.

## 2 - REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 - O balanço hídrico e a salinidade

Os estudos sobre a redução do desenvolvimento das plantas em condições salinas, já vem despertando o interesse de pesquisadores desde o século passado, quando foi proposta SCHIMPER (1898), citado por PRISCO (1980), a hipótese da "seca fisiológica". De acordo com esta hipótese, quando a concentração de sais na produção do solo aumenta há uma diminuição do potencial osmótico do mesmo e conseqüente abaixamento de seu potencial hídrico. Quando isso ocorre, o gradiente hídrico no sistema solo-planta é diminuído e as plantas são então submetidas a um "stress" hídrico. Esta, então seria a causa de inibição do crescimento das plantas cultivadas em solos salinos. A hipótese da seca fisiológica é baseada no princípio de que diferentes sais causam os mesmos efeitos sobre o desenvolvimento das plantas desde que estejam na mesma concentração equi-osmolar. Esta hipótese prevaleceu por cerca de sessenta anos a despeito de trabalhos pioneiros de OSTERHAUT (1906), citado por GALE (1975), que demonstraram que a água do mar diluída (solução de diversos sais) era menos danosa ao crescimento das plantas do que concentrações equi-osmolares de simples sais. Conclusão similar relativamente a baixa toxicidade da mistura de sais foram também obser



vadas por LAGERWEFF & EAGLE (1961). Estudos realizados por BERNSTEIN (1961 e 1963) e SLATYER (1961) demonstraram a ocorrência do fenômeno do ajustamento osmótico nas plantas, que impedia uma diminuição no gradiente de potencial hídrico no sistema solo-planta, mesmo com o aumento na concentração de sais no solo. Isto se verificava em virtude das plantas se adaptarem a esta situação diminuindo o potencial osmótico de suas células. Este mecanismo de adaptação das plantas ainda não está totalmente esclarecido, existindo várias possibilidades para este ajustamento, dependendo da maneira como o potencial hídrico do solo é rebaixado e evidentemente do tipo de plantas (O'LEARY 1975; HELLEBUST 1976; FLOWERS et al. 1977). Se o potencial hídrico do solo decresce abruptamente, a fase inicial do ajustamento é a desidratação, isto é, o teor de água das células diminui e como resultado tem-se um abaixamento do potencial osmótico celular. Se a diminuição do potencial hídrico do solo for elevada à presença de solutos permeáveis ao sistema radicular, tais como NaCl e Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, depois de algum tempo os íons se deslocarão para dentro das células da raiz e serão responsáveis pelo ajustamento osmótico das plantas. Todavia, se a diminuição do potencial hídrico do ambiente exterior à raiz for devida à presença de solutos não permeáveis ao sistema radicular, por exemplo, polietileno-glicol, ou devida simplesmente à diminuição do teor de umidade do solo, a desidratação inicial também ocorrerá, mas o ajustamento osmótico, que porventura se verificar posteriormente, será devido à produção de ácidos orgânicos, compostos nitrogenados e carboidratos (HELLEBUST, 1976, FLOWERS

et al. 1977).

## 2.2 - Adaptação das plantas à salinidade

Os efeitos adversos dos baixos valores do potencial hídrico nos solos salinos podem ser superados pelas plantas através da absorção de eletrólitos que muitas vezes favorecem a ocorrência de toxicidade. Para superar essa situação potencialmente inadequada, diferentes espécies desenvolveram diversos mecanismos de adaptação das plantas à salinidade conforme citados por GREENWAY & MUNNS (1980) e expressos através da FIGURA 1.

Presentemente, ainda é difícil se avaliar com segurança a importância relativa dos efeitos sobre o crescimento causado pelo excesso de íons (toxicidade) e déficit hídrico. Por esta razão torna-se difícil de assegurar se a redução do crescimento foi causada pelo déficit hídrico ou excesso de íons. Além do mais em muitos casos não se sabe em qual tecido o efeito primário está localizado. De acordo com GREENWAY & MUNNS (1980) quatro alternativas podem ser sugeridas para explicar a redução de crescimento: excesso de íons ou déficit hídrico em tecido já expandidos ou em expansão. Para não halófitas sugere-se que normalmente o excesso de íons se manifestem em folhas expandidas e o déficit hídrico dos tecidos em processo de expansão.

Respostas das plantas

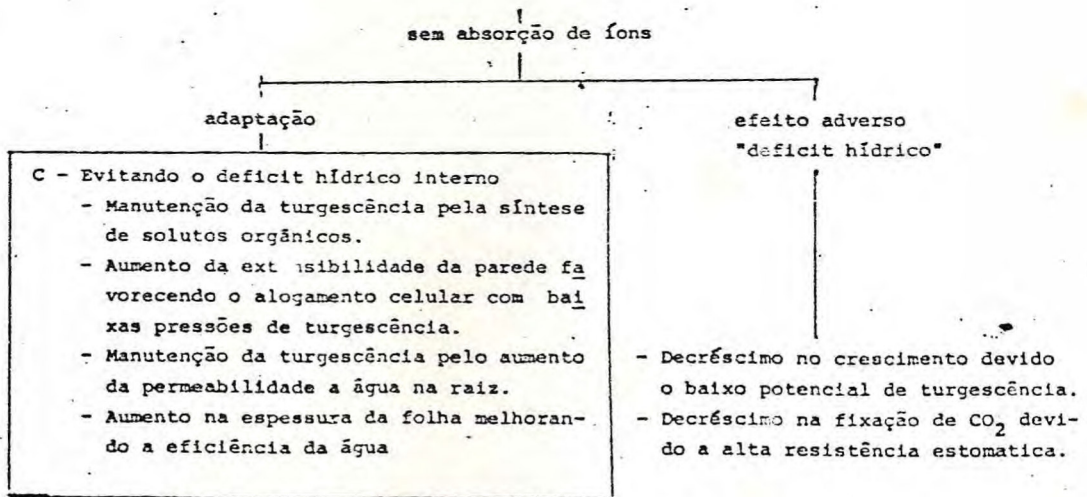
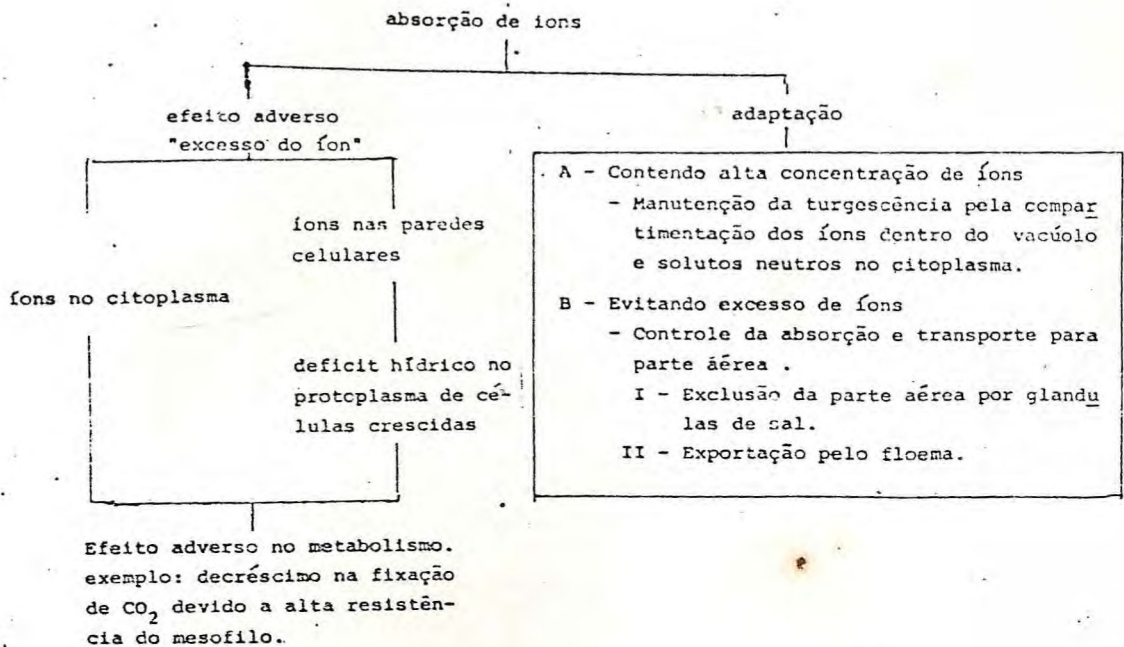


FIGURA 1 - MECANISMO DE ADAPTAÇÃO DAS PLANTAS A SALINIDADE

TABELA 1 - Percentagem de germinação de diversas cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) em água destilada (0 MPa) e em solução de NaCl (- 0,9 MPa) 4 dias após a sementeira.

Cultivares	Germinação (% do controle)	
	0 MPa	- 0,9 MPa
BR-1	100	71,8
Plains	100	70,2
Acala	100	69,7
IPA-3	100	65,5
SU-0449	100	65,0
IAC-12-2	100	64,5
B.J.A. -592	100	60,6
Smooth	100	58,9
IAC-8	100	58,5
Allen	100	56,7
Pitaguari	100	55,2
IAC RM 4	100	54,5
Surubim	100	54,5
IAC-13-1	100	53,3
Deltapine smooth leaf	100	51,4
Reba-BTK-12	100	48,5
Ipeacs SL-6	100	47,2
Coker-100W	100	42,1
Sealand	100	41,0
Acala-1-13-3-1	100	39,1
SU-0450	100	37,1
Rowden 400	100	34,8
Reba-B50	100	34,8
SI 23 66/33 SM-2	100	33,3
SLH 67/54	100	33,3
Acala SJ-1	100	33,3
SU-0450/8909	100	27,6
Ipeacs-4	100	26,6
Texas	100	21,4

### 3 - MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - Condições de cultivo

Foram utilizados no presente trabalho sementes de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), cultivares BR-1 e Texas, safra 1981, ambas procedentes da Fazenda Experimental do Vale do Curu, (Pentecoste-CE), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

As sementes após selecionadas para germinação foram tratadas com ácido sulfúrico concentrado (PONTE, 1960), lavadas com água destilada para remoção do excesso de ácido e semeadas em bandejas de polietileno contendo aproximadamente 15 kg de areia grossa, lavada e esterilizada em estufa por 48 horas a 80°C.

Foram semeadas 4 bandejas, em cada 50 semente, sendo que nos primeiros seis dias foram irrigadas com água destilada e depois com solução nutritiva de Hoagland<sup>(1)</sup> com 1/2 força por mais quatro dias, totalizando um período de 10 dias.

Depois deste estágio, as plântulas selecionadas num total de 90, foram transplantadas para baldes de plástico com solução nutritiva, colocados sobre uma bancada e aerados por meio de um compressor.

---

(1) Modificada por O'Leary (comunicação pessoal)

Oito dias após o transplântio, foi adicionado 0,1 MPa de NaCl a cada dois dias na solução nutritiva, até completar os tratamentos - 0,4 ou - 0,8 MPa. As plantas do tratamento controle permaneceram em solução nutritiva sem NaCl. A renovação da solução nutritiva processou-se de 14 em 14 dias. Neste intervalo de tempo foi medida a perda de água evapotranspirada, sendo o volume da solução nutritiva de cada balde complementada com água destilada.

A primeira coleta das amostras foi realizada com 26 dias após o transplântio, sendo a segunda feita 9 dias depois da primeira.

Todos os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação da Universidade Federal do Ceará, no Campus do Pici, Fortaleza, Ceará, Brasil.

A casa de vegetação apresentou as seguintes condições durante a condução dos experimentos: intensidade luminosa média entre 8:00 e 16:00 horas de 60.000 lux, medidos através de um fotômetro (LI-170/LI-Cor, Nebraska, EE.UU.); temperatura máxima de 38,0°C e a mínima de 22,0°C com um valor médio de 29,7°C; umidade relativa máxima de 98% com a mínima de 22% e a média de 57,7%, medidas por um hidrotérnógrafo (Modelo 594, The Bendix Corporation, Maryland, EE.UU.).

### 3.2 - Determinação do potencial hídrico

Para determinação do potencial hídrico foi retirada

a 6<sup>a</sup> folha de cada planta a partir do ápice. As coletas das amostras foram realizadas às 7:00 horas, objetivando uma maior uniformidade. O potencial hídrico foi determinado por leituras realizadas numa câmara de pressão (PMS Instruments Company - Corvallis - Oregon EE.UU.) idealizado por Dixon (1914) e realizado por Scholander (1964, 1965).

### 3.3 - Determinação dos potenciais osmótico e de turgescência

O potencial osmótico foi determinado em discos extraídos da 5<sup>a</sup> folha de cada planta a partir do ápice. Os discos foram cortados e colocados em envelopes de papel alumínio e mergulhados em nitrogênio líquido em garrafas térmicas a fim de serem congeladas. Antes de ser procedida a determinação do potencial osmótico, os discos foram descongelados e enxugados, logo alcançando a temperatura ambiente. Em seguida foram colocados na câmara de medição, onde permaneceram 30 minutos para que atingissem o equilíbrio térmico. O potencial osmótico foi medido por um psicrômetro de termopar (Thermocouple-psychrometer, Mod. HRT-33; Wescor, Inc. Utah, EE.UU.), através do método de "ponto de orvalho" ("Dew point method"). Os valores obtidos em microvolts foram convertidos em MPa (megapascal) através de uma curva de calibração.

O potencial de turgescência foi determinado pela diferença entre os valores medidos dos potenciais hídrico e os

mótico. O potencial mátrico foi desprezado neste estudo, em virtude de sofrer alterações insignificantes na faixa de variação dos potenciais hídricos determinados para as duas cultivares.

#### 3.4 - Determinação do teor relativo de água

De cada planta, foi retirada a 5<sup>a</sup> folha, a partir do ápice, uma amostra de cinco discos de 1 cm de diâmetro cada, com o auxílio de um furador de rolha (WEATHERLEY, 1950). Todas as amostras para a determinação do teor relativo de água (TRA) foram coletadas às 6:00 horas, objetivando uma maior uniformização. O peso fresco inicial dos discos foi imediatamente determinado e, em seguida, colocados a flutuar com a face adaxial voltada para cima em placas de Petri de 4 cm de diâmetro contendo 10 ml de água destilada. As placas foram postas em bancadas no laboratório e submetidas às condições de  $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$  de temperatura e 690 lux de intensidade luminosa.

Após quatro horas de absorção de água (SOUZA, 1977), as amostras de discos foram enxugadas delicadamente com um papel de filtro para retirar o excesso de água superficial, pesadas novamente (peso túrgido). O peso seco das amostras foi determinado após secagem em estufa a  $80^{\circ}\text{C}$ , por 48 horas.

Todos os valores do teor relativo de água (TRA) foram calculados usando-se a equação de Barrs & Weatherley



(1962):

$$TRA = \frac{PF - PS}{PT - PS} \times 100$$

onde: PF = peso fresco inicial

PT = peso fresco túrgido

PS = peso seco

### 3.5 - Determinação da produtividade biológica

A produtividade biológica foi medida através de determinações da área foliar, do peso seco total e relação parte aérea/raiz. Após a coleta do material para as determinações da TRA, potencial hídrico e potencial osmótico foram feitas medições da área foliar. Para o cálculo da área das folhas, utilizou-se a equação:

$$\log y = 0,45 + 1,910 \log x$$

onde: x = representa o comprimento da lâmina foliar em centímetro, e

y = representa a área foliar (WENDT, 1967)

Os pesos secos dos sistemas radicular, caulinar e foliar foram determinados após secagem em estufa a 80°C por

48 horas.

### 3.6.- Análise da composição mineral

Após a obtenção do peso seco das folhas, estas foram moídas e passadas por um peneira de 40 mesh, sendo feitas as seguintes análises: nitrogênio total (Método descrito por LOTT et al., 1956 e BLACK, 1965); potássio e fósforo (Método descrito por CHAPMAN & PRATT, 1961 e LOTT et al., 1956); cloretos e sódio (Métodos descritos pelo USDA, 1954).

Todos os resultados, depois de obtidos, foram calculados e transformados para percentagem.

### 3.7.- Delineamento experimental e análise estatística

Tanto para estudo dos efeitos dos tratamentos, das cultivares Texas e BR-1 e das coletas  $C_1$  e  $C_2$ . O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com os baldes dispostos em bancadas, dentro da casa de vegetação. Após aplicação a análise de variância foi utilizado o teste de Tukey ao nível de 5% para comparação das médias (COSTA NETO, 1967).

#### 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1 - Variações no potencial hídrico de folhas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino

Objetivando-se determinar, nas condições de experimento, os valores do potencial hídrico nas folhas de algodão herbáceo nas cultivares Texas e BR-1 utilizamos uma câmara de pressão conforme descrito anteriormente em MATERIAL E METODOS. Estas determinações foram realizadas em duas etapas: sendo a primeira 26 dias (coleta  $C_1$ ) e a segunda 35 dias (coleta  $C_2$ ) após o transplântio para os três tratamentos (controle, soluções nutritivas salinizadas com - 0,4 MPa e - 0,8 MPa de NaCl).

O aumento da concentração de NaCl na solução nutritiva induziu uma redução progressiva nos valores do potencial hídrico (FIGURA 2). Entretanto, os efeitos dos tratamentos sobre o potencial hídrico nas duas cultivares estudadas durante as coletas  $C_1$  e  $C_2$ , somente os valores relativos ao tratamento de - 0,8 MPa de NaCl diferiram significativamente dos demais (TABELA 2, FIGURA 2). A adição de - 0,4 MPa de NaCl na solução nutritiva fez com que somente houvesse um "stress" leve em ambas cultivares, não diferindo significativamente do tratamento controle. Entretanto - 0,8 MPa foi capaz de induzir um "stress" severo (- 1,44 a - 1,61 MPa). Is-

to significa que as plantas enfrentaram dificuldades na absorção de água devido ao baixo potencial hídrico da solução nutritiva salinizada e possivelmente pelo aumento da resistência ao fluxo de água nas raízes induzidas pelo efeito tóxico do NaCl.

Comparando-se os dados de potencial hídrico entre as coletas  $C_1$  e  $C_2$  observamos que não houve diferenças estatisticamente significativa para ambas cultivares estudadas (TABELA 2, FIGURA 2). Como o processo de salinização da solução nutritiva foi procedido lentamente pela adição progressiva de pequenas quantidades de sal (- 0,1 MPa de NaCl em dias alternados), as plantas atingiram a época da coleta  $C_1$ , já adaptadas ao meio salino. Por conseguinte a permanência neste meio por mais 9 dias (coleta  $C_2$ ) não foi capaz de induzir reduções estatisticamente significativa em termos de potencial hídrico.

Entre as duas cultivares Texas e BR-1 os valores do potencial hídrico para os mesmos tratamentos e mesmas coletas, não diferem significativamente ao nível de 5% (TABELA 2, FIGURA 2).

#### 4.2 - Variações no potencial osmótico em folhas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino

Analisando-se os efeitos dos tratamentos controle, soluções nutritivas salinizadas com - 0,4 e - 0,8 MPa de

TABELA 2 - Variações no potencial hídrico (MPa) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.

Tratamentos	Texas		BR-1	
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
0 (controle)	-0,75 a	-0,60 a	-0,70 a	-0,58 a
- 0,4	-0,88 a	-1,06 a	-1,05 a	-0,95 a
- 0,8	-1,49 b	-1,46 b	-1,61 b	-1,44 b

(1) média de 4 repetições

(2) as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo Teste de Tukey para os tratamentos

(3) as médias seguidas do símbolo (\*) diferem estatisticamente ao nível de 5% para as coletas

(4) as médias sublinhadas diferem estatisticamente ao nível de 5% para as cultivares

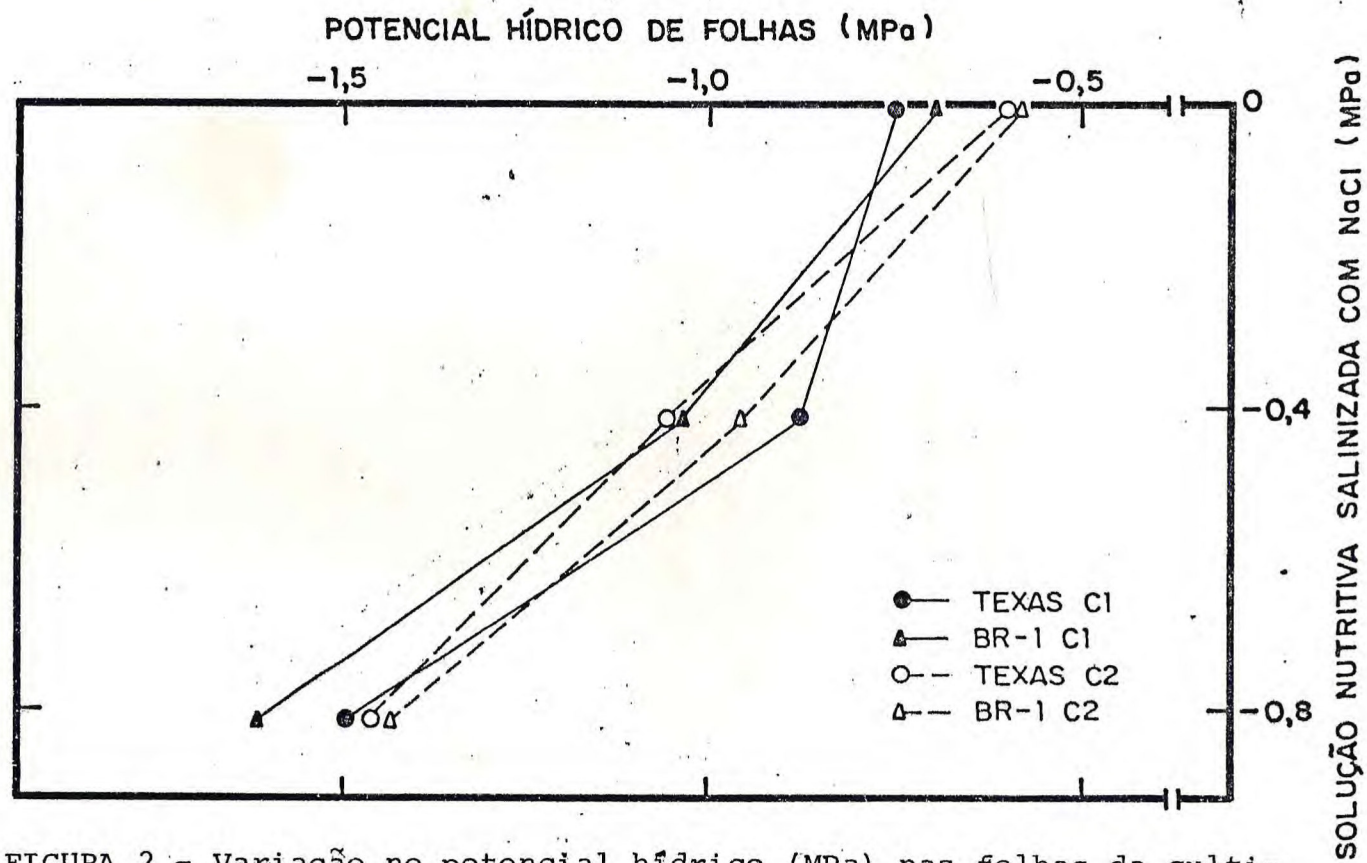


FIGURA 2 - Variação no potencial hídrico (MPa) nas folhas da cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coleta C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.

NaCl sobre as cultivares Texas e BR-1 na coleta  $C_1$  observamos uma diminuição progressiva nos valores do potencial osmótico ocorrendo uma diferença estatisticamente significativa entre os três tratamentos. Na coleta  $C_2$  para as duas cultivares as variações ocorridas no potencial osmótico, em respostas aos tratamentos mostraram também uma redução progressiva e estatisticamente entre os três tratamentos (TABELA 3, FIGURA 3). A presença do NaCl em concentrações crescentes na solução nutritiva induziu uma redução progressiva no potencial osmótico de ambas as cultivares em especial na coleta  $C_1$ . Isso significa que houve um aumento marcante e crescente na concentração de solutos orgânicos e/ou inorgânicos nas folhas. Com relação aos íons inorgânicos, observamos que os teores de cloro e sódio cresceram a medida que aumentava a concentração de NaCl na solução nutritiva (TABELAS 13 e 14).

Comparando-se os valores do potencial osmótico entre as coletas  $C_1$  e  $C_2$  isoladamente para cada cultivar estudada, observamos que somente no tratamento  $-0,8$  MPa de NaCl houve uma diferença estatisticamente significativa, o que veio ocorrer em ambas as cultivares (TABELA 3, FIGURA 3). Como não se verificaram variações estatisticamente significativas entre as coletas  $C_1$  e  $C_2$  em  $-0,8$  MPa para ambas as cultivares com relação ao potencial hídrico, isto sugere que o aumento do potencial osmótico verificado implicou numa redução da pressão de turgescência o que concorreu para diminuição do processo de crescimento.

Quando comparamos os valores do potencial osmótico das cultivares Texas e BR-1, para os mesmos tratamentos e

TABELA 3 - Variações no potencial osmótico (MPa) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.

Tratamentos NaCl (MPa)	Texas		BR-1	
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
0 (Controle)	-0,94 a	-0,86 a	-1,18 a	-0,75 a
- 0,4	-1,24 b	-1,12 b	-1,29 b	-1,17 b
- 0,8	-2,35 c*	-1,46 c*	-2,31 c*	-1,63 c*

(1) média de 4 repetições

(2) as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo Teste de Tukey para os tratamentos

(3) as médias quando seguidas do símbolo (\*) diferem estatisticamente ao nível de 5% para as coletas

(4) as médias quando sublinhadas diferem estatisticamente ao nível de 5% para as cultivares



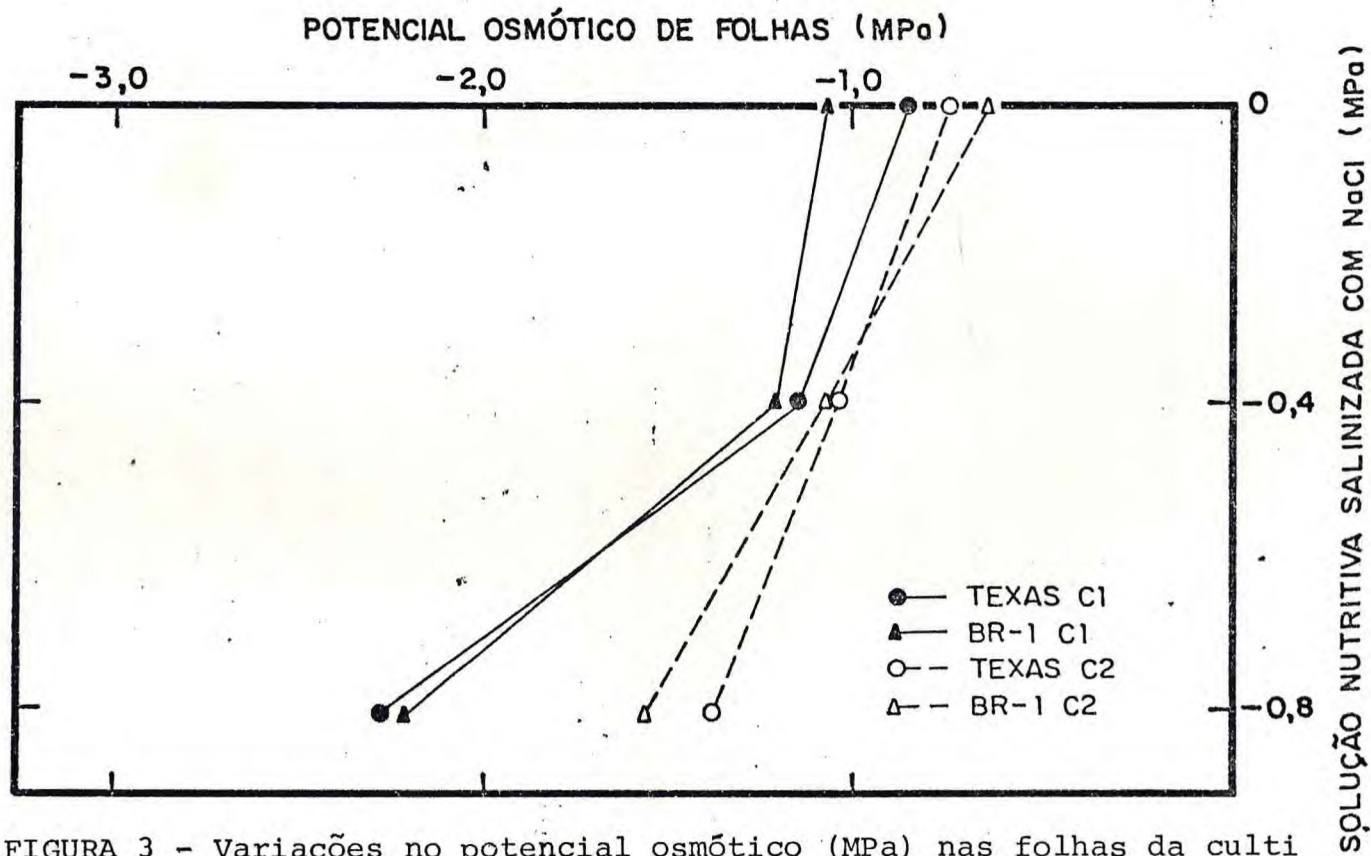


FIGURA 3 - Variações no potencial osmótico (MPa) nas folhas da cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.

mesmas coletas, observamos que não houve diferenças estatisticamente significativas (TABELA 3 e FIGURA 3).

#### 4.3 - Variação do potencial de turgescência em folhas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino.

A determinação do potencial de turgescência foi obtido pela diferença existente entre os valores medidos de potencial hídrico e do potencial osmótico, desde que o potencial mátrico foi considerado desprezível.

Quando analisamos os valores de potencial de turgescência obtidos na coleta  $C_1$ , para cultivar Texas, notamos que houve um aumento progressivo embora só o tratamento de - 0,8 MPa de NaCl diferiu significativamente dos demais. Para coleta  $C_2$  na cultivar Texas houve uma redução progressiva, sendo que somente houve diferença estatisticamente significativa entre o controle e o tratamento de - 0,8 MPa de NaCl. Na cultivar BR-1 durante a coleta  $C_1$  o valor de potencial de turgescência do tratamento - 0,4 MPa de NaCl sofreu uma redução em relação ao controle, seguido de aumento verificado no tratamento de - 0,8 MPa de NaCl. Estas variações não foram contudo estatisticamente significativo ao nível de 5%. Os valores do potencial de turgescência na cultivar BR-1 durante a coleta  $C_2$  não diferiram significativamente entre os tratamentos (TABELA 4, FIGURA 4).

Comparando-se os dados de potencial de turgescência

entre as coletas  $C_1$  e  $C_2$  em cada cultivar, notamos que uma redução estatisticamente significativa foi detectada na cultivar Texas nos tratamentos de - 0,8 MPa de NaCl. Na cultivar BR-1 esta diferença significativa foi observada para o controle e o tratamento de - 0,8 MPa de NaCl (TABELA 4, FIGURA 4). O aumento verificado na coleta de  $C_1$  para ambas as cultivares no tratamento de - 0,8 MPa de NaCl (variando de - 0,70 a - 0,86 MPa) indica que pelo menos para esta coleta as cultivares de algodão demonstraram uma osmoregulação que concorreu para manter uma pressão de turgescência elevada capaz de sustentar adequadamente o processo de crescimento das folhas de algodão. Esta característica explica, em parte, a relativa tolerância do algodão à salinidade. Para as condições experimentais a permanência prolongada das plantas em concentrações elevadas de NaCl foi um fator crítico na redução das taxas de crescimento da cultura, conforme dados levantados relativamente ao peso seco total (TABELA 8) e relação parte aérea/raiz (TABELA 9).

Não houve nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os valores de potencial de turgescência, quando foi procedida uma comparação entre as cultivares Texas e BR-1 para o mesmo tratamento e mesma coleta (TABELA 4, FIGURA 4).

#### 4.4 - Variações no teor relativo da água (TRA) de folhas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino

TABELA 4 - Variações no potencial de turgescência (MPa) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.

Tratamentos NaCl (MPa)	Texas		BR-1	
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
0 controle	0,19 a	0,26 a	0,48 a*	0,17 a*
- 0,4	0,36 a	0,06 ab	0,24 a	0,22 a
- 0,8	0,86 b*	0,00 b*	0,70 a*	0,19 a*

(1) média de 4 repetições

(2) as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo Teste de Tukey para os tratamentos

(3) as médias quando seguidas do símbolo (\*) diferem estatisticamente ao nível do 5% para as coletas

(4) as médias sublinhadas diferem estatisticamente ao nível de 5% para as cultivares

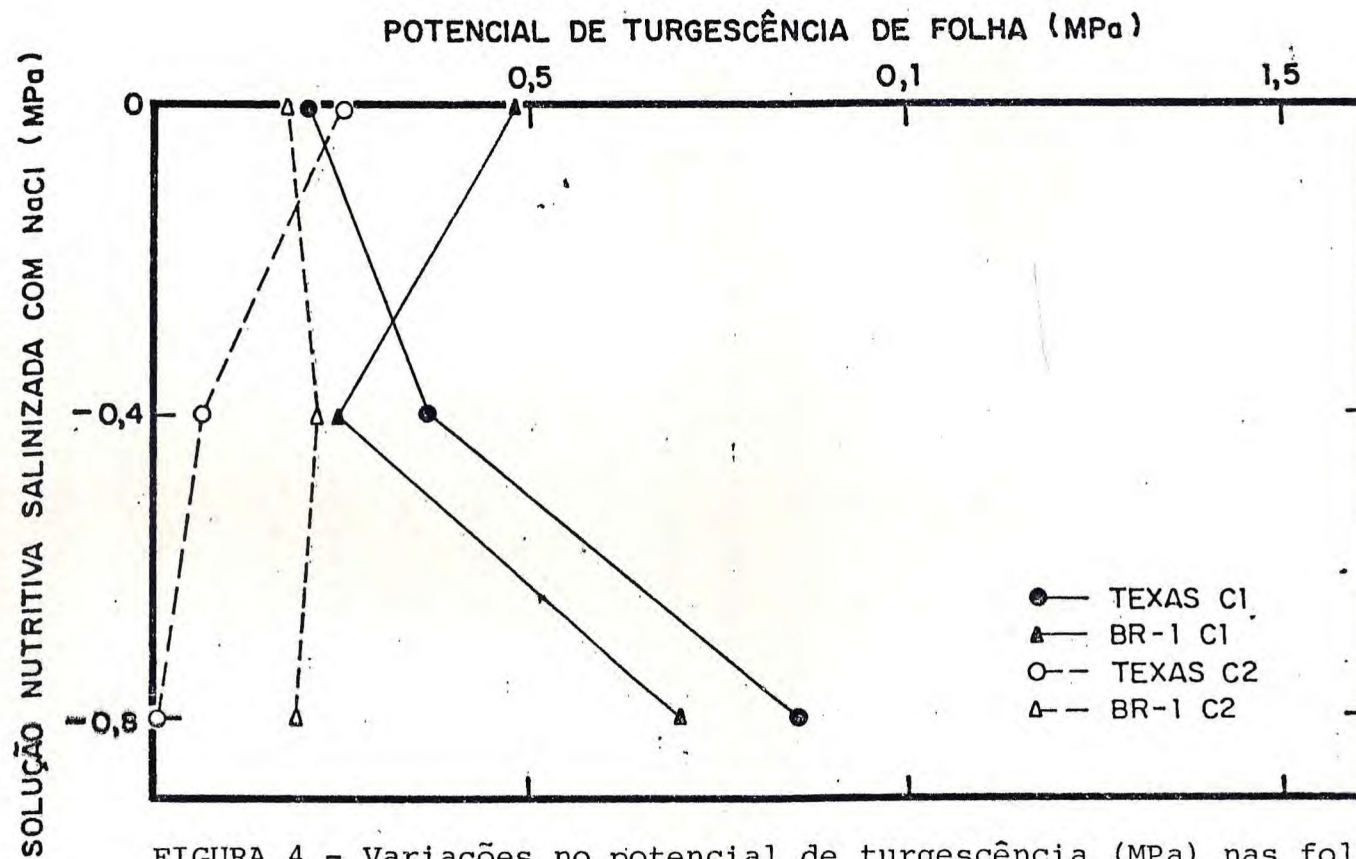


FIGURA 4 - Variações no potencial de turgescência (MPa) nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> submetidas ao "stress" salino.

Analisando-se os efeitos dos tratamentos controle, solução nutritiva salinizada com - 0,4 e - 0,8 MPa de NaCl sobre as cultivares Texas e BR-1 observamos que houve uma redução progressiva nos teores relativos de água para ambas cultivares (TABELA 5, FIGURA 5). Nas cultivares Texas e BR-1 na coleta  $C_1$  somente o controle diferiu estatisticamente do tratamento de - 0,8 MPa de NaCl. Entretanto, na coleta  $C_2$  da cultivar Texas houve diferença estatisticamente significativa entre os três tratamentos. Na cultivar BR-1 durante a coleta  $C_2$  só houve diferença significativa entre o tratamento - 0,8 MPa de NaCl e os demais tratamentos. Estes dados reforçam aqueles obtidos relativamente aos valores de potencial hídrico (TABELA 2) de que um aumento nas concentrações de NaCl na solução nutritiva induz uma desidratação crescente dos tecidos foliares. Contudo, a redução de potencial hídrico depende tanto da diminuição do teor relativo de água como do aumento progressivo da concentração dos solutos conforme demonstrado pelas medições do potencial osmótico.

Os teores relativos de água entre as coletas  $C_1$  e  $C_2$  para ambas cultivares dentro do mesmo tratamento, observamos que não diferiram significativamente ao nível de 5% (TABELA 5, FIGURA 5).

Entre as duas cultivares Texas e BR-1 para o mesmo tratamento e mesma coleta, no que concerne as variações do teor relativo de água, os resultados obtidos não foram estatisticamente significativos (TABELA 5, FIGURA 5).

TABELA 5 - Variações no teor relativo de água (TRA) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.

Tratamentos NaCl (MPa)	Texas		BR-1	
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
0 (controle)	88,7 a	93,0 a	83,6 a	90,7 a
- 0,4	78,9 ab	83,8 b	80,7 ab	84,6 a
- 0,8	71,7 b	73,8 c	72,1 b	70,4 b

(1) média de 4 repetições

(2) as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo Teste de Tukey para os tratamentos

(3) as médias quando seguidas do símbolo (\*) diferem estatisticamente ao nível de 5% para as coletas

(4) as médias sublinhadas diferem estatisticamente ao nível de 5% para as cultivares

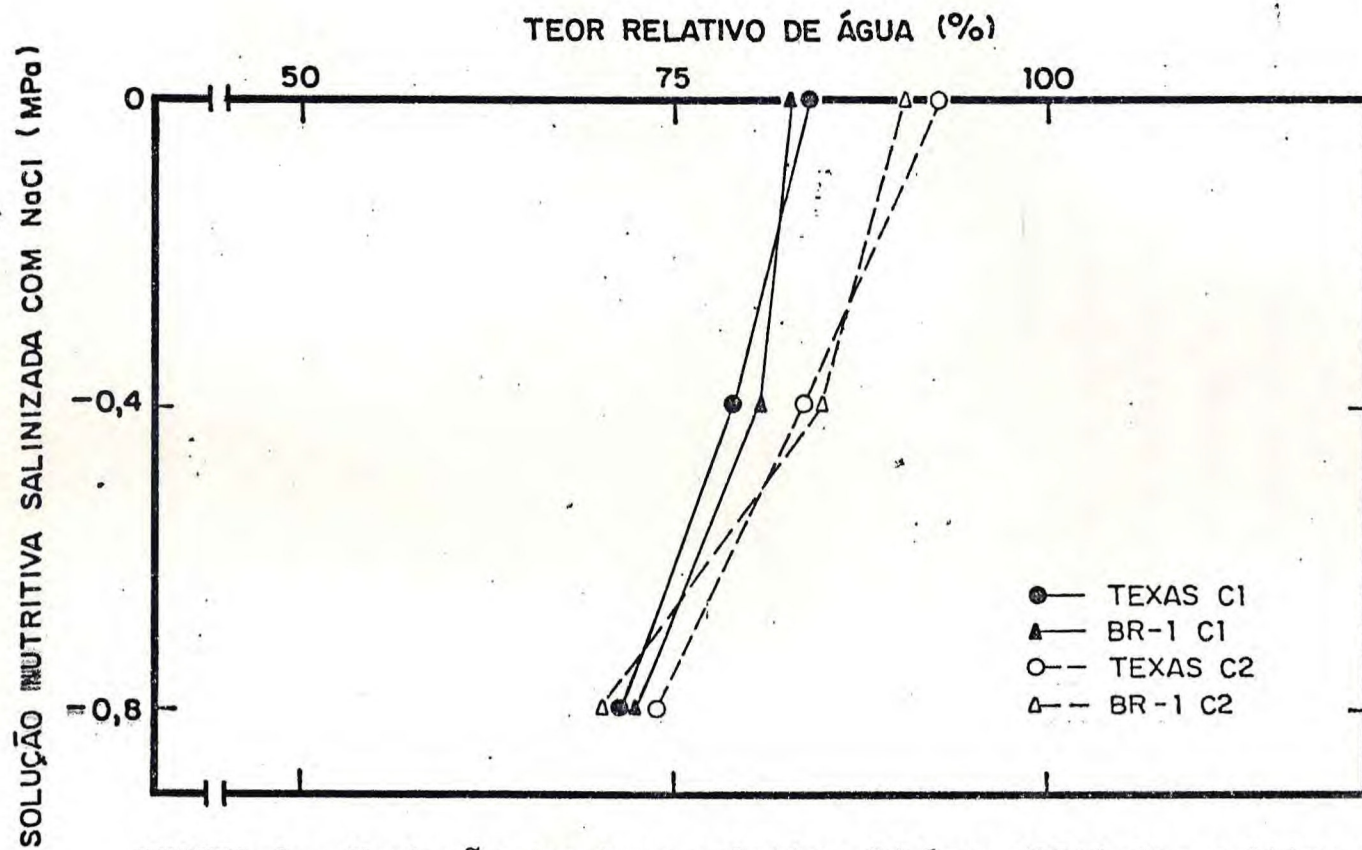


FIGURA 5 - Variações no teor relativo de água (TRA) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.



#### 4.5 - Variações da transpiração total das folhas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino

As variações na transpiração total das cultivares estudadas na coleta  $C_1$  somente o controle diferiu significativamente dos demais tratamentos. Na coleta  $C_2$ , as cultivares Texas e BR-1 apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre o controle e o tratamento de - 0,8 MPa de NaCl (TABELA 6, FIGURA 6). A diminuição progressiva da transpiração a medida que aumentava a concentração de NaCl na solução nutritiva indica que houve uma diminuição na capacidade de absorção de água o que implica na ocorrência do "stress" hídrico nas folhas induzindo uma diminuição na abertura estomática. Além disso como a transpiração foi medida por planta a diminuição de área foliar também concorreu para a redução na quantidade de água transpirada por dia.

Tanto para cultivar Texas como para BR-1 ocorreram diferenças estatisticamente significativas na transpiração para os mesmos tratamentos entre as coletas  $C_1$  e  $C_2$  (TABELA 6, FIGURA 6). Estas observações eram esperadas em virtude da transpiração total ser medida cumulativamente durante todo o período experimental (que se estendeu de 26 a 35 dias após o transplante).

Entre as duas cultivares Texas e BR-1 para o mesmo tratamento e mesma coleta observamos que não houve diferenças significativas ao nível de 5% (TABELA 6, FIGURA 6).

TABELA 6 - Variações na transpiração total (l/planta/período experimental) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.

Tratamentos NaCl (MPa)	Texas		BR-1	
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
0 (controle)	5,33 a*	8,97 a*	4,61 a*	9,63 a*
- 0,4	2,99 b*	6,50 ab*	2,95 b*	7,20 ab*
- 0,8	2,18 b*	6,05 b*	2,40 b*	4,93 b*

(1) média de 4 repetições

(2) as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo Teste de Tukey para os tratamentos

(3) as médias quando seguidas do símbolo (\*) diferem estatisticamente ao nível de 5% para as coletas

(4) as médias sublinhadas diferem estatisticamente ao nível de 5% para as cultivares

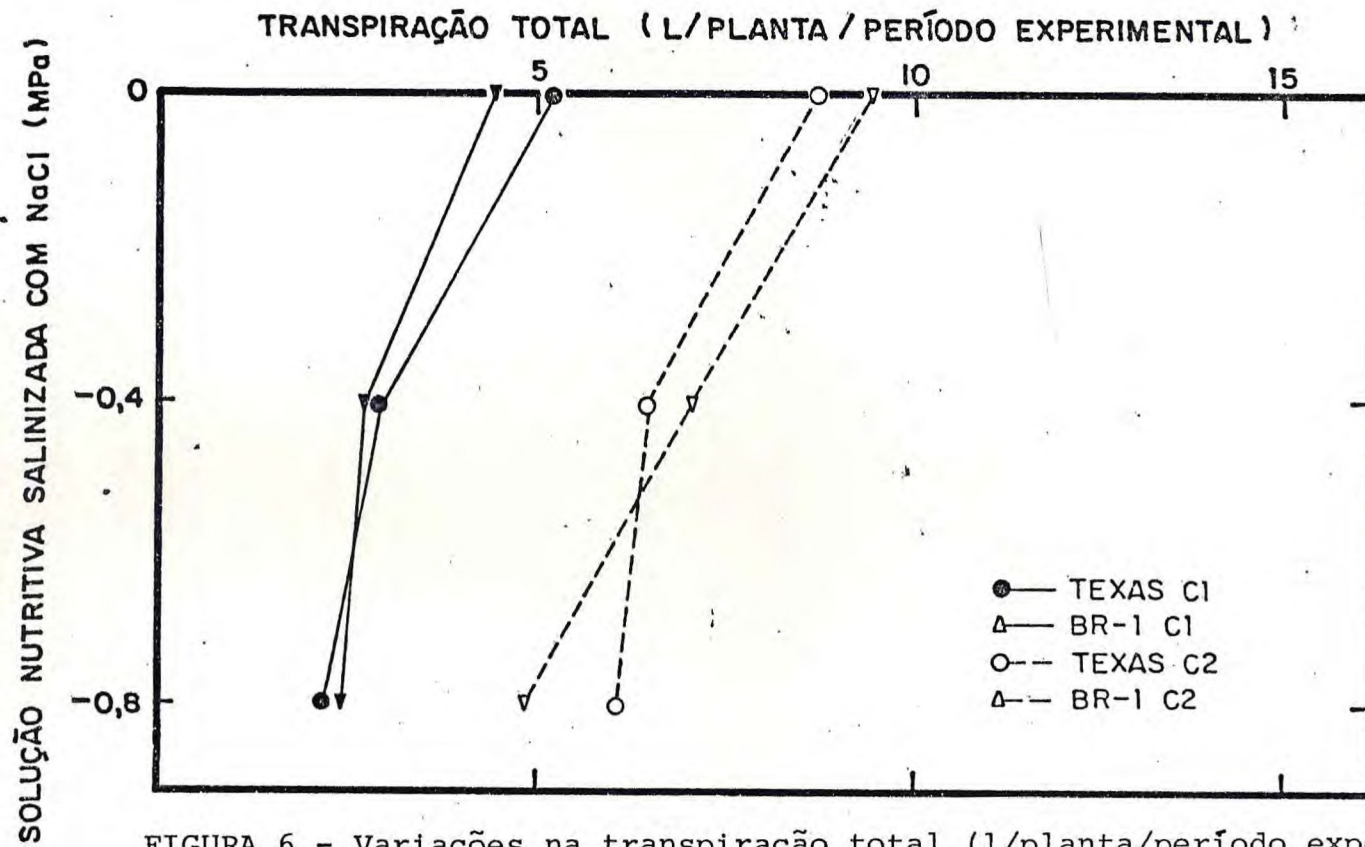


FIGURA 6 - Variações na transpiração total (l/planta/período experimental) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.

#### 4.6 - Variações na área foliar de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino

A área foliar das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 tanto nas coletas  $C_1$  e  $C_2$  sofreram reduções progressivas a medida que aumentava a concentrações de NaCl na solução nutritiva com relação as cultivares Texas e BR-1 na coleta  $C_1$  a área foliar no tratamento controle diferiu estatisticamente dos demais. Na cultivar Texas durante a coleta  $C_2$  somente o controle diferiu significativamente do tratamento de - 0,8 MPa de NaCl. Contudo, na cultivar BR-1 todos os tratamentos tiveram diferenças estatisticamente significativas ao nível de 5% durante a coleta  $C_2$  (TABELA 7, FIGURA 7). A redução progressiva da área foliar para as coletas  $C_1$  e  $C_2$  em ambas cultivares estudadas a medida que aumentava a concentração de NaCl na solução nutritiva reforça a observação de que os aumentos crescentes dos íons  $Cl^-$  e  $Na^+$  (TABELAS 13 e 14) nas folhas provocarem reduções acentuadas no processo de crescimento, possivelmente pela inibição de enzimas essenciais diretamente ligadas aos processos anabólicos.

Comparando-se os valores de área foliar das cultivares Texas e BR-1 para o mesmo tratamento entre as coletas  $C_1$  e  $C_2$  observamos que todos tiveram um aumento significativo (TABELA 7, FIGURA 7). Estas observações eram esperadas em virtude da área foliar ser medida cumulativamente. No entanto, em termos relativos o aumento foi menor no tratamento de - 0,8 MPa de NaCl.

TABELA 7 - Variações na área foliar ( $\text{dm}^2$ ) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas  $C_1$  e  $C_2$  quando submetidas ao "stress" salino.

Tratamentos NaCl (MPa)	Texas		BR-1	
	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
0 (controle)	78,3 a*	127,5 a*	79,4 a*	148,8 a*
- 0,4	51,3 b*	117,4 ab*	56,3 b*	129,2 b*
- 0,8	41,0 b*	85,7 b*	43,3 b*	85,4 c*

(1) média de 4 repetições

(2) as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo Teste de Tukey para os tratamentos

(3) as médias quando seguidas do símbolo (\*) diferem estatisticamente ao nível de 5% para as coletas

(4) as médias sublinhadas diferem estatisticamente ao nível de 5% para as cultivares

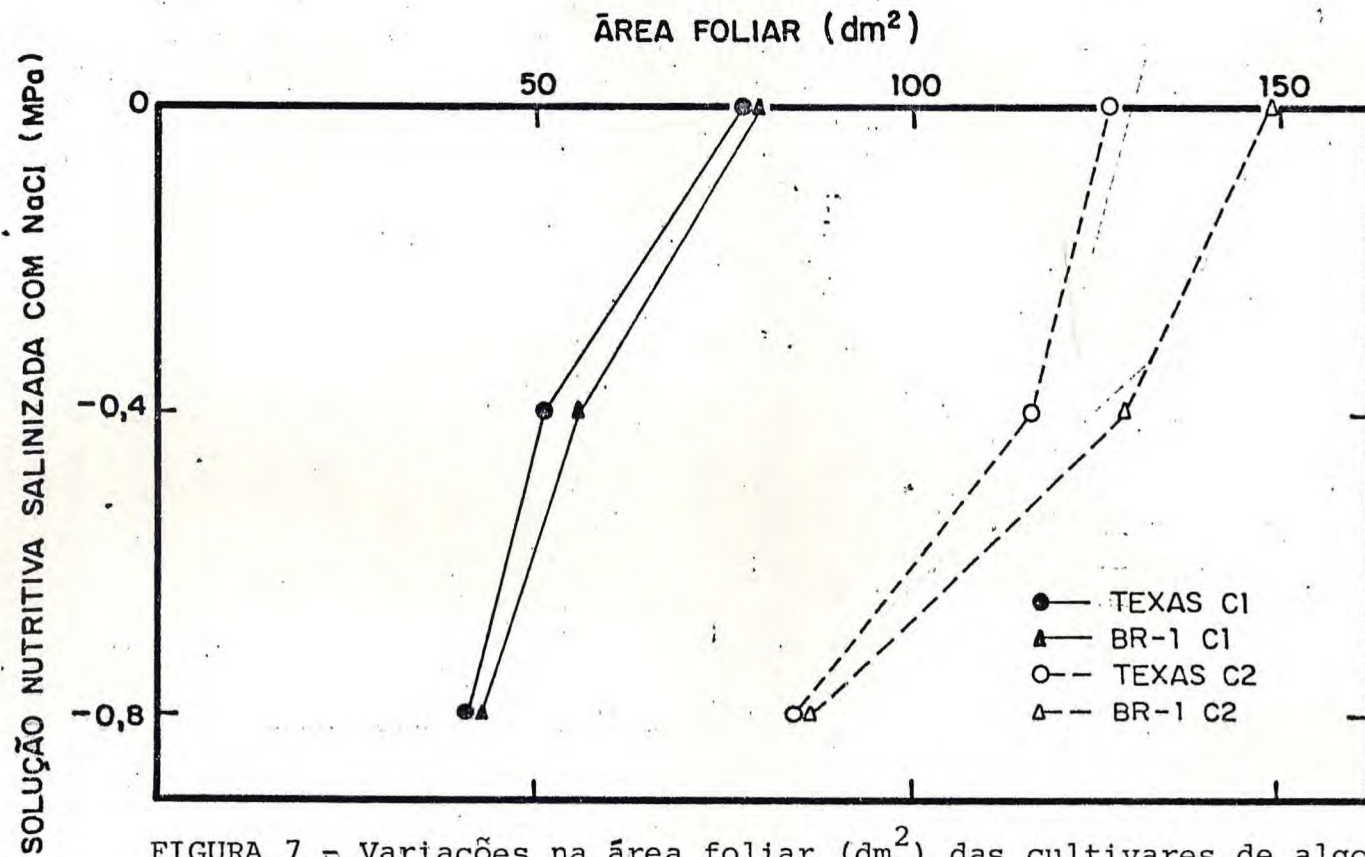


FIGURA 7 - Variações na área foliar (dm<sup>2</sup>) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.

Não houve nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os valores de área foliar, quando procedida uma comparação entre as cultivares Texas e Br-1 para o mesmo tratamento e mesma coleta (TABELA 7, FIGURA 7).

#### 4.7 - Variações no peso seco total de plantas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino

As variações no peso seco total das cultivares Texas e BR-1 na coleta  $C_1$  somente o controle diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. Na coleta  $C_2$  as cultivares estudadas apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre o controle e o tratamento com solução nutritiva salinizada com - 0,8 MPa de NaCl (TABELA 8, FIGURA 8). A redução do peso seco total no tratamento de - 0,4 MPa de NaCl na coleta  $C_1$  se mostrou capaz de reduzir significativamente em relação ao controle. Contudo, este mesmo tratamento na coleta  $C_2$  para as duas cultivares já não mais diferiu do controle. Este comportamento das plantas sugere uma adaptabilidade relativa a este nível de NaCl que foi adquirido com a passagem do tempo. Entretanto, a concentração de - 0,8 MPa de NaCl na solução nutritiva na coleta  $C_2$  induziu efeitos tóxicos que refletiram numa redução significativa em relação ao controle, conforme expresso pelo aumento de íons  $Cl^-$  e  $Na^+$  nos tecidos foliares (TABELAS 13 e 14).

Tanto para a cultivar Texas como para BR-1 ocorreram

TABELA 8 - Variações no peso seco total (g/planta/período experimental) das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.

Tratamentos NaCl (MPa)	Texas		BR-1	
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
0 (controle)	18,7 a*	36,0 a*	17,0 a*	38,0 a*
- 0,4	11,5 b*	29,6 ab*	12,8 b*	31,5 ab*
- 0,8	11,1 b*	27,6 b*	11,6 b*	24,6 b*

(1) média de 4 repetições

(2) as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo Teste de Tukey para os tratamentos

(3) as médias quando seguidas do símbolo (\*) diferem estatisticamente ao nível de 5% para as coletas

(4) as médias sublinhadas diferem estatisticamente ao nível de 5% para as cultivares



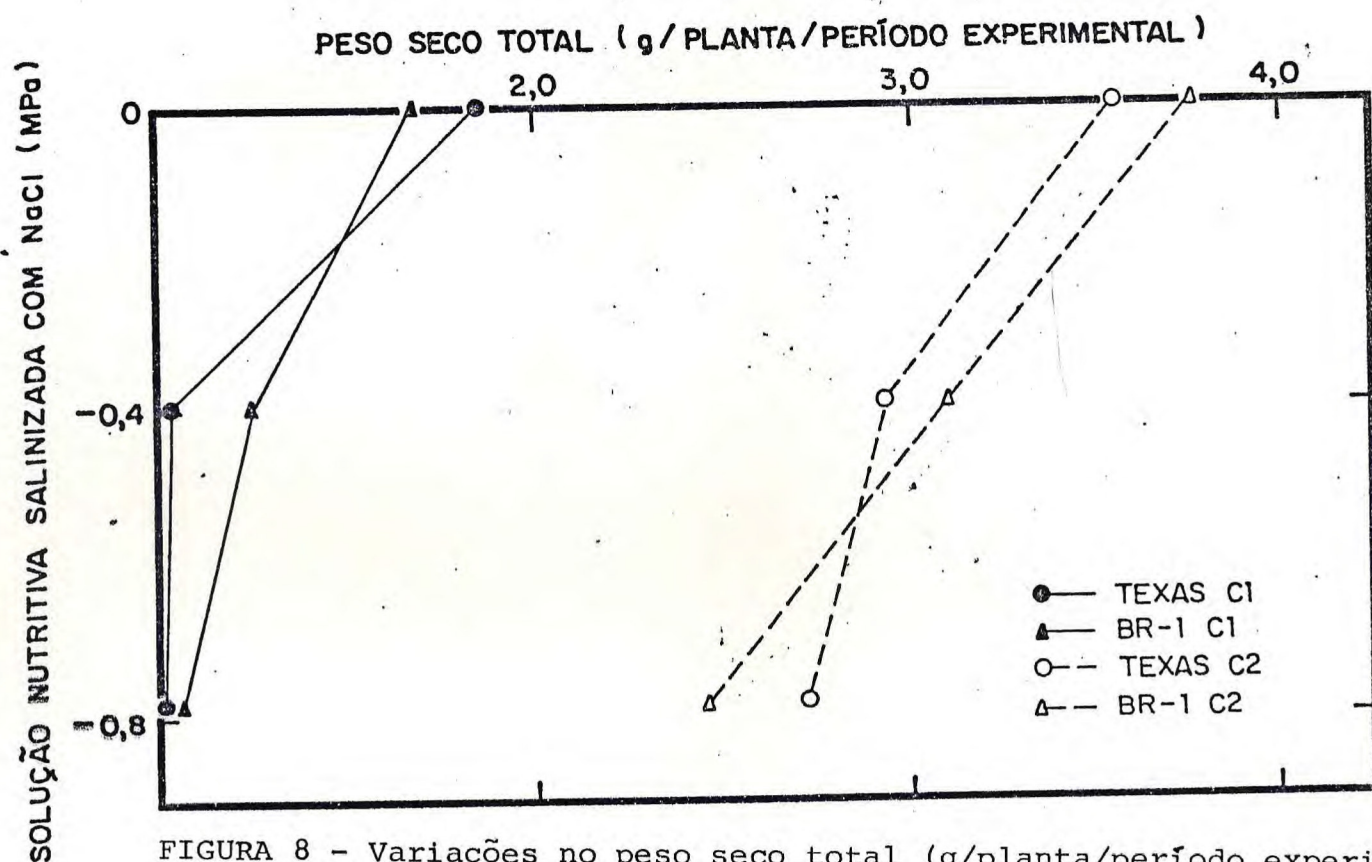


FIGURA 8 - Variações no peso seco total (g/planta/período experimental) das cultivares de algodão Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.

diferenças estatisticamente significativas no peso seco total para os mesmos tratamentos entre as coletas  $C_1$  e  $C_2$  (TABELA 8, FIGURA 8). Por ser uma medida cumulativa essas diferenças eram esperadas. Entretanto, a diferença entre os valores médios na coleta  $C_1$  entre o controle e o tratamento de - 0,8 MPa de NaCl é bastante menor (6,5 MPa) de que aquele observado nas mesmas condições para coleta  $C_2$  (10,9 MPa). Esta redução relativa reforça os conceitos de aumento da toxicidade do NaCl com o aumento do tempo de exposição.

Quando comparamos o peso seco total das cultivares estudadas para os mesmos tratamentos e mesmas coletas observamos que não houve diferenças significativas ao nível de 5% (TABELA 8, FIGURA 8).

#### 4.8 - Variações na relação parte aérea/raiz em algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino

A relação parte aérea/raiz das cultivares Texas e BR-1 diminuíram progressivamente a medida que aumentava a concentração de NaCl na solução nutritiva. Para a cultivar Texas nas coletas  $C_1$  e  $C_2$  somente o controle diferiu significativamente dos demais tratamentos. Na BR-1 durante a coleta  $C_1$  o controle apresentou diferença significativa em relação ao tratamento - 0,8 MPa de NaCl, enquanto que na coleta  $C_2$  essa diferença significativa se verificou somente entre o controle e os demais tratamentos (TABELA 9, FIGURA 9). De

acordo com os dados levantados, essa diminuição da relação parte aérea/raiz deveu-se especialmente a redução do peso seco da parte aérea, desde que o peso seco das raízes permaneceu aproximadamente constante. Essa redução do crescimento da parte aérea pode ser explicado pelo aumento crescente dos íons  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$  nas folhas (TABELAS 13 e 14). Provavelmente o aumento da concentração destes íons sem estar compartimentalizados nos vacúolos deve ter induzido uma inibição de enzimas essenciais para a ocorrência do processo de crescimento vegetal.

Tanto para a cultivar Texas como para a BR-1 não houve diferenças estatisticamente significativas em termos de relação parte aérea/raiz para o mesmo tratamento entre as coletas  $C_1$  e  $C_2$  (TABELA 9, FIGURA 9).

Também quando comparamos os valores da relação parte aérea/raiz entre as cultivares estudadas para ambas coletas e mesmos tratamentos, observamos que não houve diferenças significativas ao nível de 5% (TABELA 9, FIGURA 9).

#### 4.9 - Variações na percentagem de nitrogênio nas folhas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino

Não houve diferença estatisticamente significativa na percentagem de nitrogênio das folhas nas cultivares Texas e BR-1, quando submetidas aos diversos tratamentos nas duas coletas (TABELA 10, FIGURA 10). A falta de significância nas

TABELA 9 - Variações nas relações parte aérea/raiz das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.

Tratamentos NaCl (MPa)	Texas		BR-1	
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
0 (controle)	6,5 a	8,1 a	7,4 a	9,0 a
- 0,4	5,1 b	5,5 b	5,4 ab	5,5 b
- 0,8	4,2 b	4,3 b	4,1 b	5,6 b

- (1) média de 4 repetições
- (2) as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo Teste de Tukey para os tratamentos
- (3) as médias quando seguidas do símbolo (\*) diferem estatisticamente ao nível de 5% para as coletas
- (4) as médias sublinhadas diferem estatisticamente ao nível de 5% para as cultivares

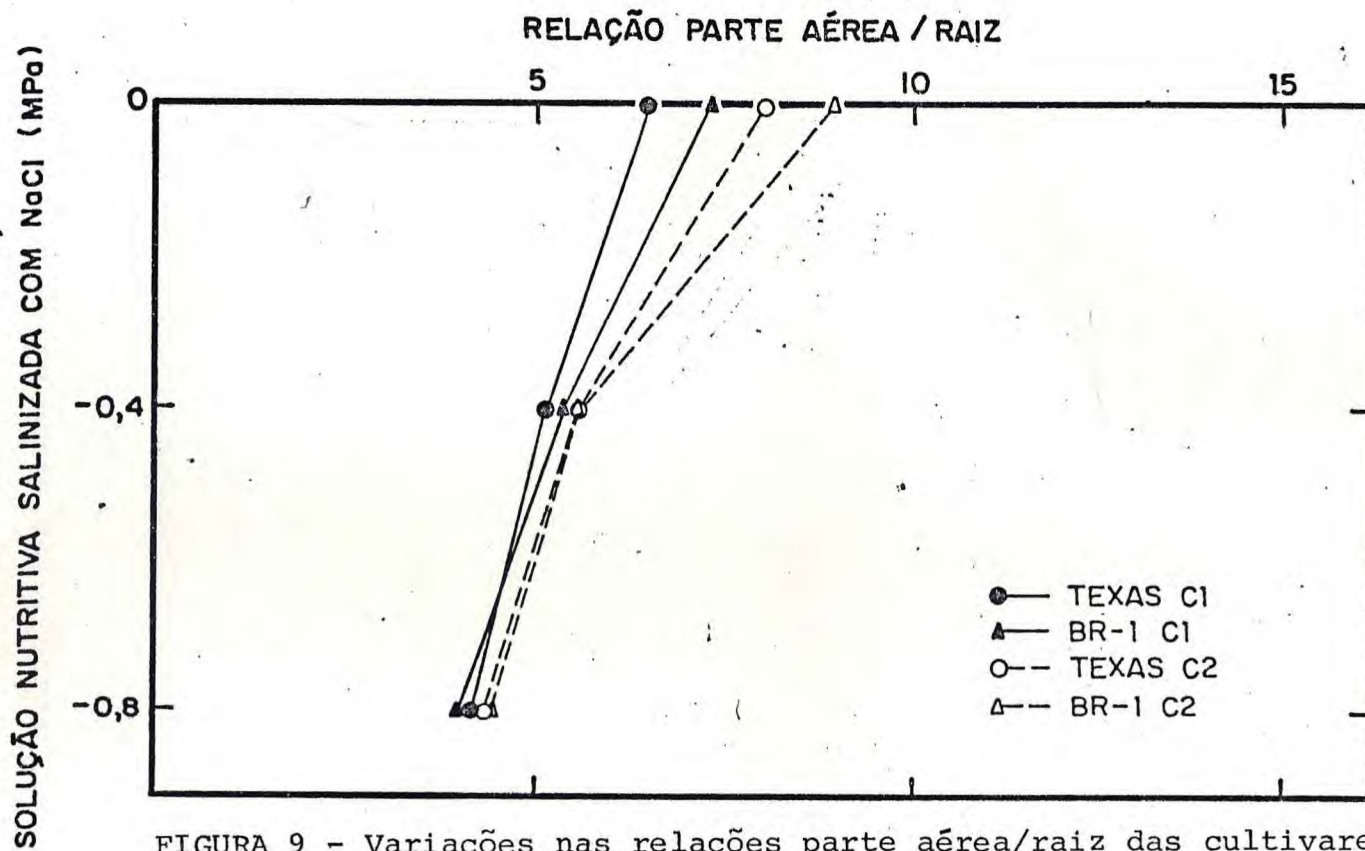


FIGURA 9 - Variações nas relações parte aérea/raiz das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.

variações das percentagens de nitrogênio nas folhas das cultivares de algodão estudadas, indica que esta cultura apresenta mecanismos de absorção e de assimilação de nitrogênio relativamente tolerantes a elevados níveis de sais no substrato de crescimento.

Comparando-se as coletas  $C_1$  e  $C_2$  para a mesma cultivar e no mesmo tratamento, não foram observadas diferenças significativas ao nível de 5% (TABELA 10, FIGURA 10).

Entre as duas cultivares Texas e BR-1 para o mesmo tratamento e mesma coleta, no que concerne a percentagem de nitrogênio nas folhas os resultados obtidos não foram estatisticamente significativos (TABELA 10, FIGURA 10).

#### 4.10 - Variações na percentagem de fósforo nas folhas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino

Considerando-se as variações na percentagem de fósforo nas folhas de algodão, observamos que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos em ambas cultivares nas coletas  $C_1$  e  $C_2$  (TABELA 11, FIGURA 11). Como o fósforo está diretamente ligado aos processos de interconversão bioenergética necessários aos processos de crescimento e desenvolvimento das plantas, a manutenção dos teores deste macronutriente, mesmo em substrato com altas concentrações salinas, explica em parte a alta tolerância desta cultura aos sais.

TABELA 10 - Variações na percentagem de nitrogênio nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.

Tratamentos NaCl (MPa)	Texas		BR-1	
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
0 (controle)	3,25 a	3,21 a	3,95 a	3,41 a
- 0,4	3,57 a	4,15 a	3,81 a	3,99 a
- 0,8	3,60 a	4,12 a	4,10 a	3,56 a

- (1) média de 3 repetições
- (2) as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo Teste de Tukey para os tratamentos
- (3) as médias quando seguidas do símbolo (\*) diferem estatisticamente ao nível de 5% para as coletas
- (4) as médias sublinhadas diferem estatisticamente ao nível de 5% para as cultivares

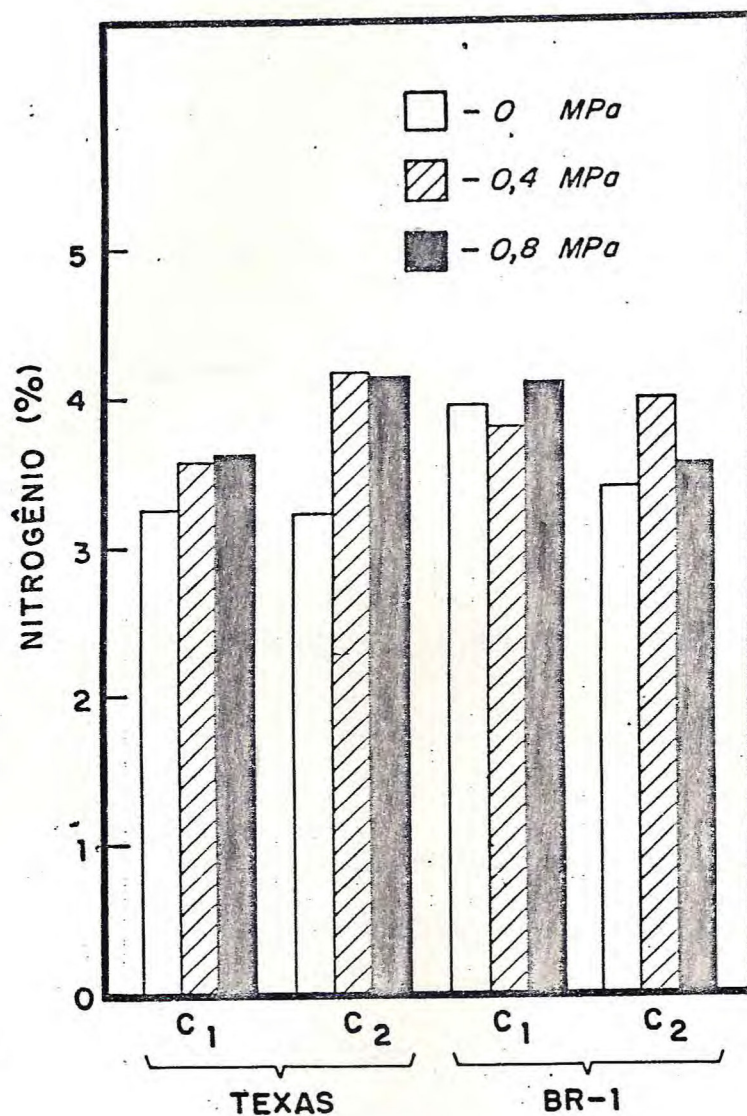


FIGURA 10 - Variações na percentagem de nitrogênio nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.



TABELA 11 - Variações na percentagem de fósforo nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas  $C_1$  e  $C_2$  quando submetidas ao "stress" salino.

Tratamentos NaCl (MPa)	Texas		BR-1	
	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
0 (controle)	3,78 a	3,54 a	3,71 a	3,40 a
- 0,4	4,12 a	3,98 a	3,91 a	3,74 a
- 0,8	3,88 a	3,40 a	3,95 a	3,95 a

(1) média de 3 repetições

(2) as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo Teste de Tukey para os tratamentos

(3) as médias quando seguidas do símbolo (\*) diferem estatisticamente ao nível de 5% para as coletas

(4) as médias sublinhadas diferem estatisticamente ao nível de 5% para as cultivares

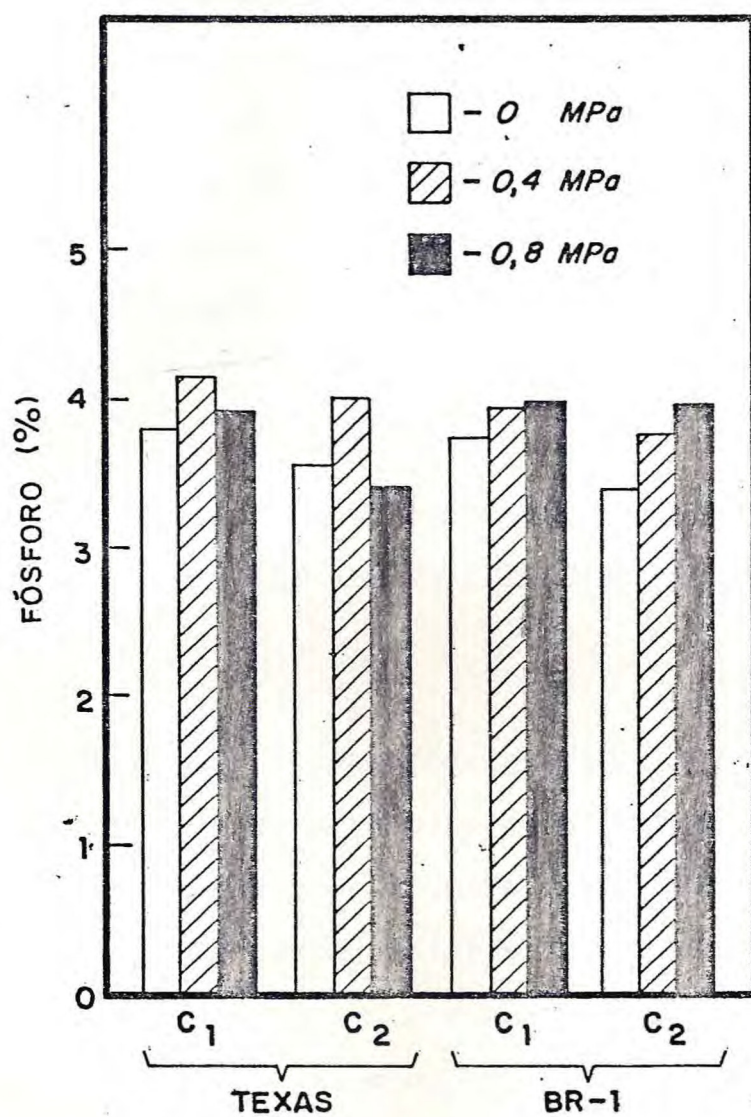


FIGURA 11 - Variações na percentagem de fósforo nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.

Também não ocorreu diferenças significativas entre as coletas  $C_1$  e  $C_2$  para a mesma cultivar em cada tratamento (TABELA 11, FIGURA 11).

Analisando-se os dados relativos as variações na percentagem de fósforo nas folhas, notamos que também não se verificou nenhuma diferença estatisticamente significativa entre as cultivares Texas e BR-1 para as mesmas coletas e tratamentos (TABELA 11, FIGURA 11).

#### 4.11 - Variações na percentagem de potássio nas folhas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino

Quando das comparações procedidas na análise estatística relativas as variações na percentagem de potássio nas folhas das cultivares de algodão Texas e BR-1, observamos que não houve diferenças estatisticamente significativas em nenhuma delas (TABELA 12, FIGURA 12). O aumento da salinidade na solução nutritiva mesmo a níveis altos de - 0,8 MPa não foi capaz de induzir reduções nos teores de potássio nas folhas das cultivares, o que exclui a possibilidade de deficiência deste macronutriente na cultura estudada. Consequentemente não se manifestaram efeitos deletérios do NaCl na absorção e translocação de potássio nas cultivares Texas e BR-1 nas condições experimentais empregadas.

TABELA 12 - Variações na percentagem de potássio nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.

Tratamentos NaCl (MPa)	Texas		BR-1	
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
0 (controle)	2,60 a	2,30 a	2,80 a	2,40 a
- 0,4	2,20 a	2,30 a	2,40 a	2,20 a
- 0,8	2,70 a	2,30 a	2,40 a	2,20 a

- (1) média de 3 repetições
- (2) as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo Teste de Tukey para os tratamentos
- (3) as médias quando seguidas do símbolo (\*) diferem estatisticamente ao nível de 5% para as coletas
- (4) as médias sublinhadas diferem estatisticamente ao nível de 5% para as cultivares

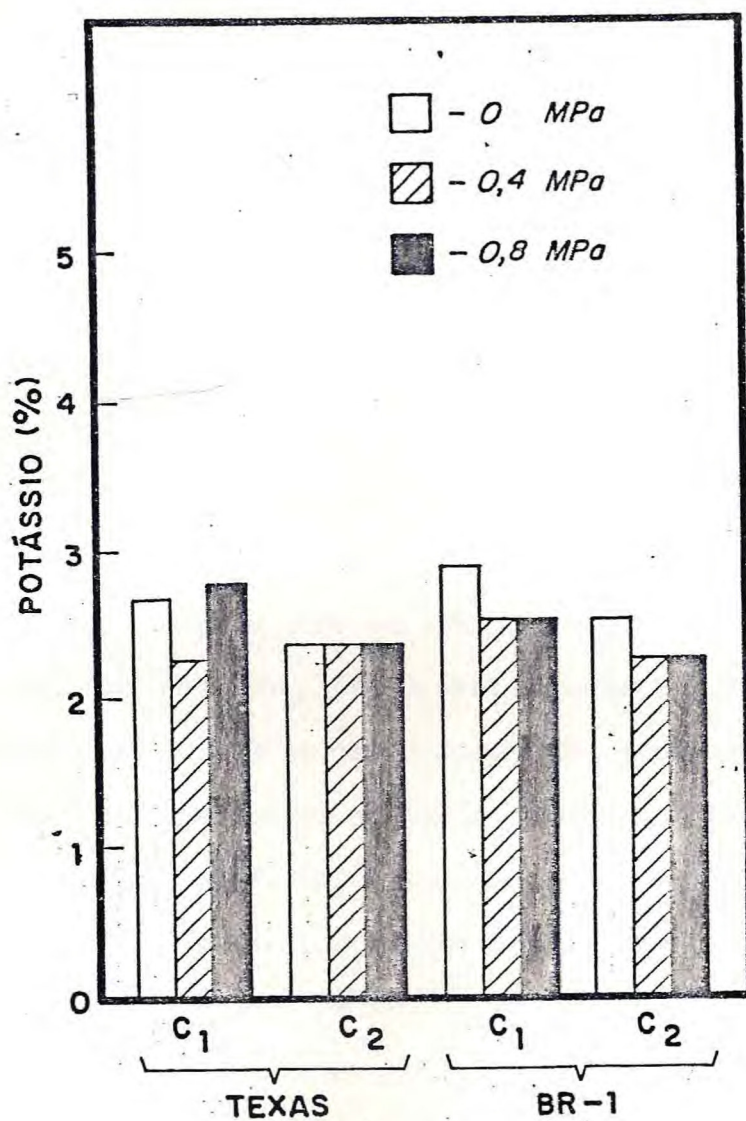


FIGURA 12 - Variações na percentagem de potássio nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.

4.12 - Variações na percentagem de cloretos solúveis nas folhas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino

Considerando-se as variações na percentagem de cloretos nas folhas de algodão, observamos que as cultivares Texas e BR-1 nas coletas  $C_1$  e  $C_2$  apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre o controle e os tratamentos com solução nutritiva salinizada com NaCl, ou seja, - 0,4 e - 0,8 MPa (TABELA 13, FIGURA 13). A exposição das plantas a concentrações crescentes de NaCl na solução nutritiva induziu um aumento progressivo na absorção de cloretos por parte das plantas. Entretanto, essas diferenças só foram significativas entre o controle e os tratamentos salinos. Isso significa que as cultivares de algodão estudadas dispõem de mecanismo que limitam a absorção de cloretos a partir de certo valor crítico de concentração de NaCl mesmo que as raízes venham a ser expostas a teores mais elevados de sais. FRANÇOIS et al (1984) estudando os efeitos das concentrações crescentes de sais, também observou que quando a salinidade do solo aumentava de 3,0 mmhos/cm a 12,4 mmhos/cm, havia um aumento crescente nas concentrações de cloro nas folhas de sorgo.

As percentagens de cloretos entre as coletas  $C_1$  e  $C_2$ , para ambas cultivares estudadas dentro do mesmo tratamento, não diferiram significativamente ao nível de 5% (TABELA 13, FIGURA 13).

TABELA 13 - Variações na percentagem de cloretos solúveis nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.

Tratamentos NaCl (MPa)	Texas		BR-1	
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
0 (controle)	1,10 a	0,64 a	0,98 a	0,81 a
- 0,4	3,00 b	2,72 b	2,62 b	2,95 b
- 0,8	3,48 b	3,81 b	3,24 b	3,91 b

- (1) média de 3 repetições
- (2) as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo Teste de Tukey para os tratamentos
- (3) as médias quando seguidas do símbolo (\*) diferem estatisticamente ao nível de 5% para as coletas
- (4) as médias sublinhadas diferem estatisticamente ao nível de 5% para as cultivares

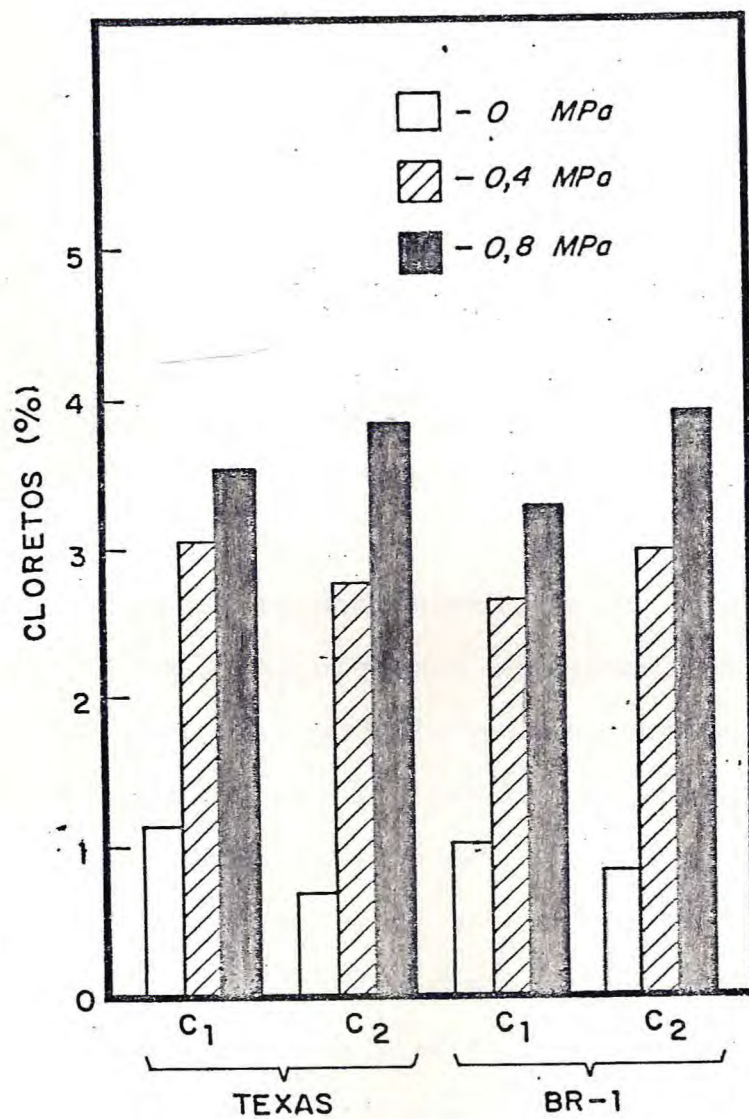


FIGURA 13 - Variações na percentagem de cloretos solúveis nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.



#### 4.13 - Variações na percentagem de sódio nas folhas de algodão herbáceo quando submetido ao "stress" salino

As alterações na percentagem de sódio nas folhas da cultivar Texas, como também na cultivar BR-1, diferiram significativamente entre os três tratamentos nas duas coletas (TABELA 14, FIGURA 14). Estes resultados sugerem que as cultivares de algodão estudadas continuam absorvendo sódio a medida que aumenta a concentração de NaCl na solução nutritiva. Uma exposição mais demorada a elevadas concentrações de NaCl (- 0,8 MPa) também induziu uma maior absorção de sódio nas folhas, conforme demonstrado pelos valores mais elevados na percentagem deste elemento observados na coleta C<sub>2</sub> em ambas cultivares. Esse acúmulo progressivo de sódio nas folhas das cultivares estudadas a medida que aumentava os níveis de salinidade na solução nutritiva indica que a cultura apresenta mecanismos eficientes de absorção e translocação deste íon. Contudo, a redução no crescimento expressa através do peso seco total, área foliar e relação parte aérea/raiz sugere que não há uma compartimentalização de sódio ao nível celular. Por conseguinte, a sua presença no citoplasma ou em determinadas organelas induz uma diminuição da atividade metabólica de enzimas que participam dos processos de crescimento e desenvolvimento da planta.

Analisando-se os dados relativos as variações na percentagem de sódio nas folhas observamos que não ocorreram diferenças estatisticamente significativas entre as coletas

TABELA 14 - Variações na percentagem de sódio nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas  $C_1$  e  $C_2$  quando submetidas ao "stress" salino.

Tratamentos NaCl (MPa)	Texas		BR-1	
	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
0 (controle)	0,14 a	0,11 a	0,17 a	0,17 a
- 0,4	1,05 b	0,89 b	1,09 b	0,93 b
- 0,8	1,41 c	1,51 c	1,49 c	1,65 c

(1) média de 3 repetições

(2) as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo Teste de Tukey para os tratamentos

(3) as médias quando seguidas do símbolo (\*) diferem estatisticamente ao nível de 5% para as coletas

(4) as médias sublinhadas diferem estatisticamente ao nível de 5% para as cultivares

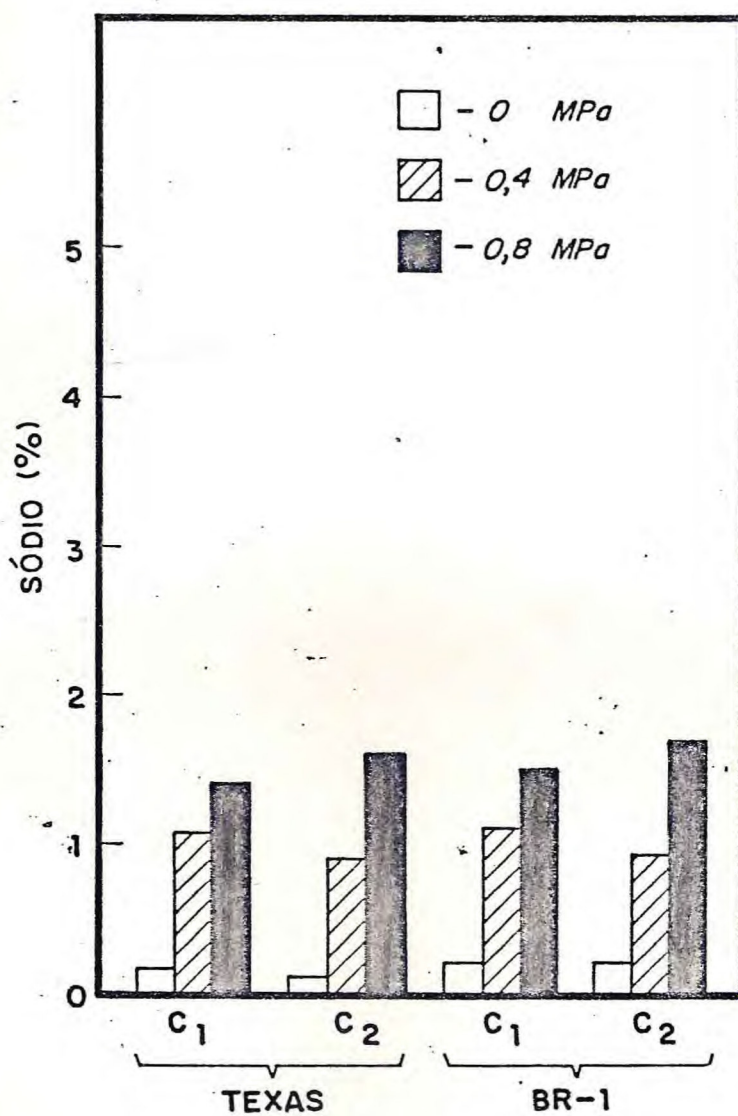


FIGURA 14 - Variações de percentagem de sódio nas folhas das cultivares de algodão herbáceo Texas e BR-1 nas coletas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> quando submetidas ao "stress" salino.

$C_1$  e  $C_2$ , para os mesmos tratamentos em ambas cultivares (TABELA 14, FIGURA 14).

Também não se verificaram diferenças significativas entre as cultivares Texas e BR-1, para as mesmas coletas em cada tratamento (TABELA 14, FIGURA 14).

## 5 - CONCLUSÕES

- 5.1 - A diminuição do potencial osmótico na solução nutritiva salinizada com NaCl induziu uma redução progressiva do potencial hídrico das folhas das cultivares de al<sub>g</sub>o d<sub>ã</sub>o estudadas. Esta diminuição se processou devido a redução do gradiente de potencial hídrico entre as folhas e a solução nutritiva e/ou aumento da resistência nas raízes.
- 5.2 - A presença crescente de NaCl na solução nutritiva provocou uma diminuição progressiva no potencial osmótico das folhas nas plantas estudadas, resultando principalmente o acúmulo de cloro e sódio e possivelmente de solutos orgânicos.
- 5.3 - Na coleta C<sub>1</sub>, ambas cultivares, mesmo no tratamento de - 0,4 MPa, apresentaram os valores mais altos de potencial de turgescência, indicando uma osmoregulação, o que explica a relativa tolerância das cultivares aos sais. A permanência das plantas no tratamento salino de - 0,8 MPa de NaCl induziu uma diminuição da turgescência para os valores em torno de zero, o que explica a diminuição acentuada no processo de crescimento das

folhas.

- 5.4 - A diminuição da absorção de água pelas plantas a medida que reduzia o potencial osmótico da solução nutritiva salinizada com NaCl provocou uma desidratação dos tecidos expresso pela diminuição progressiva do teor relativo de água das plantas.
- 5.5 - O aumento do teor de NaCl na solução nutritiva induziu uma redução progressiva na transpiração total, área foliar e peso seco total em virtude dos efeitos deletérios dos sais sobre os processos de crescimento. A diminuição da transpiração também pode ser explicado pelo fechamento dos estômatos devido a toxicidade dos sais e/ou diminuição da hidratação das folhas.
- 5.6 - A relação parte aérea/raiz para ambas cultivares de algodão diminui a medida que a salinidade aumentava, devendo-se especialmente a redução do peso seco da parte aérea desde que o peso seco das raízes permaneceu aproximadamente constante. Possivelmente o aumento nos vacúolos inibiram o processo de crescimento da parte aérea.

- 5.7 - A falta de significância nas variações das percentagens de nitrogênio, fósforo e potássio indica que esta cultura apresenta mecanismos adequados de absorção e translocação destes micronutrientes mesmo em elevados níveis de salinidade.
- 5.8 - Como, com relação a absorção de cloro, só houve diferenças significativas entre o controle e os tratamentos salinos. Isto significa que as cultivares de algodão estudadas dispõem de mecanismo que limita a absorção dos cloretos a partir de certo valor crítico de concentração de NaCl no substrato.
- 5.9 - A exposição das cultivares de algodão a concentrações crescentes de NaCl induziu um acúmulo progressivo de sódio nas folhas implicando numa redução acentuada de crescimento das plantas. Este efeito sugere que não há uma compartimentalização do sódio no vacúolo sendo que sua distribuição no citoplasma e em outras organelas provocou uma diminuição da atividade metabólica de enzimas ligadas ao processo de crescimento.
- 5.10 - Embora as cultivares Texas e BR-1 tenham apresentado níveis diferentes de tolerância ao NaCl durante a germinação, na fase vegetativa não constatamos nenhuma

diferença em termos de respostas relativas a ação de sais. Como a cultivar BR-1 foi mais tolerante na fase germinativa dentre as cultivares estudadas, ela se apresenta no momento como a mais adequada para o cultivo em substratos salinos. Contudo, antes de sua disseminação há necessidade de se proceder experimentos em condições de campo.



6 - LITERATURA CITADA

- BARRS, H.D. & WEATHERLEY, P.E. 1962 - A Re-examination of the Relative Turgidity Technique for Estimating Water Deficits in Leaves. Aust. J. Biol. Sci., 15:413-428.
- BERNSTEIN, L. 1961 - Osmotic Adjustment of Plants to Saline Media. I. Steady State. Amer. J. Bot., 48:909-918.
- BERNSTEIN, L. 1963 - Osmotic Adjustment of Plants to Saline Media. II. Dinamic Phase. Amer. J. Bot., 50:360-370.
- BLACK, C.S. (ed) 1965 - Methods of Soil Analysis. Part 2. Amer. Soc. Agron., 1149-1178.
- CLARKSON, D.T.; HANSON, J.B. 1980 - The Mineral Nutrition of Higher Plants. Ann. Rev. Plant Physiol., 31:239-298.
- CHAPMAN, H.D. & PRATT, P.F. 1961 - Methods of Analysis for Soils Plants and Waters. University of California - Division of Agricultural Science. p. 161-174.
- COSTA, NETO, P.L. O. 1977 - Estatística. Editora Edgerd Blucher Ltda.
- FERREIRA, L.G.R.; SOUZA, J.G. & PRISCO, J.T. 1979 - Effects of Water Deficit on Proline Accumulation and Growth of Two Cotton Genotypes of Different Drought Resistences. Z. Pflanzenphysiol., 93:189-199

- FERREIRA, L.G.R.; FAÇANHA, J.G.V.; REBOUÇAS, M.A.A. & PRISCO, J.T. 1984 - Identificação de Cultivares de Algodão [*Gossypium hirsutum* L.] com Diferentes Graus de Tolerância ao NaCl na Fase Germinativa. Ciênc. Agron. (No Prelo).
- FLOWERS, T.J., TROKE, P.F. & YEO, A.R. 1977 - The Mechanism of Salt Tolerance in Halophytes. Ann. Rev. Plant Physiol. 28:89-121.
- FRANÇOIS, L.E.; DONOVAN, T. & MAAS, E.V. 1984 - Salinity Effects on Seed Yield, Growth and Germination of Grain Sorghum. Agron. J., 76:741-744.
- GALE, J. 1975 - Water Balance and Gas Exchange of Plants Under Saline Conditions. Plants in Saline Enviroments. Springer-Verlag. p. 168-185.
- GREENWAY, H. & MUNNS, R. 1980 - Mechanism of Salt Tolerance in Non-halophytes. Ann. Rev. Plant Physiol., 31:149-190.
- HELLEBUST, J.A. 1976 - Osmoregulation. Ann. Rev. Plant Physiol. 27:485-505.
- LAGERWERFF, J.V.; EAGLE, H.E. 1961 - Osmotic and Specific Effects of Excess Salts on Beans. Plant Physiol.; 36: 472-477.
- LOTT, W.L.; NERY, J.P.; GELLO, J.R. & MEDCALF, J.C. 1956 - Leaf Analysis Technique in Coffee Research. IBEC Research Institute. Bull. 9.
- MATIAS, J.F. 1980 - Problemas de Drenagem e Salinidade no

- Nordeste do Brasil. Mimeografado. Fortaleza, Ceará. Palestra Apresentada no Encontro Internacional de Especialistas em Recursos Hídricos.
- O'LEARY, J.W. 1975 - Completion Report of the Activities Performed as Part of the Multinational Project of Biochemistry of the Regional Scientific and Technological Development Program (SBS-514).
- PONTE, J.J. 1980 - Influência do Ácido Sulfúrico Concentrado (densidade 1,84) sobre a Germinação das Sementes do Algodão mocô (*Gossypium hirsutum* marie - galante Huntch). Bol. Soc. Cear. Agron. 1:67-72.
- PRISCO, J.T. 1980 - Alguns Aspectos da Fisiologia do "Stress" Salino. Rev. Brasil. Bot., 3:85-94.
- SLATYER, R.O. 1961 - Effects of Several Osmotic Substrates on Water Relations of Tomato. Aust. J. Biol. Sci., 14: 519-540.
- SOUZA, J.G. 1977 - Influência do Déficit Hídrico na Concentração de Prolina Livre e no Crescimento de Algodão (*Gossypium hirsutum* L.). Dissertação de Mestrado em Fito-tecnia na UFC, p. 68.
- STROGONOV, B.P. 1964 - Physiological Basic of Salt Tolerance of Plant. Trad. do russo por A. Poljakoff - Mayber & A. M. Mayer. Israel. Program for Scientific Translation Ltda. Jerusalém. 279 p.
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; HEMMINGSEN, E.A. & BRADSTREET,

- E.D. 1964 - Hydrostatic Pressure and Osmotic Potential in Leaves of Mangrove and Some Other Plants. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 52:119-125.
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; HEMMINGSEN, E.A. & BRADSTREET, E.D. 1965 - Sap Pressure in Vascular Plants. Science. 148:339-346.
- USDA, 1954 - Diagnostico y Rehabilitation of Suelos Salinos y Sódicos. Handbook 60. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos da América. p. 94-99, 101-107.
- WEATHERLEY, P.E. 1950 - The Field Measurement of Water the Cotton Plant. I. The Field Measurement of Water Deficits in Leaves. New Phytol., 49:81-97.
- WENDT, C.W. 1967 - Use of Relationship Between Leaf Length and Leaf Area of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.), Castors (*Ricinus communis* L.) and Sorghum (*Sorghum vulgare* L.). Agron. J. 59:484-486.